



Kanatlı Beslemede Okratoksin A Tehlikesi

Emrah Güngör*, Aydın Altop, Güray Erener

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü 55139 Samsun, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Geliş 21 Ekim 2016
Kabul 29 Kasım 2016
Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X

Anahtar Kelimeler:

Okratoksin A
Okratoksin A'nın etkileri
Toksik madde
Kanatlı besleme
Fungus

* Sorumlu Yazar:

E-mail: emrah.gungor@omu.edu.tr

ÖZET

Okratoksin A, toprak patojeni olan bazı *Aspergillus* ve *Penicillium* çeşitlerinin ürünler üzerinde gelişmeleri sonucu ortaya çıkan toksik etkili bir maddedir. Bu toksin maddenin hayvanlar tarafından tüketilmesi sonucunda hastalıklar ve ölümler görülebilmektedir. Karma yem hammaddelerinin üretim, hasat ve depolama işlemleri sırasında kolayca oluşabilen okratoksin A, yem ve yem hammaddelerinde bulunmuş oranları itibarıyla dünya ve ülkemiz açısından tehlike oluşturmaktadır. Okratoksin A ayrıca hayvansal dokulara geçerek insan sağlığı için de risk oluşturmaktadır. İnsanlarda böbrek ve üreme organlarında olumsuzluklara neden olan okratoksin A'nın olumsuz etkilerini giderici birçok yöntem bulunmaktadır. Bu derlemede okratoksin A'nın yemlerde bulunuşu, kanatlı hayvanlara etkileri, dokulara geçiş oranı ve zararlı etkilerini hafifletici önlemler özetlenmiştir.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 4(12): 1212-1220, 2016

The Threat of Ochratoxin A in Poultry Nutrition

ARTICLE INFO

Article history:
Received 21 October 2016
Accepted 29 November 2016
Available online, ISSN: 2148-127X

Keywords:

Ochratoxin A
Effects of ochratoxin A
Toxicant
Poultry nutrition
Fungus

* Corresponding Author:

E-mail: emrah.gungor@omu.edu.tr

ABSTRACT

Ochratoxin A is a toxic substance coming up with growing up of some species of *Aspergillus* and *Penicillium* at feedstuffs. Diseases and deaths can occur if this toxic substance is consumed by animals. Ochratoxin A can contaminate easily feedstuffs of mixed feeds while producing, harvesting and storing period and pose a serious threat for world and Turkey considering existing rate in feed and feedstuffs. Moreover taking account of passing to animal tissues, ochratoxin A pose a serious risk for human health. Regarding this, ochratoxin A has negative effects on human such as disorders of kidney and reproductive organs. In addition there is various methods to eliminate this damages made by ochratoxin A. In this review, existing of ochratoxin A in poultry feeds, the negative effects on poultry, transition to tissues and practices that can ease the negative effects were summarized.

Giriş

Okratoksin A (OTA), toprak patojeni olan bazı *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerinin ürünler üzerinde gelişmeleri ve çoğalmaları sonucu ortaya çıkan toksik etkili bir maddedir (Pitt, 2000). Bu toksik maddeyi üreten fungus türleri arasında özellikle *Aspergillus ochraceus* ve *Penicillium verrucosum* göze çarpmaktadır (Ringot ve ark., 2006). OTA üretme açısından *A. ochraceus* sıcak iklimlerde, *P. verrucosum* ise soğuk iklimlerde daha etkindir (Lindblad ve ark., 2004; Park ve ark., 2005). Okratoksinin A, B ve C olmak üzere üç türevi bulunmaktadır (Tiryaki, 2011). OTA'nın toksik etkisi aflatoksinlerden (Prior ve ark., 1976), okratoksin B ve

okratoksin C'den (Ringot ve ark., 2006) daha yüksektir. Hayvan beslemede kullanılan hammaddelerin üretim, hasat ve depolama işlemleri sırasında funguslar ve dolayısıyla OTA yemlerde kolayca oluşabilmektedir (Monbalıu ve ark., 2009). Yem ve yem katkı maddelerine fungusların bulaşması yemlerin besleyicilik özelliklerini kaybetmelerinin yanında, hayvanlarda hastalıklara ve ölümlere neden olmaktadır (Voss ve ark., 2007; Huwig ve ark., 2001). Yem hammaddelerinde OTA kirliliğine okratoksin B ve C'den daha fazla karşılaşmaktadır (Ringot ve ark., 2006). Bu yönüyle OTA'nın hayvanlarda hastalık yapma olasılığı diğer türlerinden daha yüksektir.

Mikotoksin içeren yemlerin tüketilmesi ile yemi reddetme, yem tüketimi ve yemden yararlanmada azalma, ağırlık kaybı ve bağışıklığın baskılanması nedeniyle hastalıklara karşı duyarlılık ya da genel olarak akut veya kronik şekilde teratojenik, karsinojenik ve östrojenik etkiler ortaya çıkabilmektedir (Fink ve Malekinejad, 2007; Morgavi ve Riley, 2007; Pestka, 2007; Voss ve ark., 2007). Buna bağlı olarak verimde azalma gözlenmekte dolayısıyla da ekonomik kayıplar ortaya çıkmaktadır (Huwig ve ark., 2001; Wu, 2004; Wu, 2006).

OTA'nın hayvan sağlığını etkileyebilmesi için yemlerde mutlaka yüksek düzeylerde bulunmasına gerek yoktur. OTA'nın zararlı etkilerininin 130 µg/kg (Stoev ve ark., 2000) ve 250 µg/kg (Tansakul ve ark., 2012) gibi düşük dozlarda bile görülebilmektedir. Bu durum kanatlı yemleri için OTA'nın büyük bir tehdit oluşturduğunu göstermektedir. OTA'nın bu zararlı etkileri nedeniyle kanatlı yemlerindeki kalıntı sınırı ülkemizde ve Avrupa Birliği'nde 100 µg/kg (ppb) olarak belirlenmiştir (EC, 2006; Anonim, 2014).

Mikotoksinli yemlerin hayvanlar tarafından tüketilmesinin insan sağlığına zararlı olmayacağı sanılmaktadır. Ancak maruz kalınan mikotoksinlerin bir kısmının hayvanlarda böbrek, karaciğer, kas, sindirim organları, lenfoit dokular, iskelet sistemi, kan ve üreme organları gibi dokulara geçtiği ve insan sağlığını etkilediği belirlenmiştir (Dwivedi ve Burns, 1984; EFSA, 2004; Pozzo ve ark., 2013a; 2013b). OTA'nın insanlarda erkek bireylerin yumurtalıklarında testesteron salgısını engellediği (Fenske ve Fink, 1990), sperma üretimini sekteye uğrattığı (Gharbi ve ark., 1993) ve ayrıca insanlardaki böbrek hastalıkları ile de ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Girgin, 2001; Ayaz ve Yurttagül, 2008).

İnsan sağlığının korunması, sağlıklı gıdaya ulaşabilmek ve bunun yanında ekonomik bir kanatlı hayvan üretiminin yapılabilmesi için OTA tehlikesi üzerinde önemle durulmalıdır. Bu derlemede ülkemiz

insan sağlığı ve kanatlı hayvan üretimi için tehdit oluşturan, mikotoksinler arasında yaygın olarak görülen ve en zararlılardan biri olan OTA'nın yemlerde bulunuşu, kanatlı hayvanlara etkileri, dokulara geçiş oranı ve zararlı etkilerini hafifletici önlemler açıklanmaya çalışılmıştır.

Kanatlı Yemlerinde OTA Düzeyi

Kanatlı yemleri üretim, depolama ve taşıma sırasında funguslara ve bu fungusların ürettikleri mikotoksinlere maruz kalmaktadır. Hammaddelerin hasadından yemin üretilip hayvana verilmesine kadar uygulanan işlemlerin kurallara uygun yapılmaması nedeniyle yemlerin mikotoksin içeriği artış gösterebilmektedir. OTA'nın yemlerde bulunuşu ve konu üzerine yapılan kimi çalışmalar aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Türkiye genelinde 1986 ile 1989 yılları arasında 25 farklı yem fabrikasından alınan 302 karma yem, yem hammaddesi ve gıda örneklerinin %18,2'sinde OTA tespit edilirken (Özkazanç ve ark., 1992), Kaya ve ark. (1990)'nın yaptıkları çalışmada soya fasülyesi (9 örnek) ve pamuk tohumu küspesinde (11 örnek) OTA bulunmamış, mısırdaki %5 (20 örneğin 1 tanesinde) ve ayçiçeği tohumu küspesinde ise %54 oranında (11 örneğin 6 tanesinde) OTA tespit edilmiştir.

Bursa ve çevresindeki 14 tavuk çiftliğinden toplanan 21 karma yem örneğinde yapılan bir çalışmada (Sonal ve Oruç, 2000) tüm yem örneklerinde OTA tespit edilmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada (Yıldız, 2009) Türkiye genelinde kamu ve özel sektöre ait hayvancılık işletmeleri ve yem fabrikalarında kullanılan karma yem ve yem hammaddelerinin yaklaşık %56'sında (199 örneğin 111 tanesinde) OTA tespit edilirken fındık küspesi ile etlik civciv, yumurtacı damızlık, etçi damızlık ve bildircin karma yemlerinde OTA varlığına rastlanmamıştır. Türkiye'de çeşitli yem hammaddeleri ve kanatlı karma yemlerinde OTA içeriği Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Çizelge 1 Türkiye'de çeşitli yem hammaddeleri ve kanatlı karma yemlerinde OTA içeriği*

Yem Adı	0		1-3		3-5		5-20		>20		
	Toplam	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Hammaddeler											
Arpa	14	11	78,57	0		1	7,14	1	7,14	1	7,14
Buğday	12	8	66,67	1	8,33	0		1	8,33	2	16,67
Çavdar	3	2	66,67	1	33,33	0		0		0	
Sorgum	4	0		0		0		3	75	1	25
Mısır	11	5	45,45	2	18,18	2	18,18	0		2	18,18
Yerfıstığı	2	0		0		0		0		2	100
Soya fasülyesi	7	3	42,86	2	28,57	1	14,29	1	14,29	0	
Mısır özü küspesi	4	1	25	0		0		2	50	1	25
Kepek	12	9	75	1	8,33	0		2	16,67	0	
Tam yağlı soya	3	1	33,33	0		0		1	33,33	1	33,33
Soya küspesi	9	6	66,67	0		0		2	22,22	1	11,11
Ayçiçeği küspesi	16	5	31,25	1	6,25	1	6,25	6	37,5	3	18,75
Pamuk t. küspesi	16	7	43,75	1	6,25	0		0		8	50
Fındık küspesi	2	2	100	0		0		0		0	
Karma yemler											
Yumurtacı tavuk	8	2	25	0		1	12,5	2	25	3	37,5
Etlik civciv	4	4	100	0		0		0		0	
Damızlık yumurta	3	3	100	0		0		0		0	
Etlik damızlık	2	2	100	0		0		0		0	
Bildircin	5	5	100	0		0		0		0	
Hammaddeler	115	60	52,17	9	7,83	5	4,35	19	16,52	22	19,13
Karma yemler	22	16	72,72	0	0	1	4,54	2	9,09	3	13,63
Toplam	137	76	55,47	9	6,56	6	4,37	21	15,32	25	18,24

*Yıldız (2009), OTA: OTA Miktarı (µg/kg)

Ülkemizde kimi çalışmalarda belirlenen OTA düzeylerinin yanısıra yapılan araştırmalarda kanatlı yemleri ve/veya yem hammaddelerinde OTA tespit edilme oranları İngiltere’de %3 (Scudamore ve ark., 1998), Kore’de %27 (Jang ve ark., 2007), İspanya’da %33 (Jaimez ve ark., 2004), Arjantin’de %38 (Dalcero ve ark., 2002), Hırvatistan’da %39 (Domijan ve ark., 2005), Pakistan’da %50 (Fareed ve ark., 2014), İtalya’da %100 (Schivavone ve ark., 2008; Pozzo ve ark., 2010) olarak belirlenmiştir.

Yemlerdeki OTA düzeyinin artmasındaki etmenlerin arasında özellikle sıcak ve nemli iklim bölgelerinde fungus bulaşımını engelleyici uygun sıcaklık ve düşük nem gibi çevre koşullarını sağlamanın zor oluşu sayılabilir (Nguyen ve ark., 2007; Shar ve ark., 2015; Sherazi ve ark., 2015). Buna ilaveten OTA, asitlik ve sıcaklığa karşı çok dirençli olması dolayısıyla, yemlerdeki varlığını uzun süre devam ettirebilme yeteneğindedir (El Khoury ve Atoui, 2010). Nitekim OTA’nın sahip olduğu bu dayanıklılık ve OTA üreten fungus türlerinin hızlıca yayılma özelliği sayesinde, yapılan araştırmalarda da görüldüğü gibi, OTA yemlerde bulunuş oranları itibarıyla dünya ve ülkemiz açısından bir tehlike oluşturmaktadır.

Kanatlı Hayvanlara Etkileri

OTA’lı yem hammaddelerinin ya da karma yemlerin kanatlı hayvanlar tarafından tüketilmesi, hayvanlarda verimin ve hastalıklara karşı direncin düşmesi gibi birçok olumsuzluklara yol açmaktadır. Bu tür olumsuzluklarda OTA’nın ilk etkilediği organlar böbrek ve bursa fabricus’tur (Gupta ve ark., 2008). OTA temel olarak hayvanların büyümesini engellemekte, yumurta verimini düşürmekte, böbrek genişlemeleri ve diğer bozukluklara yol açarak ölümlere neden olmaktadır (Verma ve ark., 2007; Hanif ve ark., 2008; Stoev, 2010; Joo ve ark., 2013; Singh ve ark., 2015). Bununla birlikte OTA kompetitif fenil alanin-tRNA-sentetaz inhibisyonu yapmak suretiyle protein sentezini de durdurmaktadır (Marquardt ve Frohlich, 1992).

Hassan ve ark (2011, 2012a) yaptıkları çalışmalarda damızlık yumurtacı piliç yumurtalarına OTA enjekte etmenin embriyo ölümlerini artırdığı, teratojenik etkiler ortaya çıkardığı ve ilerleyen dönemlerde antikor, IgG ve IgM düzeylerini düşürerek bağışıklık sistemini baskıladığını belirtmişlerdir. OTA’nın bağışıklığı engelleyici etkisi aynı şekilde civcivlerde (Stoev, 2010; Hassan ve ark., 2012b; Pozzo ve ark., 2013a), piliç ve yetişkin kanatlılarda da (Manafi ve ark., 2011; Singh ve ark., 2015; Solcan ve ark., 2015) gözlenmiştir.

OTA’nın etlik, yumurtacı piliç ve civcivler üzerine etkileri Çizelge 2’de özetlenmiştir.

Çizelgeye göre OTA’nın rasyonlarda 100 µg/kg düzeyinde bulunması kanatlılarda herhangi olumsuz bir etkiye neden olmazken, bu düzeyin üzeri kanatlılarda yem tüketimi ve canlı ağırlık artışında düşüşe, ölüm oranında artışa, karaciğer, böbrek ve dalakta büyümeye, bursa fabricus, timus ağırlıklarında ve lenfoit hücrelerinde azalışlara, bağırsak mukozasında ve peyer plaklarında bozukluklara, serum toplam protein, albumin, alfa-beta-gama globulin, kalsiyum, fosfor, kolesterol düzeyinde azalışa, üre nitrojeni, ürik asit, alanin transaminaz, glutamil transpeptidaz, aspartat transaminaz, alkalın fosfotaz, kreatinin, trigliserit ve glukoz miktarında artışa neden olmaktadır. Ayrıca OTA bağışıklık düşürücü

etkisiyle *Staphylococcus gallinarum*, *Escherichia coli*, *Eimeria tenella* enfeksiyonlarını şiddetlendirerek ölüm oranlarında artışa da yol açabilmektedir.

Dokulara Geçiş

Kanatlı hayvanlar kadar insanlar üzerinde de zararlı etkileri bulunan OTA’nın kanatlı ürünlerine geçebilme riski bulunmaktadır. Nitekim OTA’nın kanatlılarda göğüs eti (Micco ve ark., 1988; Pozzo ve ark., 2013b), but (Pozzo ve ark., 2013b), yağ (Micco ve ark., 1988) ve yumurtaya (Denli ve ark., 2008; Giancarlo ve ark., 2011; Armorini ve ark., 2015) geçmediğini bildiren çalışmaların yanısıra göğüs eti (Trailovic ve ark., 2013) ve yumurtaya (Hassan ve ark., 2012c) geçtiğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır.

OTA’nın etlik, yumurtacı piliç ve civciv dokularına geçiş düzeyleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3’e göre OTA’nın kanatlılarda temel olarak karaciğer ve böbreklerde biriktiği anlaşılmaktadır. Buna karşın böbreklerdeki kalıntı düzeyinin milyarda 84’ler ile %11,6 arasında, karaciğerde ise milyarda 235’ler ile %3 arasında değiştiği görülmektedir. OTA’nın hayvan dokularına düşük oranda geçtiği, dolayısıyla insan sağlığı için olumsuz bir etki yaratmayacağı bildirilmesine rağmen (Giancarlo ve ark., 2011; Hanif ve ark., 2012; Pozzo ve ark., 2013b; Armorini ve ark., 2015) kanatlı hayvan beslemede kullanılan yemlerin OTA içeriklerinin periyodik olarak takip edilmemesi nedeniyle OTA, kanatlı hayvan besleme açısından potansiyel bir problem olarak hala önemini korumaktadır. Bu sorunun çözümüne yönelik OTA’nın hayvan üzerindeki kalıntı düzeyi ve zararlı etkilerini azaltıcı bir takım katkı maddeleri ve ön işlemler geliştirilmiştir.

Okratoksin A’nın Etkisini Azaltıcı Uygulamalar

OTA’nın buraya kadar açıklanan olumsuz etkilerini gidermek ya da azaltmak için değişik uygulamalar kullanılabilmektedir. Bu uygulamalar aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

Toksin Bağlayıcılar (Adsorbanlar)

Toksin bağlayıcılar, diğer adıyla adsorbanlar, hayvan sağlığını olumsuz yönde etkileyen mikotoksinleri emerek sindirim sisteminden emilimini engelleyen alüminosilikat, bentonit, zeolit, kitin-kitosan ve benzeri maddelerdir (Khajarer ve ark., 2003; Pasha ve ark., 2007; Khadem ve ark., 2012; Neeff ve ark., 2013). Toksin bağlayıcılar mikotoksinleri emici özellikleriyle OTA’nın neden olduğu zararlı etkileri azaltıcı ya da dokulara geçiş oranını düşürücü etkide bulunmaktadır (García ve ark., 2003; Bhanuprakash ve ark., 2004; Denli ve ark., 2008; Sawale ve ark., 2009). Mikotoksin kalıntısını düşürmek için toksin bağlayıcıların kullanılması ile doku kalıntılarının %72 ile %94 arasında düşürüldüğü ve bu amaca yönelik kullanılan organik ve inorganik toksin bağlayıcıların tek başlarına uygulanmaları yerine karışık halde uygulamanın daha etkin sonuç verdiği bildirilmiştir (Trailović ve ark., 2013). Bunların dışında OTA’nın etkisini azaltmak amacıyla aktif kömür (Galvano ve ark., 1998), filosilikatlar, bentonit (Schall ve ark., 2009), sepiyolit (Ramos ve ark., 1996), ince silisli toprak (Natour ve Yousef, 1998) ve kolesterolamin (Bauer, 1994) de toksin bağlayıcı olarak kullanılabilmektedir.

Çizelge 2 Karma yemlerde OTA'nın etlik, yumurtacı piliç ve civcivler üzerine etkileri

HY	KD	Etkileri	Kaynak
EP	100 200 300 400	100 µg/kg düzeyinde OTA verilen grupta kontrole kıyasla herhangi bir zararlı etki görülmezken, daha yüksek dozlarda canlı ağırlık artışı ve yem tüketiminde azalma, ölüm oranında artış, karaciğer ve böbreklerde büyüme ve bursa fabricus ağırlığında azalma gözlenmiştir.	Singh ve ark., 2015
EP	500 1000	Koksidioza maruz bırakılmış etlik piliçlerde %4 olan ölüm oranını 500 µg/kg düzeyinde %12'ye, 1000 µg/kg düzeyinde %20'ye çıkarmıştır.	Muthusamy ve ark., 2004
EP	500 1000	Karaciğer ve böbreklerde büyüme, yemden yararlanma yeteneğinde düşüş, böbrek epitel hücrelerinde dejenerasyon gözlenmiştir. Serum laktat dehidrojenaz, gama-glutamil transpeptidaz ve aspartat aminotransferaz miktarı yükselmiştir. Bursa fabricus ve dalak etkilenmemiştir.	Hanif ve ark., 2008
EP	750	Ağırlık artışında, yem tüketiminde, eritrosit hacminde, hemoglobin ve toplam eritrosit miktarında düşüş gözlenmiştir.	Babulal ve ark., 2008
EP	1000	Koksidioza maruz bırakılmış etlik civcivlerde hastalığın şiddetlendiği gözlenmiştir.	Manafi ve ark. 2011
EP	1000	Kan üre nitrojeni, serum kreatinin, ürik asit, trigliserit, alanin transaminaz, aspartat transaminaz, alkalın fosfotaz düzeyi artmıştır.	Manafi, 2011
EP	1000 2000	Canlı ağırlık artışında ve yem tüketiminde düşme gözlenmiştir.	Sakthivelan, 2010
EP	1000 2000	Karaciğer ve böbreklerde büyüme, alanin aminotransferaz ve aspartat aminotransferaz aktivitesinde artış gözlenmiştir. Serum toplam kolesterol miktarı azalmıştır.	Joo ve ark., 2013
EP	2000	Böbrek ve karaciğer dokuları dejenere olmuştur. Lenfositlerin azalmasıyla birlikte lenfoit organlar körelmiştir.	Kumar ve ark., 2004
EP	2000	Karaciğer ve böbreklerde büyüme, bursa fabricus ağırlığında düşüş gözlenmiştir.	Gupta ve ark., 2008
EP	1, 20 ve 50 µg/kg canlı ağırlığı	Canlı ağırlık artışında azalma, yem dönüşüm yeteneğinde düşme, lökosit ve lenfosit miktarında azalma ve bağırsak mukozasının yapısında değişiklikler gözlenmiştir.	Solcan ve ark., 2015
YP	100 2000	Üretilen yumurtada yapısal ve patolojik bozukluklar, yumurta bileşiminde değişiklikler gözlenmiştir.	Giancarlo ve ark., 2011
EC	100	Timus ağırlığı azalmıştır. Serum toplam protein, albumin, alfa, beta ve gama globulinlerinde azalışa neden olarak bağırsıklığı baskılamıştır. Albumin globulin oranı yükselmiştir. Hayvanın performansına, karkas kalitesine ve organların ağırlıklarına, hematolojik parametreler ve karaciğer enzimlerine etkide bulunmamıştır.	Pozzo ve ark., 2013a
EC	100	Dalak, bursa fabricus ve karaciğerde lezyonlar gözlenmiştir.	Pozzo ve ark., 2013b
EC	130 305 790	Canlı ağırlık ve lenfoit organ ağırlıklarında düşüş, karaciğer ve böbreklerde büyüme gözlenmiştir. Bursa fabricus, timus, dalak ile peyer plaklarında bozulmalar ve lenfoit hücrelerde azalmalar gözlenmiştir. Serum toplam protein, kolesterolde azalma, ürik asit ve glukozda artış gözlenmiştir.	Stoev ve ark., 2000
EC	2000	Canlı ağırlık ve kan protein düzeyinde azalma, ölüm oranında artış, karaciğer ve böbreklerde ağırlık artışı, serum ürik asit miktarı ve gama glutamil tranferaz aktivitesinde artış gözlenmiştir.	Prakash ve ark., 2000
EC	2000	<i>E. coli</i> enfeksiyonunun şiddetini artırarak ölüm oranını %14,3'den %35,7'ye çıkarmıştır. Kandaki aspartat aminotransferaz, alanin aminotransferaz, ürik asit, kreatinin miktarını artırırken, toplam protein, albumin, globulin, kalsiyum, fosfor düzeyini azaltmıştır.	Kumar ve ark., 2003
EC	2000	<i>S. gallinarum</i> 'la enfekte edilmiş hayvanlarda enfeksiyonun şiddetini artırarak ölüm oranını %11,5'den %28,8'e çıkarmıştır. Sadece OTA uygulanmış hayvanlarda ağırlık artışı ve yem tüketiminde azalma gözlenmiştir. Serum aspartat aminotransferaz, alanin aminotransferaz, alkalın fosfotaz, ürik asit ve kreatinin düzeylerinde artış; toplam protein, albumin, globulin, kalsiyum ve fosfor düzeylerinde ise azalış tespit edilmiştir.	Gupta ve ark., 2005
CWL	100, 500, 1000 ve 1500	Koyun Kırmızı Kan Hücreleri'ne karşı toplam antikor ve IgG'de azalış gözlenmiştir.	Hassan ve ark., 2012b
CPR	4000	Koksidiozu şiddetlendirerek duodenum hasarlarına, kanamalara ve verimde düşüklüğe neden olmuştur.	Koynarski ve ark., 2007
CPR	5000	Koksidiozu şiddetlendirerek böbrek, karaciğer, kalp ve verticulum ağırlığında artış, lenfoit dokularda, lenfoit organların ağırlığında ve canlı ağırlıkta azalış tespit edilmiştir.	Stoev ve ark., 2002
CPR	5000	Böbrek ve karaciğerler büyük oranda bozulmalar, lenfoit organ hücrelerinde bozulma, beyinde bozulma ve ödem, kas kanamaları ve kemik iliğinin yağ yapısında değişiklikler bildirilmiştir.	Stoev, 2010
YWL	0,01 – 1 µg/yumurta	Koyun Kırmızı Kan Hücreleri'ne karşı toplam antikor, IgG ve IgM'de azalış gözlenmiştir.	Hassan ve ark., 2011
YWL	0,01 – 1 µg/yumurta	Embriyo ölümleri artma, karaciğer ve böbrek ağırlığında artış ve teratojenik bozukluklar gözlenmiştir.	Hassan ve ark., 2012a

HY: Hayvan, KD: Katılma Düzeyi (µg/kg), EP: Etlik Piliç, YP: Yumurtacı Piliç, EC: Etlik Civciv, CWL: Civciv (White Leghorn), CPR: Civciv (Plymouth Rock), YWL: Yumurta (White Leghorn),

Çizelge 3 Karma yemlerde OTA'nın etlik, yumurtacı piliç ve civciv dokularına geçiş düzeyleri

HY	KD	Kalıntı Düzeyi (ng/kg, ng/lt)	Kalıntı Yüzdesi (%)	Kaynak
EP	50	Karaciğer (1100) Böbrek (800)	Karaciğer (2,2) Böbrek (1,6)	Micco ve ark., 1987
EP	500	Kan (0,04858 ± 1,22) Karaciğer (0,00192 ± 0,03) Böbrek (0,01182 ± 0,78)	Kan (0,000009716) Karaciğer (0,000000384) Böbrek (0,000002364)	Hanif ve ark., 2012
EP	1000	Kan (0,06872 ± 0,00109) Karaciğer (0,00356 ± 0,00032) Böbrek (0,02184 ± 0,00148)	Kan (0,000006872) Karaciğer (0,000000356) Böbrek (0,000002184)	Hanif ve ark., 2012
EP	50 (50 µg/kg aflatoksin B1 ile birlikte)	Karaciğer (500-4000) Böbrek (20 - 150)	Karaciğer (1-8) Böbrek (0,04-0,3)	Micco ve ark., 1988
DYT	5000	Yumurta (0,007396 ± 0,00103) Karaciğer (0,02254 ± 0,00148) Böbrek (0,00422 ± 0,00093)	Yumurta (0,000000147) Karaciğer (0,0000004508) Böbrek (0,0000000844)	Hassan ve ark., 2012c
YT	100	Yumurta (tespit edilmemiş) Karaciğer (200) Böbrek (240)	Yumurta (0) Karaciğer (0,2) Böbrek (0,24)	Giancarlo ve ark., 2011
YT	2000	Yumurta (tespit edilmemiş) Karaciğer (1900) Böbrek (4500)	Yumurta (0) Karaciğer (0,095) Böbrek (0,225)	Giancarlo ve ark., 2011
YP	10	Safra (0,00637 ± 0,00545) Böbrek (0,00045)	Safra (0,000637) Böbrek (0,0000045)	Armorini ve ark., 2015
YP	50	Karaciğer (1500) Böbrek (5800)	Karaciğer (3) Böbrek (11,6)	Micco ve ark., 1987
YP	160-332	Karaciğer (4430 ± 640) Böbrek (13650 ± 3580)	Karaciğer (1,64) Böbrek (3,70)	Bozzo ve ark., 2008
YP	200	Safra (0,13947 ± 0,08345) Böbrek (0,00104 ± 0,00063) Karaciğer (0,00047)	Safra (0,000070) Böbrek (0,00000052) Karaciğer (0,000000235)	Armorini ve ark., 2015
YP	50 (50 µg/kg aflatoksin B1 ile birlikte)	Karaciğer (100 - 200) Böbrek (80 - 320)	Karaciğer (0,2-0,4) Böbrek (0,16-0,64)	Micco ve ark., 1988
EC	100	Kan (0,00115 ± 0,00035) Karaciğer (0,00192 ± 0,00021) Böbrek (0,00358 ± 0,00085)	Kan (0,0000015) Karaciğer (0,00000192) Böbrek (0,0000358)	Pozzo ve ark., 2013b

HY: Hayvan, KD: Katılma Düzeyi (µg/kg), DYT: Damızlık Yumurtacı Tavuk, YT: Yumurtacı Tavuk, YP: Yumurtacı Piliç, EC: Etlik Civciv

Toksin Deaktivatörleri

OTA'nın kanatlı hayvanlardaki olumsuz etkilerini azaltmak için uygulanan başka bir yöntem de toksin deaktivatörlerinin kullanımıdır. Toksin deaktivatörleri fungus, maya gibi mikroorganizmalar tarafından üretilen, toksinlerin yapısını değiştirici, toksin emici ve toksinlerin zararlı etkilerini azaltıcı işlevleri olan bileşiklerdir (Molnar ve ark., 2004; Hanif ve ark., 2012; Hanif ve Muhammad, 2015). Toksin deaktivatörlerin içerisinde *Saccharomyces cerevisiae*'dan üretilenler aflatoksinlerin yan etkilerini azaltabilirken (Stanley ve ark., 1993), OTA'nın zararlı etkilerini azaltmada kullanılamamaktadır (Watts ve ark., 2003). Buna karşın *Trichosporon mycotoxinivorans* fungusundan üretilen toksin deaktivatörlerinin OTA'nın gelişmeyi engelleyici, verimi düşürücü, bağışıklığı baskılayıcı gibi zararlı etkilerini ve ayrıca dokulara geçme oranını azaltıcı etkileri olduğu bildirilmiştir (Politis ve ark., 2005; Hanif ve ark., 2008, 2012; Joo ve ark., 2013; Hanif ve Muhammad, 2015).

UV (Radyasyon)

Kanatlı yem hammaddelerine UV uygulaması da OTA'nın etkisini azaltan uygulamalar arasındadır. UV ışınları dalga boylarına göre UV-A, UV-B, UV-C olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Fischer ve ark., 2011). Bu amaçla daha çok UV-C kullanılmaktadır. Dane yemlere UV-C uygulanması mikotoksinlerin zararlı etkilerini azaltmakta (Murata ve ark. 2008), OTA içeriğini düşürmektedir (Ameer ve ark., 2015).

Radyasyon uygulamaları daha çok taze sebze ve meyvelerin depolama sürelerinin uzatılmasında kullanılmaktadır (Cote ve ark., 2013; Artés ve ark., 2009; Pan ve Zu, 2012; Kaewsuksaeng ve ark., 2009). UV-C'nin mikotoksinleri azaltıcı etkisinin yanında sebze ve meyvelerin vitamin C içeriğini artırdığı (Freitas ve ark. 2015) veya düşürdüğü bildirilmektedir (Pan ve Zu, 2012). Ayrıca yemlerden toplanmış funguslara uygulanan UV ışınlarının mutajenik etkide bulunarak mikotoksin üretimini artırdığı da belirtilmektedir (Aziz ve Smyk,

2002). UV-C uygulamasında farklı sonuçların elde edilmesi çalışmalarındaki ışık dalga boyu, yoğunluğu ve ışığın uygulanma süresindeki farklılıklara bağlanmaktadır. Dolayısıyla UV-C uygulamasının besin maddelerinin mikotoksin içeriğini azaltabilecek ve ayrıca besin madde kompozisyonunu zenginleştirebilecek uygun ışık dalga boyu, yoğunluğu ve uygulama süresinin tespit edilmesi için detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Diğer Uygulamalar

OTA'nın olumsuz etkisini ve kalıntı düzeyini azaltıcı bahsedilen uygulamalardan başka vitamin, mineral, bitki ekstraktı, probiyotik ve fermentasyon uygulamaları da bulunmaktadır. Cıvıclara tek başına ya da selenyum (1 mg/kg) ile birlikte verilen vitamin E'nin (400 mg/kg) OTA'nın zararlı etkilerini azalttığı, selenyumun ise tek başına (1 mg/kg) bir etkide bulunmadığı bildirilmiştir (Prakash ve ark., 2000). Buna ek olarak cıvıclarda enginar ekstraktının kullanımı OTA'nın neden olduğu bağışıklık baskılanmasını hafifleterek olumlu etkiler yapabilmektedir (Stoev ve ark., 2000). Genç piliçlerde ise yalancı iğde (*Hippophae rhamnoides*) kullanılmasının OTA'nın zararlı etkilerini ve doku kalıntılarını azaltarak olumlu etkilerde bulunduğu belirtilmiştir (Solcan ve ark., 2011).

Yemlerin OTA içeriğini azaltmak için uygulanan diğer bir yol da rasyonun probiyotiklerle fermentasyona tabi tutulmasıdır (Śliżewska ve Piotrowska, 2014). Bu teknik uygulanarak yararlı mikroorganizmalardan oluşan probiyotik karışımı (*Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*) ile yemin OTA içeriği %55-73 oranında azaltılabilmektedir (Śliżewska ve Piotrowska, 2014).

Sonuç

OTA kanatlı hayvan yemlerinde bulunış düzeyleri itibariyle dünya ve ülkemiz için tehdit oluşturmaktadır. Yemlerde OTA kontrolünün düzenli bir şekilde yapılmaması ve düşük düzeylerinin dahi hayvanlara zarar vermesi nedeniyle, ekonomik bir üretimin yapılabilmesi için kanatlı beslemede OTA sorunu çözüme kavuşturulmalıdır. Kanatlılarda verimin düşmesine ve bağışıklığın baskılanmasına neden olan OTA, aynı zamanda karaciğer, böbrek, dalak gibi yenilebilir organlara geçerek insan sağlığını da olumsuz yönde etkileme potansiyeline sahiptir. Ülkemiz ve Avrupa Birliği tarafından kanatlı yemlerinde belirlenen 100 µg/kg OTA üst sınırı hayvanlara zararlı etkilerde bulunmamaktadır. Bununla birlikte kanatlı yem fabrikaları ve işletmelerinde OTA kontrolünün periyodik şekilde yapılması gerekmektedir. Yem hammaddelerin hasatı ve depolanması ile yemlerin üretimi sırasında meydana gelen OTA'nın oluşumunu engelleyici hasat, depolama ve yem üretim yöntemlerinin doğru şekilde uygulanması, yemlerin üretimi sırasında ve sonrasında kullanılabilir olacak mevcut ya da yeni katkı maddeleri ve ön işlem tekniklerinin araştırılarak bilime kazandırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Ameer G, Hussain SZ, Hussain SST, Nizamani SM, Mahesar SA. 2015. Decontamination of poultry feed from ochratoxin A by UV and sunlight radiations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 2668-2673.
- Anonim 2014. Yemlerde İstenmeyen Maddeler Hakkında Tebliğ. T. C. Resmi Gazete, Sayı: 28977.
- Armorini S, Al-Qudah KM, Altafini A, Zaghini A, Roncada P. 2015. Biliary ochratoxin A as a biomarker of ochratoxin exposure in laying hens: An experimental study after administration of contaminated diets. *Research in Veterinary Science*, 100: 265-270.
- Artés HF, Escalona VH, Robles PA, Martínez HGB, Artés F. 2009. Effect of UV-C radiation on quality of minimally processed spinach leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(3): 414-421.
- Ayaz A, Yurttagül M. 2008. Besinlerdeki toksik öğeler- I. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 727.
- Aziz NH, Smyk B. 2002. Influence of UV radiation and nitrosamines on the induction of mycotoxins synthesis by nontoxicogenic moulds isolated from feed samples. *Food/Nahrung*, 46(2): 118-121.
- Babul DR, Murali MB, Balachandran C. 2008. Effect of dietary monochrotophos and ochratoxin-A in broiler chicken. *Indian Veterinary Journal*, 85(10): 1032-1033.
- Bauer J. 1994. Möglichkeiten zur entgiftung mykotoxinhaltiger futtermittel. *Monatsh. Veterinarmed*, 49: 175-181.
- Bhanuprakash B, Sathyanarayana M, Vijayasarithi S, Rao S. 2004. Pathomorphological changes in broiler chickens exposed to individual and combined toxicity of aflatoxin and ochratoxin, and assessment of efficacy of a toxin binder. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 74(7): 747-749.
- Bozzo G, Ceci E, Bonerba E, Desantis S, Tantillo G. 2008. Ochatoxin A in laying hens: high-performance liquid chromatography detection and cytological and histological analysis of target tissues. *The Journal of Applied Poultry Research*, 17(1): 151-156.
- Cote S, Rodoni L, Miceli E, Concellón A, Civello PM, Vicente AR. 2013. Effect of radiation intensity on the outcome of postharvest UV-C treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 83: 83-89.
- Dalcero A, Magnoli C, Hallak C, Chiacchiera SM, Palacio G, Rosa CDR. 2002. Detection of ochratoxin A in animal feeds and capacity to produce this mycotoxin by *Aspergillus* section Nigri in Argentina. *Food Additives & Contaminants*, 19: 1065-1072.
- Denli M, Blandon JC, Guynot ME, Salado S, Perez JF. 2008. Efficacy of a new ochratoxin-binding agent (OcroTox) to counteract the deleterious effects of ochratoxin A in laying hens. *Poultry Science*, 87: 2266-2272.
- Domijan AM, Peraica M, Jurjević Ž, Ivić D, Cvjetković B. 2005. Fumonisin B1, fumonisin B2, zearalenone and ochratoxin A contamination of corn in Croatia. *Food Additives and Contaminants*, 22: 677-680.
- Dwivedi P, Burns RB. 1984. Pathology of ochratoxicosis A in young broiler chicks. *Research in Veterinary Science*, 36(1): 92-103.
- EC. 2006. European Commission. Commission recommendation (2006/576/EC) of 17 August 2006 on the presence of deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin a, T-2 and HT-2 and fumonisins in products intended for animal feeding. *Official Journal of the European Union*, 229:7-9.
- EFSA. 2004. European Food Safety Authority . Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the Commission related to ochratoxin A (OTA) as undesirable substance in animal feed. *The EFSA Journal*, 101: 1-36. <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/101.pdf>.

- El Khoury AE, Atoui A. 2010. Ochratoxin a: General overview and actual molecular status. *Toxins*, 4: 461-493.
- Fareed G, Anjum MA, Ahmed N. 2014. Determination of Aflatoxin and Ochratoxin in poultry feed ingredients and finished feed in humid semi-tropical environment. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 1: 201-207.
- Fenske M, Fink GJ. 1990. Effects of fungal metabolites on testosterone secretion in vitro. *Archives of Toxicology*, 64: 72-75.
- Fink GJ, Malekinejad H. 2007. Clinical effects and biochemical mechanisms associated with exposure to the mycoestrogen zearalenone. *Animal Feed Science and Technology*, 137: 326-341.
- Fischer F, Zufferey E, Bourgeois JM, Heritier J, Micaux F. 2011. UV-ABC screens of luteolin derivatives compared to edelweiss extract. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 103(1): 8-15.
- Freitas A, Moldão MM, Costa HS, Albuquerque TG, Valente A, Sanches SA. 2015. Effect of UV-C radiation on bioactive compounds of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) by-products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95: 44-52.
- Galvano F, Pietri A, Bertuzzi T, Piva A, Chies L, Galvano M. 1998. Activated carbons: in vitro affinity for ochratoxin A and deoxynivalenol and relation of adsorption ability to physicochemical parameters. *Journal of Food Protection*, 61(4): 469-475.
- García AR, Avila E, Rosiles R, Petrone VM. 2003. Evaluation of two mycotoxin binders to reduce toxicity of broiler diets containing ochratoxin A and T-2 toxin contaminated grain. *Avian Diseases*, 47: 691-699.
- Gharbi A, Trillon O, Betbeder AM, Counord J, Gauret MF, Pfohl LA, Dirheimer G, Creppy EE. 1993. Some effects of ochratoxin A, a mycotoxin contaminating feeds and food, on rat testis. *Toxicology*, 83: 9-18.
- Giancarlo B, Elisabetta B, Edmondo C, Valeriana C, Giuseppina T. 2011. Determination of ochratoxin A in eggs and target tissues of experimentally drugged hens using HPLC-FLD. *Food Chemistry*, 126: 1278-1282.
- Girgin G. 2001. Dünyada ve Türkiye’de insan sağlığına tehdit eden mikotoksinler, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 58: 97-118.
- Gupta S, Jindal N, Khokhar RS, Gupta AK, Ledoux DR, Rottinghaus GE. 2005. Effect of ochratoxin A on broiler chicks challenged with *Salmonella gallinarum*. *British Poultry Science*, 46(4): 443-450.
- Gupta S, Jindal N, Khokhar RS, Asrani RK, Ledoux DR, Rottinghaus GE. 2008. Individual and combined effects of ochratoxin A and *Salmonella enterica* serovar *Gallinarum* infection on pathological changes in broiler chickens. *Avian Pathology*, 37: 265-272.
- Hanif NQ, Muhammad G, Siddique M, Khanum A, Ahmed T, Gadahai JA, Kaukab G. 2008. Clinico-pathomorphological, serum biochemical and histological studies in broilers fed ochratoxin A and a toxin deactivator (Mycofix® Plus). *British Poultry Science*, 49(5): 632-642.
- Hanif NQ, Muhammad G, Muhammad K, Tahira I, Raja GK. 2012. Reduction of ochratoxin A in broiler serum and tissues by *Trichosporon mycotoxinivorans*. *Research in Veterinary Science*, 93(2): 795-797.
- Hanif NQ, Muhammad G. 2015. Immunotoxicity of ochratoxin A and role of *Trichosporon mycotoxinivorans* on the humoral response to infectious viral disease vaccines in broilers. *Pakistan Journal of Zoology*, 47(6): 1683-1689.
- Hassan ZU, Khan MZ, Saleemi MK, Khan A, Javed I, Hussain A. 2011. Immunological status of White Leghorn chicks hatched from eggs inoculated with ochratoxin A (OTA). *Journal of Immunotoxicology*, 8(3): 204-209.
- Hassan ZU, Khan MZ, Saleemi MK, Khan A, Javed I, Bhatti SA. 2012a. Toxicopathological effects of in ovo inoculation of ochratoxin A (OTA) in chick embryos and subsequently in hatched chicks. *Toxicologic Pathology*, 40(1): 33-39.
- Hassan ZU, Khan MZ, Saleemi MK, Khan A, Javed I, Noreen M. 2012b. Immunological responses of male White Leghorn chicks kept on ochratoxin A (OTA)-contaminated feed. *Journal of Immunotoxicology*, 9: 56-63.
- Hassan ZU, Khan MZ, Khan A, Javed I, Hussain Z. 2012c. Effects of individual and combined administration of ochratoxin A and aflatoxin B1 in tissues and eggs of White Leghorn breeder hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(7): 1540-1544.
- Huwig A, S Freimund, Käppeli O, Dutler H. 2001. Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. *Toxicology Letters*, 122: 179-188.
- Jaimez J, Fente CA, Franco CM, Cepeda A, Vazquez BI. 2004. A survey on the fungal contamination and presence of ochratoxin A and zearalenone on Spanish feed and raw materials. *Journal of the Science and Food Agriculture*, 84: 832-840.
- Jang HS, Kim DH, Lee KE, Lee C. 2007. Survey of the presence of ochratoxin A in compound feeds and feed ingredients distributed in Korea. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 22(4): 346-352.
- Joo YD, Kang CW, An BK, Ahn JS, Borutova R. 2013. Effects of ochratoxin A and preventive action of A mycotoxin-deactivation product in broiler chickens. *Veterinarija ir Zootechnika*, 61(83): 22-29.
- Kaewsuksaeng S, Techavuthiporn C, Sornwisai Y. 2009. Effect of UV-C radiation on biochemical changes of longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) after harvesting. *Southeast Asia Symposium on Quality and Safety of Fresh and Fresh Cut Produce*, 875: 133-136.
- Kaya S, Yavuz H, Akar F. 1990. Bazı yağlı tohum küspelerinde mikotoksin kalıntıları. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 37(1): 173-180.
- Khadem AA, Sharift SD, Barati M, Borji M. 2012. Evaluation of the effectiveness of yeast, zeolite and active charcoal as aflatoxin absorbents in broiler diets. *Global Veterinaria*, 8(4): 426-432.
- Khajarearn J, Khaharern S, Moon TH, Lee JH. 2003. Effects of dietary supplementation fermented chitin-chitosan (Fermkito) on toxicity of mycotoxin in ducks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16(5): 706-713.
- Koynarski V, Stoev S, Grozeva N, Mirtcheva T, Daskalov H, Mitev J, Mantle P. 2007. Experimental coccidiosis provoked by *Eimeria acervulina* in chicks simultaneously fed on ochratoxin A contaminated diet. *Research in Veterinary Science*, 82(2): 225-231.
- Kumar A, Jindal N, Shukla CL, Pal Y, Ledoux DR, Rottinghaus GE. 2003. Effect of ochratoxin A on *Escherichia coli*-challenged broiler chicks. *Avian Diseases*, 47(2): 415-424.
- Kumar A, Jindal N, Shukla CL, Asrani RK, Ledoux DR, Rottinghaus GE. 2004. Pathological changes in broiler chickens fed ochratoxin A and inoculated with *Escherichia coli*. *Avian Pathology*, 33(4): 413-417.
- Lindblad M, Johnsson P, Jonsson N, Lindqvist R, Olsen M. 2004. Predicting noncompliant levels of ochratoxin A in cereal grain from *Penicillium verrucosum* counts. *Journal of Applied Microbiology*, 97(3): 609-616.
- Manafi M. 2011. Ochratoxin A and citrinin induced biochemical changes in broiler chicken. *Advances in Environmental Biology*, 5(13): 3775-3782.
- Manafi M, Mohan K, Ali MN. 2011. Effect of ochratoxin A on coccidiosis-challenged broiler chicks. *World Mycotoxin Journal*, 4(2): 177-181.
- Marquardt RR, Frohlich AA. 1992. A review of recent advances in understanding ochratoxicosis. *Journal of Animal Science*, 70(12): 3968-3988.
- Micco C, Miraglia M, Onori R, Ioppolo A, Mantovani A. 1987. Long-term administration of low doses of mycotoxins in poultry 1. Residues of ochratoxin A in broilers and laying hens. *Poultry Science*, 66(1): 47-50.

- Micco C, Miraglia M, Benelli L, Onori R, Ioppolo A, Mantovani AL. 1988. Long term administration of low doses of mycotoxins in poultry. 2. Residues of ochratoxin A and aflatoxins in broilers and laying hens after combined administration of ochratoxin A and aflatoxin B1. *Food Additives & Contaminants*, 5(3): 309-314.
- Molnar O, Schatzmayr G, Fuchs E, Prillinger H. 2004. *Trichosporon mycotoxinivorans* sp. nov., a new yeast species useful in biological detoxification of various mycotoxins. *Systematic and Applied Microbiology*, 27: 661-671.
- Monbaliu S, Van Poucke C, Detavernier CL, Dumoulin F, Van De Velde M, Schoeters E, De Saeger S. 2009. Occurrence of mycotoxins in feed as analyzed by a multi-mycotoxin LC-MS/MS method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(1): 66-71.
- Morgavi DP, Riley RT. 2007. An historical overview of field disease outbreaks known or suspected to be caused by consumption of feeds contaminated with *Fusarium* toxins. *Animal Feed Science and Technology*, 137(3-4): 201-212.
- Murata H, Mitsumatsu M, Shimada N. 2008. Reduction of feed-contaminating mycotoxins by ultraviolet irradiation: an in vitro study. *Food Additives and Contaminants*, 25(9): 1107-1110.
- Muthusamy K, George VT, Balasubramaniam GA, Vairamutu S. 2004. Pathological effect of dietary ochratoxin A and *Eimeria tenella* infection alone and in combination in broilers. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 74(9): 922-923.
- Natour RM, Yousef SM. 1998. Adsorption efficiency of diatomaceous earth for mycotoxin. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 16(1): 113-127.
- Neeff DV, Ledoux DR, Rottinghaus GE, Bermudez AJ, Dakovic A, Muraroli RA, Oliveira CAF. 2013. In vitro and in vivo efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to bind and reduce aflatoxin residues in tissues of broiler chicks fed aflatoxin B1. *Poultry Science*, 92(1): 131-137.
- Nguyen MT, Tozlovanu M., Tran TL, Pfohl-Leskowicz A. 2007. Occurrence of aflatoxin B1, citrinin and ochratoxin A in rice in five provinces of the central region of Vietnam. *Food Chemistry*, 105(1): 42-47.
- Özkazanç AN, Russel-Sin H, Sanlı Y, Kaya S. 1992. Türkiye'nin değişik bölgelerinde üretilen karma yem ve yem hammaddelerinin mikotoksinlerle kirlenme durumunun incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 39(1-2): 268-290.
- Pan YG, Zu H. 2012. Effect of UV-C radiation on the quality of fresh-cut pineapples. *Procedia Engineering*, 37: 113-119.
- Park JW, Choi SY, Hwang HJ, Kim YB. 2005. Fungal mycoflora and mycotoxins in Korean polished rice destined for humans. *International Journal of Food Microbiology*, 103(3): 305-314.
- Pasha TN, Farooq MU, Khattak FM, Jabbar MA, Khan AD. 2007. Effectiveness of sodium bentonite and two commercial products as aflatoxin absorbents in diets for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 132(1): 103-110.
- Pestka JJ. 2007. Deoxynivalenol: Toxicity, mechanisms and animal health risks. *Animal Feed Science and Technology*, 137(3-4): 283-298.
- Pitt JI. 2000. Toxicogenic fungi and mycotoxins. *British Medical Bulletin*, 56(1): 184-192.
- Politis I, Fegeros K, Nitsch S, Schatzmayr G, Kanatas D. 2005. Use of *Trichosporon mycotoxinivorans* to suppress the effects of ochratoxicosis on the immune system of broiler chicks. *British Poultry Science*, 46: 1-8.
- Pozzo L, Cavallarin L, Nucera D, Antoniazzi S, Schiavone A. 2010. A survey of ochratoxin A contamination in feeds and sera from organic and standard swine farms in northwest Italy. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(9): 1467-1472.
- Pozzo L, Salamano G, Mellia E, Gennero MS, Doglione L, Cavallarin L. 2013a. Feeding a diet contaminated with ochratoxin A for broiler chickens at the maximum level recommended by the EU for poultry feeds (0.1 mg/kg). Effects on growth and slaughter performance, haematological and serum traits. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(1):13-22.
- Pozzo L, Cavallarin L, Antoniazzi S, Guerre P, Biasibetti E, Capucchio MT. 2013b. Feeding a diet contaminated with ochratoxin A for broiler chickens at the maximum level recommended by the EU for poultry feeds (0.1 mg/kg). Effects on meat quality, oxidative stress, residues and histological traits. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(1): 23-31.
- Prakash K, Umakantha B, Devegowda G, Gowdh CV, Krishnappa G. 2000. Effect of individual and combined supplementation of vitamin E and selenium on the performance of broiler chicks fed ochratoxin-A. *Indian Journal of Animal Sciences*, 70(2): 197-199.
- Prior MG, Sisodia CS, O'Neil JB. 1976. Acute oral ochratoxicosis in day-old white leghorns, turkeys and Japanese quail. *Poultry Science*, 55(2): 786-790.
- Ramos AJ, Hernandez E, Pla-Delfina JM, Merino M. 1996. Intestinal absorption of zearalenone and in vitro study of non-nutritive sorbent materials. *International Journal of Pharmaceutics*, 128(1): 129-137.
- Ringot D, Chango A, Schneider YJ, Larondelle Y. 2006. Toxicokinetics and toxicodynamics of ochratoxin A, an update. *Chemico-Biological Interactions*, 159(1): 18-46.
- Sakthivelan SM, Sudhakar RGV. 2010. Effect of ochratoxin A on body weight, feed intake and feed conversion in broiler chicken. *Veterinary Medicine International*, 2010: sayfa.
- Sawale GK, Gosh RC, Ravikanth K, Maini S, Rekhe DS. 2009. Experimental mycotoxicosis in layer induced by ochratoxin A and its amelioration with herbomineral toxin binder 'Toxiroak'. *International Journal of Poultry Science*, 8(8): 798-803.
- Schall N, Simmler HH, Feldhaus HG. 2000. Mykotoxin-adsorbens. *Ger Offen. DE*, 19900813.
- Schiavone A, Cristina C, Luigi G, Luisa P, Sara A, Laura C. 2008. A survey on the occurrence of ochratoxin A in feeds and sera collected in conventional and organic poultry farms in Northern Italy. *Italian Journal of Animal Science*, 7(4):495-503.
- Scudamore KA, Nawas S, Hetmanski MT. 1998. Mycotoxins in ingredients of animal feeding stuffs: II. Determination of mycotoxins in corn and corn products. *Food Additives and Contaminants*, 15: 30-55.
- Shar ZH, Sumbal GA, Sherazi STH, Kara H, Hussain M, Bhangar MI. 2015. Determination of ochratoxin A in poultry feed by high-performance liquid chromatography with a monolithic column. *Analytical Letters*, 48(3): 396-407.
- Sherazi STH, Shar ZH, Sumbal GA, Tan ET, Bhangar MI, Kara H, Nizamani SM. 2015. Occurrence of ochratoxin A in poultry feeds and feed ingredients from Pakistan. *Mycotoxin Research*, 31(1): 1-7.
- Singh R, Mandal AB, Sharma M, Biswas A. 2015. Effect of varying levels of dietary ochratoxin A on the performance of broiler chickens. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 85(3): 296-300.
- Śliżewska K, Piotrowska M. 2014. Reduction of ochratoxin A in chicken feed using probiotic. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 21(4): 676-680.
- Solcan C, Gogu M, Solcan G. 2011. Protective effect of *Hypophae rhamnoides* oil against ochratoxicosis in chickens. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Veterinary Medicine*, 68(1): 350-358.
- Solcan C, Pavel G, Floristean V, Chiriac I, Şlencu B, Solcan G. 2015. Effect of ochratoxin A on the intestinal mucosa and mucosa-associated lymphoid tissues in broiler chickens. *Acta Veterinaria Hungarica*, 63(1): 30-48.

- Sonal S, Oruç HH. 2000. Bursa bölgesindeki tavuk çiftliklerinden sağlanan yemlerde mikotoksin düzeyleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 2(2): 1-6.
- Stanley VG, Ojo R, Woldeesenbet S, Hutchinson DH, Kubena LF. 1993. The use of *Saccharomyces cerevisiae* to suppress the effects of aflatoxicosis in broiler chicks. Poultry Science, 72(10): 1867-1872.
- Stoev SD, Anguelov G, Ivanov I, Pavlov D. 2000. Influence of ochratoxin A and an extract of artichoke on the vaccinal immunity and health in broiler chicks. Experimental and Toxicologic Pathology, 52(1): 43-55.
- Stoev SD, Koynarsky V, Mantle PG. 2002. Clinicomorphological studies in chicks fed ochratoxin A while simultaneously developing coccidiosis. Veterinary Research Communications, 26(3): 189-204.
- Stoev SD. 2010. Studies on some feed additives and materials giving partial protection against the suppressive effect of ochratoxin A on egg production of laying hens. Research in Veterinary Science, 88(3): 486-491.
- Tansakul N, Kusujarit N, Kasorndorkbua C, Witoonsatian K, Songserm T. 2012. The effect of low-dose ochratoxin: A fed in ducks on blood haematological profiles and histopathological alterations. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 7(10): 1021-1027.
- Tiryaki O. 2011. Yemlerde mikotoksin oluşumu, toksisiteleri ve mikotoksin kalıntı analizleri. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21(1): 44-58.
- Trailović JN, Stefanović S, Trailović SM. 2013. In vitro and in vivo protective effects of three mycotoxin adsorbents against ochratoxin A in broiler chickens. British Poultry Science, 54(4): 515-523.
- Verma J, Johri TS, Swain BK. 2007. Effect of aflatoxin, ochratoxin and their combination on protein and energy utilisation in white leghorn laying hens. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87: 760-764.
- Voss KA, Smith GW, Haschek WM. 2007. Fumonisin: Toxicokinetics, mechanism of action and toxicity. Animal Feed Science and Technology, 137(3-4): 299-325.
- Watts CM, Chen YC, Ledoux DR, Broomhead JN, Bermudez AJ, Rottinghaus GE. 2003. Effects of multiple mycotoxins and a hydrated sodium calcium aluminosilicate in poultry. International Journal of Poultry Science, 2(6): 372-378.
- Wu F. 2004. Mycotoxin risk assessment for the purpose of setting international regulatory standards. Environmental Science and Technology, 38(15): 4049-4055.
- Wu F. 2006. Economic impact of fumonisin and aflatoxin regulations on global corn and peanut markets. The Mycotoxin Factbook, 83-93.
- Yıldız G. 2009. Türkiye’de çeşitli hayvancılık işletmelerinde kullanılan karma yemlerin ve yem hammaddelerinin OTA kirliliği yönünden incelenmesi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 56: 131-135.