

Yumurtacı Damızlık Tavuk ve Etlik Piliç Yemlerine Bazı Yem Katkıları İlavesinin Mikotoksin Oluşumu Üzerine Etkileri

Yücel ERDOĞAN¹  Hatice KAYA^{1*} 

¹ Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü 25240 Erzurum/TÜRKİYE

***Sorumlu Yazar:**

hkaraca@atauni.edu.tr

Yayın Bilgisi:

Geliş Tarihi : 23.10.2021

Kabul Tarihi : 08.11.2021

Anahtar kelimeler Kanatlı yemi, mikotoksinler, organik asit, bitkisel ekstrakt, toksin bağlayıcı

Keywords: Poultry feed, mycotoxins, organic acid, plant extract, toxin binder

Özet

Mevcut çalışmada, normal oda şartlarında 15, 30, 45 ve 60 gün depolanan yumurtacı damızlık tavuk (165-450 günler) ve etlik piliç (2-3 hafta) karma yemlerine bitkisel ekstrakt (kekik ekstraktı, 500 mg/kg), organik asit (propiyonik asit, % 0.2) ve toksin bağlayıcı (MTX, 250 mg/kg) ilavesinin aflatoksin B1 ile fumonisin B1 ve B2 oluşumu üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada yumurtacı damızlık tavuk yemlerinde görülen aflatoksin ve fumonisin oluşumlarının, etlik piliç yemlerine nazaran daha az olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kontrol yemlerinde daha fazla toksin oluştuğu tespit edilmiştir. Gerek yumurtacı tavuk gerekse etlik piliç yemlerinde mikotoksin önleyicilerin aflatoksin ve fumonisin oluşumu üzerine benzer etkileri olduğu saptanmıştır. Ancak, uzun dönem depolama (45 ve 60 gün) sonrası yapılan analizlerde en etkili katkının bitkisel ekstrakt olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak, kekik ekstraktının, hem ekonomik olması hem de sağlık açısından daha güvenilir olması nedeniyle damızlık yumurtacı tavuk ve etlik piliç rasyonlarında mikotoksin (Aflatoksin B1, Fumonisin B1 ve B2) inhibitörü olarak kullanılmasının daha uygun olduğu kanaatine varılmıştır.

Effects of Some Feed Additives Supplementation into Layer and Broiler Diets on Mycotoxin Formation

Abstract

This study, was carried out to determine the effects of mycotoxin inhibitors plant extract (thyme extract, 500 mg/kg), organic acid (propionic acid, % 0.2) and toxin binder (MTX, 250 mg/kg) supplementation into breeder hen (165-450 days) and broiler chickens (2-3 weeks) diet, stored at 15, 30, 45 and 60 days under room conditions on aflatoxin, fumonisin B1 and B2 formation. In present study, it was determined that the formation of aflatoxin and fumonisin in laying hen diet was less than that of broiler diet. In addition, more toxin formations were performed in the samples taken from diets without mycotoxin inhibitor addition (blind). It was determined that mycotoxin inhibitors had similar effects on the formation of aflatoxin and fumonisin in both layer and broiler diets. However, the most effective additive was the plant extract after the long-term storage (45 and 60 days). In conclusion, thyme extract can be used as an inhibitor of mycotoxins (Aflatoxin B1, Fumonisin B1 and B2) in breeder hen and broiler diets due to its economical and more reliable for health.

Giriş

Yem maddeleri içerikleri nedeniyle mikroorganizmalar için çok uygun ortamlar sunmaktadır. Hayvanların beslenmesinde kullanılan yemler üretim aşamasından depo edilene kadar geçen bütün aşamalarda mikroorganizmalarla bulaşma ihtimali vardır. Bu durum tarımsal ürün kaybindan tutunda hayvansal ürünlerdeki kayıplara, üretim ve tüketim maliyetlerinin artışına, ayrıca sağlık harcamalarındaki artışlara bağlı ekonomik zararlara sebep olmaktadır (Özkaya ve Temiz 2003; Kaya, 2007). Yemin mikrobiyolojik ve mikotoksikolojik yönden hijyeni hayvan sağlığının yanında bu hayvanların ürettikleri hayvansal gıdalarla beslenen insanlar içinde oldukça önemlidir. *Aspergillus*, *fusarium* gibi bazı küfler üredikleri ortamda kimyasal yapıları farklı olan mikotoksin denilen doğal toksinleri oluştururlar (Şahin ve Şehu, 2015). Mikotoksinler çeşitli mantar türleri tarafından sentezlenen metabolitleridir. Mantarlar üredikleri ortamları bu toksinler ile kirletebilirler. Mikotoksinler gıda ve yem maddeleri için yüksek risk taşıma potansiyeline sahiptir (Şahin ve Şehu, 2015).

Çevre şartlarının uygun olması durumunda mikotoksin üreten yaklaşık 400 adet küf türü olduğu insan ve hayvanlarda önemli sağlık problemlerine yol açan mikotoksinleri *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* genuslarına ait olan türlerin sebep olabileceği bildirilmiştir (Öksüztepe ve Erkan, 2016). Bulunuşundan günümüze kadar, mikotoksinlerin miktarları bazı yöntemlerle analiz edilerek tespit edilebilmektedir. Yüksek performanslı likit kromatografisi (HPLC), ince tabaka kromatografisi (TLC), sıvı kromatografisi (LC), kütle-kütle spektrometresi (MS-MS), günümüzde kullanılan analiz yöntemleridir (Gilbert, 2002).

Hasat ve depolama ile karma yem üretiminin değişik aşamaları (silo, pelet

soğutucuları ve taşıyıcılar) mikrobiyal bulaşma açısından önemli kaynakları oluştururlar. Bu noktalarda alınacak önlemler toksin kontrolünün temelidir. Ancak gerekli önlemlerin alınmadığı ve toksin oluşumunun engellenmediği durumlarda yemde bulunan toksin veya toksinlerin etkilerini engelleyen bazı katkı maddelerinden yararlanmak mümkündür (Basmacıoğlu ve Ergül, 2003).

Yemlerde bulunan mikotoksinleri azaltma yöntemleri olarak fiziksel veya kimyasal, mikrobiyolojik, adsorbsiyon, enzim, vitamin ve amino asit ilavesi yöntemleri uygulanmaktadır.

Sözü geçen yöntemlere ilave olarak geçtiğimiz on yıl içinde antifungal ve antioksjenik özellikleri nedeniyle bitki kaynaklı bileşiklerin kullanımı, sentetik kimyasalların güvenliği ve antibiyotik dirençli mikroorganizma suşlarının ortaya çıkmasıyla ilgili artan endişeye bağlı olarak büyük ilgi görmeye başlamıştır (Yin ve ark., 2015; Gomez ve ark., 2018). Sentetik kimyasalların yerini alan bitkisel kökenli, toksik olmayan spesifik etkili ürünler propolis, kimyon, fesleğen, sardunya, dereotu gibi bitkiler ve bunların esansiyel yağları ile anti fungal etkili karanfil, tarçın, sarımsak, hardal, mercanköşk ve kekik tarımsal ürünlerde küf kontaminasyonu ve mikotoksin oluşumunun engellenmesi veya azaltılması amacıyla kullanılmaktadırlar (Kaya ve Turgut, 2012; Günaydın ve Karaca, 2015).

Kekik (*Tymus* ssp) ülkemizde yaygın olarak üretilen ve ticareti yapılan baharat bitkisi olup ana bileşenlerini karvakrol ve timol'un oluşturduğu uçucu yağ içerir. Bu maddeler kekiğe özgü kokuyu ve antimikrobiyal ile antifungal özellik kazandırır (Günaydın ve Karaca, 2015). Organik asitler kaba yem ve karma yem üretiminde yemlerin bozulmasını önlemekle birlikte yemlerin depolanması ve hayvanların verimliliğini artırmasındaki önemli katkılarından dolayı hayvan beslemede önemleri büyüktür (Sarı ve Kaya, 2017).

Mevcut çalışmanın amacı, normal işletme şartlarında 0-15-30-45 ve 60 gün depolanan yumurtacı tavuk ve etlik piliç karma yemlerinde mikotoksin önleyici olarak kullanılan toksin bağlayıcı (MTX), organik asit (propiyonik asit) ve bitkisel ekstrakt (kekik)'ın aflatoksin B1 ve fumonisin B1 ve B2 oluşumu üzerine etkilerini incelemektir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada yem materyali olarak, Sakarya ilinde bulunan tavukçuluk işletmesindeki etlik piliçler için 2-3 hafta aralığında ve yumurtacı damızlıklar için 165-450 gün aralığında yedirilen rasyonlardan alınan yem örnekleri kullanılmıştır. Yemlerin geldiği araçtan sonda yardımı ile 8 ayrı yerden numuneler

alınmıştır. Alınan yem numuneleri bir kovaya boşaltılarak iyice karıştırıldıktan sonra numune poşetlerine konulmuştur. Araştırmada kullanılan yemlerin bileşimi ve besin madde kompozisyonları Kocaeli Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü Kimyasal Analiz Laboratuvarında belirlenmiştir. Protein analizinde AOAC (2003), yağ analizinde TS324 (Anonim 2015), kül, selüloz, kalsiyum ve fosfor analizlerinde 20.08.2013 tarihli yem yönetmeliği metotları kullanılmış (Anonim, 2013) ve elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Mikotoksinlerin tespitinde numune homojenizasyonu, numunenin uygun bir çözücü ile ekstraksiyonu, temizleme ve miktar tayini aşamaları takip edilmiştir (Smith ve Moss, 1985).

Çizelge 1. Denemede kullanılan yem örneklerinin kimyasal kompozisyonu ve besin madde içerikleri

Yumurtacı damızlık yem örneklerinin kimyasal kompozisyonu (%)		Etlik piliç yem örneklerinin kimyasal kompozisyonu (%)	
Protein	14.5	Protein	22
Selüloz	4	Selüloz	3.5
Yağ	3.7	Yağ	7.5
Kül	10	Kül	5.5
Kalsiyum	3	Kalsiyum	0.9
Fosfor	0.45	Fosfor	0.65
Met. Enerji	2848 kcal/kg	Met. Enerji	3190 kcal/kg
Yem hammaddeleri (%)			
Mısır	51	Mısır	32
Buğday	13	Buğday	25
Soya Küsp.	10.2	Soya Küsp.	20
Tuz	0.25	Tuz	0.22
ATK	9.1	ATK	5
Mermer tozu	7.4	Mermer tozu	1
Arpa	6	L-lysine sulfat	0.5
Metionin	0.16	Metionin	0.3
Monokalsiyumfosfat	0.4	Monokalsiyumfosfat	0.5
Soda	0.21	Soda	0.1
Yağ	1.5	Yağ	3.7
Salmocid	0.5	Fullfat	11.1
Premiks ¹	0.28	Premiks ¹	0.58

Premiks (1) (kg)= Vitamin A 3.333.333 IU, Vitamin D3 800.000 IU, Vitamin E 10.000 mg, Vitamin K3 1.333 mg, Vitamin B1 1.000 mg Vitamin B2 1.667 mg, Vitamin B3 8.333 mg, Vitamin B5 3.333 mg, Vitamin B6 1.667 mg, Vitamin B12 5 mg, Vitamin H 15 mg, Vitamin B9 333 mg, Vitamin C 16.667 mg, Kolin Klorid 100.000 mg, Kantaksantin 667 mg, Beta-apo-8-karotenoid asidin etil esterleri 167 mg, Mangan 26.667 mg, Demir 20.000 mg, Çinko 20.000 mg, Bakır 1667 mg, Kobalt 67 mg, İyot 333 mg, Selenyum 50 mg, DL-metionin 300.000 mg, Bacillus subtilis-3102 167X109 CFU, Endo-1,3(4)-beta-glukanaz EC 3.2.1.6 833.333 BU, Endo-1,4-beta-ksilanaz EC 3.2.1.8 2.666.667 BXU, 6-Fitaz / EC 3.1.3.26 83.333 FYT

İşletmeden alınan örnekler bekletilmeden laboratuvar ortamına alınarak öğütücülerde ince toz haline getirilene kadar öğütülerek homojenize edilmiştir. Yumurtacı damızlık tavuk ve etlik piliç yemleri ayrı ayrı olacak şekilde biri kontrol olmak üzere üretici firmaların tavsiye ettiği düzeylerde 500 mg/kg bitkisel ekstrakt (kekik ekstraktı) (BE), % 0.2 organik asit (propiyonik asit)(OA) ve 250 mg/kg toksin bağlayıcı (MTX) (TB) ilave edilerek oluşturulan toplam dört gruba ayrılmıştır. Mikotoksin önleyici maddelerin ilavesinden sonra yem örnekleri öğütücüler yardımı ile tekrar homojen hale getirilmiştir. Hazırlanan yem örneklerinin, normal oda şartlarında 15, 30, 45 ve 60. günlerde aflatoksin ve fumonisin analizleri Kocaeli Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nde 3'er tekerrür halinde yapılmıştır. Yem örneklerinde Aflatoksin B1, AOAC (1994) 991,31 metoduna göre, Fumonisin B1 ve B2 ise Modifiye Agilent Application Note 00394 metodu kullanılarak ekstraksiyon işlemlerine tabi tutulmuştur (Anonim 2004).

Örneklerin kantitatif analizi için, her bir mikotoksin türünde standart çözeltiler hazırlanarak, kromatografik şartlarda okutulmuştur. Standart maddelerin ve numunelerin kantitatif analizleri için HPLC ve LC-MS/MS cihazlarında okumalar yapılmıştır. Fumonisin analizleri LC-MS/MS'de, aflatoksin analizleri HPLC-DAD/FLD cihazlarında gerçekleştirilmiştir. Aflatoksin analizi için HPLC kullanımında kolon sıcaklığı 25 °C, dalga boyu 360-430 nm ve akış 1 ml/dk olarak ayarlanmıştır.

İstatistik analizler

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 10.0 (1996) paket programı kullanılarak

varyans analiz metodu ile gruplar arası farklılığın önemlilik derecesi ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Normal oda şartlarında farklı sürelerde (15,30, 45 ve 60 gün) depo edilen yumurtacı damızlık tavuk ve etlik piliç karma yemlerine 500 mg/kg bitkisel ekstrakt, %0.2 propiyonik asit ve 250 mg/kg toksin bağlayıcı ilave edilerek mikotoksinlerin (Aflatoksin B1 ve Fumonisin B1-B2) oluşumu üzerine etkilerinin belirlenmeye çalışıldığı denemeye ait araştırma bulguları aşağıda ayrıntılı bir şekilde ele alınarak tartışılmıştır.

Yumurtacı Damızlık Tavuk Yemi Mikotoksin Oluşumu

Aflatoksin B1 (AFB1) (µg/kg) değerleri

Normal oda şartlarında yumurtacı tavuk yemlerine BE, OA ve TB ilave edilerek 15, 30, 45 ve 60 gün depolama sonrası yapılan mikotoksin analizlerinde ortalama aflatoksin B1 (AFB1) (µg/kg) değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'den de görüleceği gibi, 15 gün depolama sonunda gruplar arasındaki fark önemli olmamıştır ($P>0.05$). Ancak 30, 45 ve 60. gün depolama sonunda gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Yumurtacı damızlık tavuk yemine ilave edilen BE, OA ve TB'nin 30 ve 60. gün depolama sonunda kontrol grubuna göre daha az aflatoksin oluşumuna neden olduğu tespit edilmiştir. Muamele uygulanarak (BE, OA ve TB) 45 gün depolanan yumurtacı tavuk yemlerinde AFB1 oluşumu en az yeme toksin bağlayıcı ilavesi ile ve en fazla propiyonik asit ilavesi ile gerçekleşmiştir.

Çizelge 2. Farklı katkıları ilave edilerek değişik sürelerde depolanan yumurtacı damızlık yemlerinde ortalama Aflatoksin B1 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri ve varyans analiz sonuçları

Gruplar	Depolama zamanı (gün)					
	15	30	45	60	SEM	P
Kontrol	0.29 ^D	0.41 ^{a-C}	0.65 ^{ab-B}	0.81 ^{a-A}	0.01	0.000
BE	0.29 ^C	0.32 ^{b-C}	0.59 ^{b-B}	0.78 ^{ab-A}	0.02	0.000
OA	0.26 ^B	0.30 ^{b-B}	0.68 ^{a-A}	0.71 ^{b-A}	0.02	0.000
TB	0.29 ^C	0.26 ^{b-C}	0.42 ^{c-B}	0.73 ^{b-A}	0.02	0.000
SEM	0.19	0.02	0.02	0.02		
P	0.531	0.025	0.003	0.050		

BE: Bitkisel Ekstrakt (kekik ekstraktı); **OA:** Organik Asit (Propiyonik asit); **TB:** Toksin Bağlayıcı (MTX)

SEM: Ortalamaların Standart Hatası

A,B,C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır

a,b,c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır.

Organik asitler ve tuzlarının, yemlerde küf gelişimini engelleyen, yem ve yem hammaddelerinin depolama sürelerini uzatan, sindirim ve emilime yardımcı olan bileşikler olduğu ifade edilmektedir (İpçak ve ark., 2017). Organik asitler, biyokimyasal özellikleri nedeniyle patojenik bakterilerin hücre zarlarına nüfuz ederek hücre içindeki pH değerini düşürmek, metabolik enerjiyi tüketmek, besinlerin kullanımını engellemek suretiyle yaşamalarını sınırlandırmaktadırlar (Kaya ve ark., 2014)

Doğal olup, içerdiği uçucu yağlar nedeniyle sentetik kimyasalların yerini alan bitkisel kökenli, toksik olmayan, spesifik etkili ürünlerin (karanfil tarçın sarımsak hardal mercanköşk ve kekik) anti fungal etki göstererek tarımsal ürünlerde küf kontaminasyonu ve mikotoksin oluşumunu engellediği veya azalttığı bildirilmektedir (Günaydın ve Karaca, 2015). Kimyasal koruyucuların yem ya da yiyecekte kalıntı bırakması, sağlık açısından sorun olması ve pahalı olmaları nedeniyle mikotoksin oluşumunun engellenmesinde doğal katkı maddeleri geliştirilmeye çalışılmaktadır (Günaydın ve Karaca, 2015). Sırcı (2007), 22 °C sıcaklık ve %57 nem içeren şartlarda 1 ve 2 ay süreli depolamada yem hammaddelerine organik asit karışımı (formik asit, amonyum format, propionik asit, amonyum propionat ve dolgu maddesi) ilavesinin mevcut çalışmada

olduğu gibi gerek hayvansal gerekse bitkisel kökenli hammaddelerde küf önleyici etki yaptığını bildirmiştir.

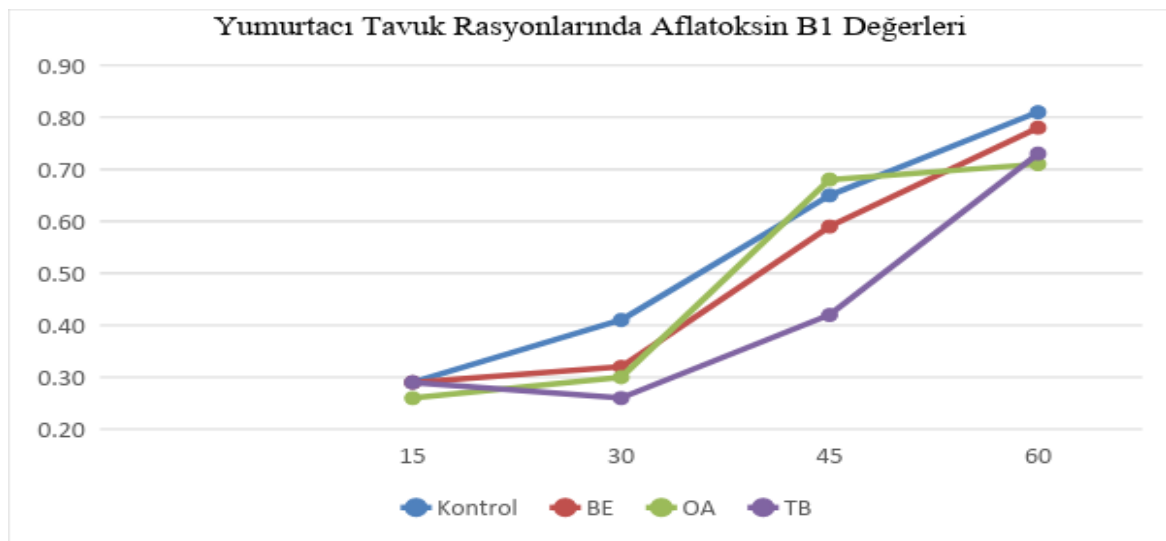
Bitkisel ekstrakt, organik asit ve toksin bağlayıcı ilave edilerek oluşturulan yumurtacı damızlık tavuk yemi gruplarında (Kontrol, BE, OA ve TB) 15, 30, 45 ve 60 gün depolama ile zamanla meydana gelen ortalama AFB1 değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 2’de; zamanla gruplarda olan değişim grafiği Şekil 1’de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde kontrol grubunda depolama zamanı arttıkça AFB1 değerleri artmaktadır ($P<0.01$). Kontrol grubu incelendiğinde depolama süresine bağlı olarak AFB1 değerleri artmış en yüksek değerin 60 gün depolama sonunda ($0.81 \mu\text{g}/\text{kg}$) gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yeme bitkisel ekstrakt (kekik ekstraktı) ilavesinin depolama süresi ile birlikte değiştiği gözlenmiştir ($P<0.01$). Bitkisel ekstrakt 15 ve 30 gün depolamada AFB1 oluşumu üzerinde benzer etki gösterdiği, 45 gün depolamada daha az etki gösterdiği en az etkinin ise 60 gün depolamada olduğu belirlenmiştir. Yumurtacı tavuk yemine organik asit olarak propiyonik asit ilavesinin AFB1 oluşumunun engellenmesinde 15 ve 30 gün depolamada benzer tesir ettiği, 45 ve 60 gün depolamada ise diğer depolama günlerine göre daha az etkili olarak benzer etki gösterdiği tespit edilmiştir ($P<0.01$). Elde edilen bu sonuç muhtemelen organik asitin uçucu özelliği olması nedeniyle

etkisini kaybetmesinden kaynaklanmış olabilir. Sentetik olarak üretilen toksin bağlayıcının (MTX) yumurtacı tavuk yemine ilavesinin depolama zamanı ile AFB1 oluşumu üzerine etkisi yeme bitkisel ekstrakt ilavesi ile benzer şekilde 15 ve 30 günlerde aynı koruyucu etkiyi gösterdiği ve en az etkili olduğu depolama zamanının 60 gün depolamada gerçekleştiği bulunmuştur (Çizelge 2; Şekil 1). Yin ve ark., (2015) mevcut çalışma ile paralel olarak yaptıkları çalışmada, karvakrol (CR) ve transcinamaldehyde (TC)'nin kümes hayvanı yeminde *A. flavus* ve *A. parasiticus* büyüme ve aflatoksin (AF) üretimi üzerine inhibitör etkisini araştırdıkları çalışmalarında, herhangi bir toksin bağlayıcı içermeyen yumurtacı tavuk yemine *A. flavus* ve *A. parasiticus* (6 log CFU/mL) inokule etmişler daha sonra bu yeme %0, 0.4, 0.8 ve 1.0 CR ve TC ekleyerek 0, 1, 2, 3, 4, 8 ve 12 hafta süreyle depolanan yem örneklerindeki AF miktarlarını belirlemişlerdir. Deneme sonunda test edilen tüm CR ve TC konsantrasyonlarının bu çalışma ile örtüşür bir şekilde tavuk yemlerinde AF üretimini kontrole göre (en az %60) azalttığını rapor etmişlerdir.

Fumonisin B1 değerleri

Normal oda şartlarında yumurtacı damızlık tavuk yemlerine BE, OA ve TB ilave edilerek 15, 30, 45 ve 60 gün depolama sonrası yapılan mikotoksin analizlerindeki ortalama fumonisin B1 (FB1) ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

15 gün depolama sonunda gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.01$). FB1 oluşumu üzerine kontrole göre her 3 katkı maddesinin de etkili olduğu, BE ve TB katkılarının benzer etki gösterdiği belirlenmiştir. 30 gün depolama sonunda gruplar arasındaki farklılık önemli olmuştur ($P<0.01$). Çizelge 3 incelendiğinde etki sırasına göre toksin bağlayıcı, bitkisel ekstrakt ve organik asidin kontrole göre daha etkili oldukları görülmüştür. 45 gün depolama sonunda gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.01$). FB1 değerleri bakımından toksin bağlayıcı ve bitkisel ekstrakt katkılarının organik asit katkısından daha etkili olduğu, her 3 katkının da kontrol grubuna göre daha düşük değerlerde kaldığı bulunmuştur.



Şekil 1. Yumurtacı damızlık yemine ilave edilen farklı katkıların zamanla birlikte AFB1 oluşumu üzerine etkileri

Çizelge 3. Farklı katkıları ilave edilerek değişik sürelerde depolanan yumurtacı damızlık yemlerinde ortalama Fumonisin B1 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri ve varyans analiz sonuçları

Gruplar	Depolama Zamanı (gün)				SEM	P
	15	30	45	60		
Kontrol	355.40 ^{a-C}	333.50 ^{a-D}	431.70 ^{a-B}	554.03 ^{a-A}	2.51	0.000
BE	324.96 ^{bc-B}	302.75 ^{c-B}	384.85 ^{bc-AB}	493.88 ^{d-A}	1.43	0.000
OA	332.07 ^{b-B}	317.14 ^{b-B}	388.35 ^{b-AB}	522.95 ^{b-A}	0.70	0.000
TB	321.02 ^{c-B}	292.47 ^{d-C}	380.29 ^{c-AB}	506.23 ^{c-A}	2.19	0.000
SEM	1.96	2.39	1.64	1.89		
P	0.001	0.001	0.000	0.000		

BE: Bitkisel Ekstrakt; **OA:** Organik Asit; **TB:** Toksin Bağlayıcı;

SEM: Ortalamanın Standart Hatası

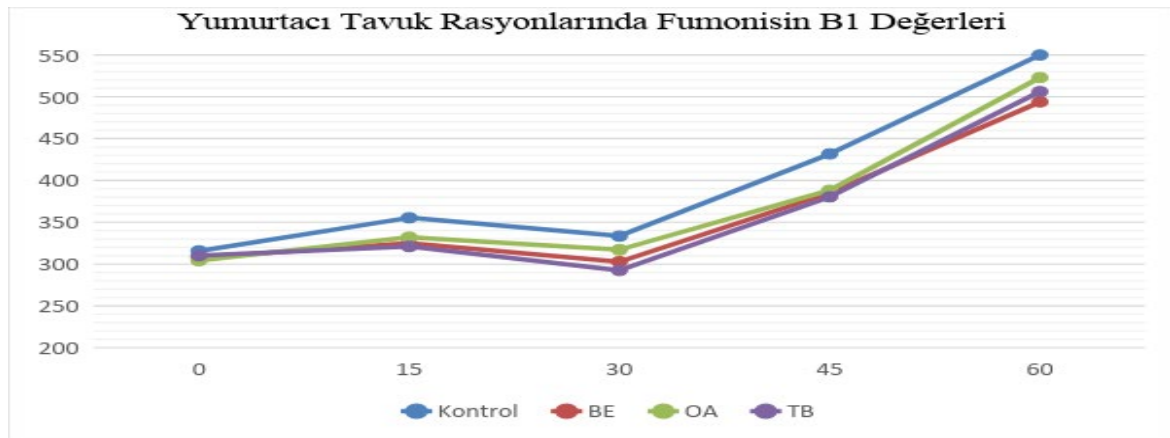
A,B,C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır.

a,b,c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır.

Perez-Alfonso ve ark. (2012), *in vitro* ortamda timol ve karvakrol maddelerinin küf gelişimi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, mevcut çalışma ile benzer şekilde timol ve karvakrolün fungal gelişmeyi önemli derecede inhibe ettiğini tespit etmişlerdir. 60 gün depolama sonunda gruplar arasındaki fark önemli olmuştur ($P<0.01$). 60 günlük deneme sonunda FB1 oluşumunun önlenmesi üzerine kontrole göre en etkili katkı maddesinin bitkisel ekstrakt olduğu onu sırasıyla toksin bağlayıcı ve organik asit katkılarının izlediği tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Kontrol, BE, OA ve TB gruplarının kendi içlerinde zamanla oluşan ortalama FB1 değişim değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 3 ve zamanla gruplarda olan değişim grafiği ise Şekil 2'de gösterilmiştir. Kontrol grubunun FB1

değerlerinin zamanla arttığı tespit edilmiştir ($P<0.01$). Yumurtacı tavuk yemine bitkisel ekstrakt, organik asit ve toksin bağlayıcı ilavelerinin zamanla birlikte FB1 oluşumu üzerine etkisi incelendiğinde zamanın önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.01$). FB1 oluşumunu önlemek amacıyla yumurtacı tavuk yemine propiyonik asit ilavesi ile zamanla etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). OA'nın yeme ilavesi ile FB1 oluşumunu önleme etkisi 15, 30 ve 45 gün süreyle depolamada benzer olduğu 60 gün depolamada daha az etkili olduğu tespit edilmiştir. Yumurtacı tavuk yemine TB ilavesinin zamanla birlikte FB1 oluşumu üzerine etkisi incelendiğinde 30. gün depolamada en etkili olduğu, 15 ve 45 gün depolamada benzer etki gösterdiği en az etkiyi 60 gün depolamada gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 3; Şekil 2).



Şekil 2. Yumurtacı damızlık yemine ilave edilen farklı katkıların zamanla birlikte FB1 oluşumu üzerine etkileri

Fumonisin B2 değerleri

Yumurtacı damızlık yemlerine BE, OA ve TB ilave edilerek 15, 30, 45 ve 60 gün depolama sonrası yapılan mikotoksin analizlerinde tespit edilen ortalama Fumonisin B2 (FB2) ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir.

Organik asitler ve tuzları antimikrobiyal etkilerini, mide/bağırsak içeriğini veya ilave edildikleri yemlerin pH’sını düşürerek bazik ortamda yaşayan zararlı mikroorganizmaların gelişimini inhibe etme yoluyla gösterirler (İpçak ve ark., 2017).

Yumurtacı damızlık tavuk yem gruplarında 15. günde yapılan analizlerde gruplar arası farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Kontrol grubuna göre tüm katkı maddelerinin benzer şekilde yemde FB2 oluşumuna karşı daha etkili oldukları gözlenmiştir (Çizelge 4). Yumurtacı tavuk yemlerine katkısız veya BE, OA, TB ilavesi ile oluşturulan gruplarda 30 gün depolama sonunda gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). 45 gün depolama sonunda gruplar arasındaki fark önemli olmuştur ($P<0.01$). Çizelge 4 incelendiğinde her üç katkının da FB2 oluşumunu önlemedeki etkisinin benzer oldukları görülmüştür. 60 gün depolama sonunda gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). 60 gün depolamada FB2 oluşumu üzerine kontrole göre en

etkili katkının bitkisel ekstrakt olduğu daha sonra sırasıyla toksin bağlayıcı ve organik asit olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Bitkisel ekstrakt, organik asit ve toksin bağlayıcı ilave edilerek oluşturulan yumurtacı damızlık tavuk yem gruplarında 15, 30, 45 ve 60 gün depolama ile birlikte meydana gelen ortalama FB2 değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4’de; zamanla gruplarda olan değişim grafiği ise Şekil 3’de verilmiştir. Kontrol grubunun FB2 değerleri zamanla birlikte arttığı tespit edilmiştir ($P<0.05$). En düşük değer 15. günde yapılan analizde en yüksek değer ise 60. gün analizlerinde gerçekleştiği görülmüştür (Çizelge 4). Yumurtacı tavuk yemine bitkisel ekstrakt ilavesinin zamanla birlikte FB2 oluşumu üzerine etkisi incelendiğinde zamanın önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Yeme ilave edilen kekik ekstraktı 45. ve 60. günlerde etkisinin azaldığı ve en yüksek FB2 değerinin 60. günde gerçekleştiği gözlenmiştir. FB2 oluşumunu önlemek amacıyla yumurtacı damızlık tavuk yemine propiyonik asit ilavesinin FB2 oluşumunu önlemedeki etkisi 15, 30 ve 45 gün depolamada benzer olduğu, 60 gün depolamada ise etkisinin azaldığı tespit edilmiştir ($P<0.05$). Yumurtacı damızlık yemine TB (TMX) ilavesinin zamanla birlikte FB2 oluşumu üzerine etkisi incelendiğinde 15, 30 ve 45 gün depolamada benzer olduğu ve 60. gün daha az etki gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4; Şekil 3).

Çizelge 4. Farklı katkılar ilave edilerek değişik sürelerde depolanan yumurtacı damızlık yemlerinde ortalama Fumonisin B2 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri ve varyans analiz sonuçları

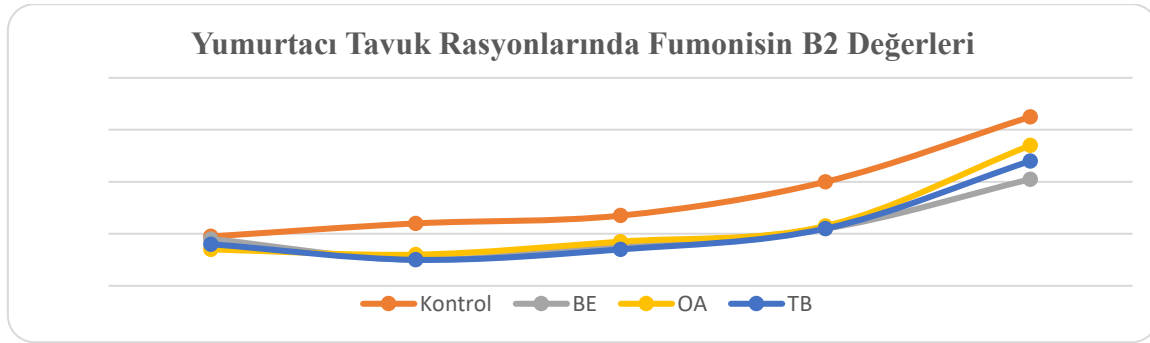
Gruplar	Depolama Zamanı (gün)				SEM	P
	15	30	45	60		
Kontrol	134.03 ^{a-D}	137.96 ^{a-C}	150.89 ^{a-B}	175.56 ^{a-A}	1.09	0.01
BE	120.53 ^{c-C}	126.55 ^{b-BC}	132.33 ^{b-B}	151.83 ^{d-A}	0.62	0.01
OA	122.73 ^{b-B}	127.00 ^{b-B}	133.67 ^{b-B}	164.13 ^{b-A}	0.19	0.01
TB	120.5 ^{1c-B}	124.54 ^{b-B}	132.67 ^{b-B}	158.37 ^{c-A}	3.82	0.02
SEM	0.49	1.73	0.51	0.38		
P	0.000	0.017	0.000	0.000		

BE: Bitkisel Ekstrakt; **OA:** Organik Asit; **TB:** Toksin Bağlayıcı

SEM: Ortalamanın Standart Hatası

A-E: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır.

a-d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 3. Yumurtacı damızlık yemine ilave edilen farklı katkıların zamanla birlikte FB2 oluşumu üzerine etkileri

Etlık Piliç Yemi Mikotoksin Oluşumu

Aflatoksin B1 değerleri

Oda şartlarında 2-3 haftalık etlik piliç yemlerine BE, OA ve TB ilave edilerek 15, 30, 45 ve 60 gün depolama sonrası yapılan mikotoksin analizlerinde tespit edilen ortalama aflatoksin B1 (AFB1) ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir.

Depolamanın 30, 45 ve 60. günlerinde gruplar arasındaki farklılıklar önemli olmuştur ($P<0.05$). Etlık piliç yemine ilave edilen her 3 koruyucunun da daha az aflatoksin oluşumuna sebep olduğu belirlenmiştir. Kontrol ve deneme gruplarında 45 günlük depolama süresinde toksin bağlayıcının diğerlerine oranla daha etkili olduğu görülmüştür ($P<0.05$). 60 günlük depolamada BE grubundan elde edilen AFB1 değerlerinin kontrol ve diğer muamele gruplarından elde edilen değerlere göre daha az olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$).

Etlık piliç karma yemi ile hazırlanan kontrol, BE, OA ve TB gruplarında oluşan AFB1 miktarlarının zamanla birlikte

gösterdikleri ortalama değişim değerleri Çizelge 5’te, değişim grafiği ise Şekil 4’te gösterilmiştir. Kontrol grubunun AFB1 değerlerinin zamanla birlikte arttığı görülmüştür ($P<0.05$). En düşük değer 15. günde yapılan analizde, en yüksek değer ise giderek artan bir şekilde 60. gün analizlerinde gerçekleştiği saptanmıştır. Etlık piliç karma yemine bitkisel ekstrakt ilavesinin zamanla birlikte AFB1 oluşumu üzerine etkisi incelendiğinde yeme kekik ekstraktı ilavesi ile en yüksek AFB1 değerinin 45. günde gerçekleştiği gözlenmiştir ($P<0.05$). Bitkisel ekstraktın uzun dönem depolamada (60 gün) AFB1 oluşumunu en fazla baskılayan katkı olduğu tespit edilmiştir. AFB1 oluşumunu önlemek amacıyla etlik piliç karma yemine propiyonik asit ilavesi ile depolama süresinin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Etlık piliç karma yemine TB ilavesinin zamanla birlikte AFB1 oluşumu üzerine etkisi incelendiğinde 45. gün etkinin azaldığı en az etkinin 60. günde gerçekleştiği belirlenmiştir (Çizelge 5; Şekil 4).

Çizelge 5. Farklı katkıları ilave edilerek değişik sürelerde depolanan etlik piliç yemlerinde ortalama Aflatoksin B1 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri ve varyans analiz sonuçları

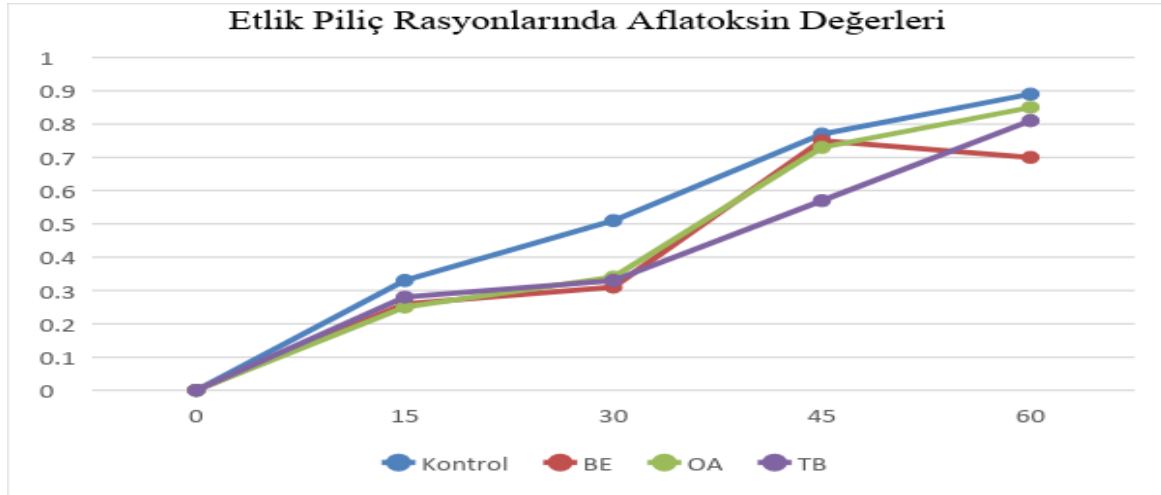
Gruplar	Depolama Zamanı (gün)				SEM	P
	15	30	45	60		
Kontrol	0.33 ^C	0.51 ^{a-C}	0.77 ^{a-B}	0.89 ^{a-A}	0.01	0.000
BE	0.26 ^C	0.31 ^{b-C}	0.75 ^{b-A}	0.70 ^{c-B}	0.01	0.000
OA	0.25 ^C	0.34 ^{b-C}	0.73 ^{b-B}	0.85 ^{ab-A}	0.02	0.000
TB	0.28 ^C	0.33 ^{b-C}	0.57 ^{c-B}	0.81 ^{b-A}	0.03	0.000
SEM	0.02	0.024	0.03	0.01		
P	0.156	0.012	0.022	0.001		

BE: Bitkisel Ekstrakt; OA: Organik Asit; TB: Toksin Bağlayıcı

SEM: Ortalamanın Standart Hatası

A,B,C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır.

a,b,c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 4. Etlik piliç yemine ilave edilen farklı katkıların zamanla birlikte AFB1 oluşumu üzerine etkileri

Fumonisin B1 değerleri

Etlik piliç yemi kullanılarak oluşturulan kontrol, BE, OA ve TB gruplarının 15, 30, 45 ve 60 gün depolama sonrası yapılan mikotoksin analizleriyle belirlenen ortalama Fumonisin B1 (FB1) ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 6'da sunulmuştur.

15. gün depolamadaki gruplar arasındaki fark önemli olmuştur ($P < 0.01$). Çizelge 6 incelendiğinde sırasıyla bitkisel ekstrakt, organik asit ve toksin bağlayıcının kontrole göre FB1 oluşumunu baskılayıcı etkilerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Mevcut çalışma ile benzer olarak, Adams (1987), organik asitleri (propionik, sorbik, laktik

ve asetik asit tuz karışımlarının) kullanarak 9 gün depoladığı tavuk yeminde oluşan küf miktarında azalma tespit etmiştir. Kontrol ve deneme gruplarında 30 gün depolama sonucunda tespit edilen FB1 değerleri bakımından anlamlı bir farklılığın olmadığı gözlenmiştir ($P > 0.05$). 45.gün süre ile depolamada FB1 oluşumu üzerine BE ve OA ilavesinin daha etkili olduğu, TB ilavesinin ise kontrole benzer çıktığı saptanmıştır ($P < 0.01$). 60 gün depolama sonunda gruplar arasındaki fark önemli olmuştur Bitkisel ekstrakt ilave edilen etlik piliç yemi örneğinde FB1 oluşumu, organik asit ve toksin bağlayıcı ilave edilen örneklerde tespit edilen değerlerden daha düşük bulunmuştur ($P < 0.01$).

Çizelge 6. Farklı katkıları ilave edilerek değişik sürelerde depolanan etlik piliç yemlerinde ortalama Fumonisin B1 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri ve varyans analiz sonuçları

Gruplar	Depolama Zamanı (gün)				SEM	P
	15	30	45	60		
Kontrol	678.63 ^{a-A}	655.40 ^A	634.46 ^{b-A}	641.78 ^{b-A}	13.67	0.043
BE	568.85 ^{c-C}	592.10 ^{AB}	614.47 ^{c-AB}	635.08 ^{b-A}	12.31	0.041
OA	571.60 ^{c-C}	603.76 ^B	610.66 ^{c-B}	680.46 ^{a-A}	3.40	0.000
TB	621.78 ^{b-C}	591.70 ^D	648.67 ^{a-B}	676.17 ^{a-A}	3.00	0.000
SEM	7.40	18.00	1.34	7.42		
P	0.001	0.170	0.000	0.000		

BE: Bitkisel Ekstrakt; **OA:** Organik Asit; **TB:** Toksin Bağlayıcı

SEM: Ortalamanın Standart Hatası

A-D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır.

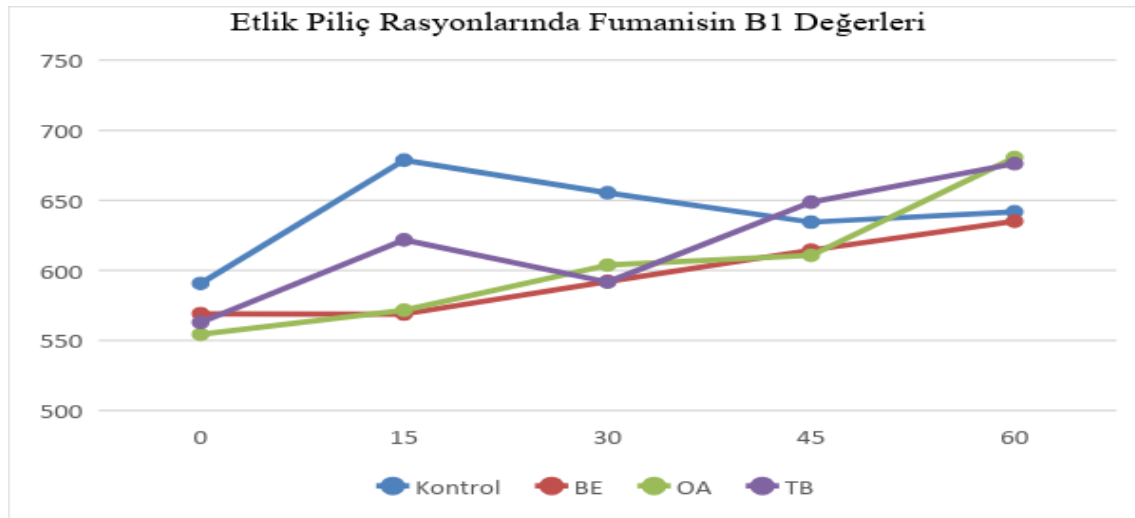
a-c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır.

Her bir grubun zamanla kendi içinde değişimine bakıldığında kontrol grubunun ortalama FB1 değerlerinin zamanla birlikte arttığı tespit edilmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 6). Besin veya besin hammaddesi mikroorganizmaların etkilerine karşı korunmasız bir biçimde bırakıldığında çürüme, kokuşma, küflenme meydana geldiği bildirilmektedir (Sırcı, 2007).

Etlik piliç karma yemine kekik ekstraktı ilavesinin zamanla birlikte FB1 oluşumu üzerine etkisi incelendiğinde 30 ve 45 gün depolamada FB1 oluşumu üzerine etkinin giderek azaldığı ve 60. günde en aza düştüğü gözlenmiştir (Çizelge 6). FB1 oluşumunu önlemek amacıyla etlik piliç karma yemine propiyonik asit ilavesinin zamanla birlikte yemde koruyucu etkisinin azaldığı TB ilavesinin zamanla birlikte ortalama FB1 oluşumu kontrolle karşılaştırıldığında 15. gün etkisiz olduğu ancak artan zamanla FB1 toksin üretiminin arttığı tespit edilmiştir ($P<0.01$). Soliman ve Badaea (2002), 12 bitki ekstraktını (nane, papatya, tarçın, kekik, kadife çiçeği, fesleğen vb.), *Aspergillus* ve *Fusarium* türlerine karşı test etmiş ve *Aspergillus* ve *Fusarium*

türlerinin bitki ekstraktlarının hepsine duyarlı olduğunu, özellikle de kekik ve tarçına karşı daha fazla duyarlı olduğunu tespit etmiştir. Mevcut çalışmada ise kekiğin, Aflatoksin B1 ve Fumonisin B1-Fumonisin B2 oluşumlarını kontrole göre azalttığı saptanmıştır.

Şenköylü (1990) ve Adams (1987) organik asitlerin (propiyonik, sorbik, laktik ve asetik asit tuz karışımlarının) küf önleyici olarak kullandıkları çalışmalarda daha az küf oluştuğunu ifade etmişlerdir. Adams (1987)'in bildirişleriyle mevcut çalışmadan elde edilen bulgular benzerlik göstermiştir. Organik asitler antimikrobiyal etkinliklerini çözünmeyen lipofilik kısımları ile sergilerler ve gram (-) bakterilerin hücre zarından kolayca geçerek asit, yani H^+ iyonlarını serbest bırakarak ortamın pH'sını düşürürler. Hücre ise düşük pH'da normal aktivite gösterememekte, H^+ -ATPaz aracılığıyla fazla protonu çıkarmaya ve hücre içi pH'yı yeniden dengelemeye çalışmaktadır. Hücrenin uzun süre organik aside maruz kalması, enerji yetersizliği ve anyon birikimi sonucu ölümüne neden olduğu bildirilmektedir (İpçak ve ark., 2017).



Şekil 5. Etlik piliç yemine ilave edilen farklı katkıların zamanla birlikte FB1 oluşumu üzerine etkileri

Fumonisin B2 değerleri

Etlik piliç yemlerine BE, OA ve TB ilave edilerek normal oda şartlarında 15, 30, 45 ve 60 gün depolama sonrası yapılan mikotoksin analizlerindeki ortalama Fumonisin B2 (FB2) ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri Çizelge 7’de sunulmuştur.

15 günlük depolamada toksin oluşumunu (FB2) en fazla baskılayan koruyucuların sırasıyla bitkisel ekstrakt, organik asit ve toksin bağlayıcı katkıların olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 30 gün depolamada FB2 oluşumunu bütün katkı maddelerinin benzer olarak baskıladığı tespit edilmiştir (Çizelge 7). Etlik piliç yeminde 45 ve 60 gün depolama süresinde FB2 oluşumunu en etkili baskılayan katkının BE olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Mevcut çalışmadan elde edilen bulgular, Parlat ve ark. (2005)’nin mikotoksin bağlayıcı olarak bitki ekstraktlarını

kullandığı çalışmada bildirdiği sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

Etlik piliç yemi ile oluşturulan kontrol, BE, OA ve TB gruplarının FB2 oluşum değerleri bakımından zamanla birlikte gösterdikleri ortalama değişim değerleri Çizelge 7’de ve değişim grafiği Şekil 5’de gösterilmiştir. Kontrol grubunun ortalama FB2 değerlerinin zamanla arttığı gözlenmiştir ($P<0.01$). Etlik piliç karma yemine bitkisel ekstrakt ilavesinin zamanla birlikte FB2 oluşumu üzerine etkisi incelendiğinde zamanın etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($P<0.05$). Yeme kekik ekstraktı ilavesi ile 60 günlük depolama süresinde FB2 toksin oluşumunu en yüksek seviyede baskıladığı belirlenmiştir (Çizelge 7). FB2 oluşumunu önlemek amacıyla etlik piliç karma yemine propiyonik asit ve TB MTX ilavelerinin zamanla birlikte yemde koruyucu etkisinin azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 7; Şekil 6).

Çizelge 7. Farklı katkılar ilave edilerek değişik sürelerde depolanan etlik piliç yemlerinde ortalama Fumonisin B2 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) değerleri ve varyans analiz sonuçları

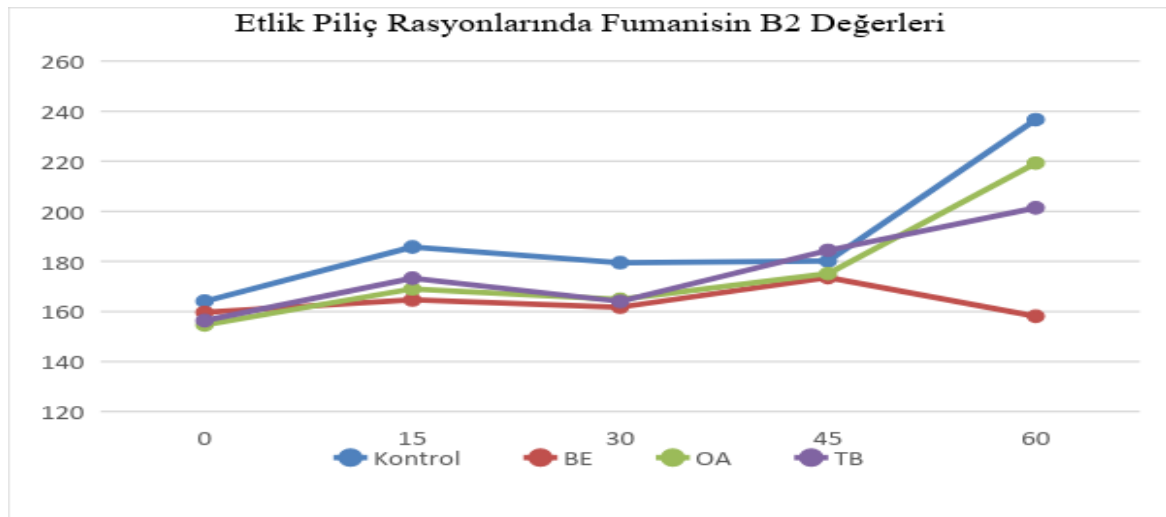
Gruplar	Depolama Zamanı (gün)				SEM	P
	15	30	45	60		
Kontrol	185.76 ^{a-B}	179.49 ^{a-BC}	180.11 ^{b-B}	236.66 ^{a-A}	5.64	0.002
BE	164.60 ^{d-B}	161.71 ^{b-BC}	173.54 ^{c-A}	158.08 ^{c-C}	1.68	0.007
OA	169.02 ^{c-C}	164.81 ^{b-D}	175.10 ^{bc-B}	219.28 ^{ab-A}	0.66	0.000
TB	173.28 ^{b-C}	164.02 ^{b-C}	184.42 ^{a-B}	201.40 ^{b-A}	1.14	0.000
SEM	0.57	1.47	1.35	6.33		
P	0.000	0.003	0.015	0.004		

BE: Bitkisel Ekstrakt; **OA:** Organik Asit; **TB:** Toksin Bağlayıcı

SEM: Ortalamanın Standart Hatası

A-D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır.

a-d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 6. Etlik piliç yemine ilave edilen farklı katkıların zamanla birlikte FB2 oluşumu üzerine etkileri

Bugüne kadar konu ile ilgili olarak yürütülen çalışmalarda araştırmacılar tarafından tespit edilen sonuçlarla mevcut çalışmadan elde edilen bulgular arasında benzerlikler olduğu gibi farklılıklarda mevcuttur. Bu farklılıkların laboratuvar şartlarına, yemlerin kimyasal ve fiziksel yapılarına, yemlerin kimyasal kompozisyonlarına, yemlerin farklı dönem yemleri (Sırcı, 2007) olabileceğine bağlayabiliriz. Çizelge 6 ve Çizelge 7'deki kontrol örneklerinin 15. gün okumalarının 30. günlere göre yüksek olmasının ve benzer durumların cihazın tekrarlanabilirliğinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Mevcut çalışmada yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında, yemlerde istenmeyen maddelerin kabul edilebilir en çok miktarları tebliğine göre genç kanatlı karma yemlerindeki 5 ppb'lik ve kanatlı karma yemlerindeki 20 ppb'lik değerlerin altında kalmıştır (Anonim 2014).

Aynı tebliğe göre Fumonisin B1+B2 için 20.000 ppb değerinin altında olduğu görülmüştür. Ayrıca mevcut çalışmada yumurtacı tavuk yemlerinde görülen aflatoksin ve fumonisin oluşumlarının, etlik piliç yemlerine nazaran daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun yemlerin kimyasal kompozisyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç

Karma yem formülasyonlarında kullanılan yem hammaddelerinin hasat, nakliye, karma yem üretim aşamaları ve depolama sırasında mikrobiyal kontaminasyon söz konusu olmaktadır. Kontamine yemlerin tüketilmesi sonucunda hem insan ve hayvan sağlığı hem de ekonomik anlamda kayıplar ciddi boyutlara gelebilmektedir. Mevcut çalışmada, normal oda şartlarında 15, 30, 45 ve 60 gün depolanan yumurtacı damızlık tavuk ve etlik piliç karma yemlerinde mikotoksin önleyici olarak kullanılan yem katkı maddelerinin (bitkisel ekstrakt (kekik ekstraktı), organik asit

(propiyonik asit), toksin bağlayıcı (MTX)) ilavesinin aflatoksin B1 ile fumonisin B1 ve B2 oluşumu üzerine etkileri araştırılmıştır.

Deneme sonucunda yumurtacı tavuk yemlerinde görülen aflatoksin ve fumonisin oluşumlarının, etlik piliç yemlerine nazaran daha az olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kontrol gruplarında yapılan analizler sonucunda daha fazla toksin oluştuğu tespit edilmiştir. Gerek yumurtacı tavuk gerekse etlik piliç yemlerinde yapılan analizlere göre mikotoksin önleyicilerin aflatoksin ve fumonisin miktarları üzerine etkilerinin birbirlerine yakın olduğu saptanmıştır. Ancak, uzun dönem depolama (45 ve 60 gün) sonrası yapılan analizlerde bitkisel ekstraktın en etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak, timol ve kavrakrol gibi bileşenleri içermesi, sentetik ve kimyasal koruyuculara göre sağlık açısından daha güvenilir ve ekonomik olması nedeniyle kekik ekstraktının 165 - 450 günler arası yedirilen damızlık yumurta tavuğu ve 2-3 haftalık etlik piliç yemlerinde mikotoksin (Aflatoksin B1, Fumonisin B1 ve B2) inhibitörü olarak kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

Kaynakça

- Adams, C.A. (1987). Origin and control of mycotoxins. Milling, 180 (2).
- Anonim, (2004). Multi component mycotoxin analysis using LC/MS/MS, agillent application note 00394, 2004
- Anonim, (2013). Yemlerin Piyasaya Arzı ve Kullanımı Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (2013), T.C. Resmi Gazete, 28741, 20.08.2013
- Anonim, (2014). Yemlerde İstenmeyen Maddeler Hakkında Tebliğ (Tebliğ no:2014/11). T.C. Resmi Gazete, 28977, 19.04.2014
- Anonim, (2015). Yağlı tohum küspelerinin kimyasal analiz yöntemleri. <https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073084088120056122099070098079076112> Erişim tarihi: 21.02.2019
- AOAC (2003). Official Methods of Analysis. (19th Ed.). Maryland, USA: Association of Official

- Analytical Chemists. 990.03 Protein (Crude) in Animal Feed Combustion Method.
- AOAC, (1994). Official Methods of Analysis. (15th Ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Basmacıoğlu, H., Ergül, M. (2003). Yemlerde bulunan toksinler ve kontrol yolları. Hayvansal Üretim 44(1): 9-17
- Gilbert, J. (2002). Validation of analytical methods for determining mycotoxins in foodstuffs. Trend Anal Chem 2002; 21: 468-470
- Gómez, J.V., Tarazona, A., Mateo-Castro, R., Gimeno-Adelantado, J.V., Jiménez, M., Mateo, E.M. (2018). Selected plant essential oils and their main active components, a promising approach to inhibit aflatoxigenic fungi and aflatoxin production in food. Food Additives & Contaminants: Part A 17:1-15
- Günaydın, Ş., Karaca H. (2015). Küf gelişimi ve mikotoksin oluşumunun kontrolünde doğal bitki ekstraktlarının kullanımı. Akademik Gıda, 13(2),173-182.
- İpçak, H.H., Özüretmen, S., Özelçam, H., Ünlü, H.B. (2017). Hayvan Beslemede Doğal Koruyucular ve Etki Mekanizmaları. Hayvansal Üretim 58(1): 57-65.
- Kaya, A., Turgut, L. (2012). Yumurtacı tavuk rasyonlarına değişik oranlarda katılan adaçayı (*Salvia officinalis*), kekik (*Thymbra spicata*), nane (*menthae piperitae*) ekstraktları ile vitamin e'nin performans Yumurta Kalitesi ve Yumurta Sarısı TBARS değerleri üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 43 (1), 49-58.
- Kaya, H., Kaya A., Gül, M., Çelebi, Ş. Timurkaan, S., Apaydın. B. (2014). Effects of supplementation of different levels of organic acids mixture to the diet on performance, egg quality parameters, serum traits and histological criteria of laying hens. Europ.Poult.Sci., 78, 1-12.
- Kaya, Ş. (2007). Yem kaynaklarında mikotoksinler, etkileri ve alınacak önlemler. MKU Ziraat Fak. Derg 2007; 12(1-2): 17-26
- Öksüztepe, G., Erkan, S. (2016). Mikotoksinler ve halk sağlığı açısından önemi. Harran Üniv Vet Fak Derg, 5(2) 190-195.
- Özkaya, Ş., Temiz, A. (2003). Aflatoxinler: Kimyasal yapıları, toksisiteleri ve detoksifikasyonları. Orlab On-Line Mik Derg., 1(1), 1-21.
- Parlat, S.S., Yıldız, A.Ö., Cufadar, Y., Olgun, O. (2005). Japon bıldırcınlarında deneysel aflatoxin zehirlenmesine karşı kekik uçucu yağı (*Origanum vulgare* L.) kullanımı. SÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(36), 1-6.
- Pérez-Alfonso, C., Martínez-Romero, O. D., Zapata, P.J., Serrano, M., Valero, D., Castillo, S. (2012). The effects of essential oils carvacrol and thymol on growth of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* involved in lemon decay. International Journal of Food Microbiology, 158(2), 101-106.
- Sarı, Ç., Kaya, A. (2017). Yumurtacı Tavuk Rasyonlarına Katılan Organik Asitlerin Performans, Yumurta Kalitesi ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. Hayvansal Üretim 58(2), 34-38.
- Sırcı, G. (2007). Organik asitlerin hayvansal ve bitkisel protein kaynaklarına ilavesinin yem mikrobiyolojisi üzerine etkileri. (Yüksek lisans tezi). Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı.
- Smith, J.E., Moss, M.O. (1985). Mycotoxins: Formation, Analysis and Significance. John Wiley and Sons. New York. 146 p.
- Soliman, K. M., Badaea, R. I. (2002). Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. Food Chem Toxicol, 40(11):1669-75. DOI: 10.1016/s0278-6915(02)00120-5.
- SPSS, 1996. SPSS for windows release 10.0, SPSS Inc. Chicago.
- Şahin, T., Şehu, A. (2015). Yemlerde Mikotoksinler ve Toksinleri Azaltma Yolları. Türkiye Klinikleri J Anim Nutr&Nutr Dis Special Topics, 1(1), 54-65.
- Şenköylü, N. (1990). The effect of tallow and soapstock upon broiler performance. Poult. Sci., 69: 57
- Yin, H.B., Chen, C.H. Kollanoor-Johny A., Darre, M.J., Venkitanarayanan, K. (2015). Controlling *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin production in poultry feed using carvacrol and trans-cinnamaldehyde. Poultry Science 00:1-8. DOI: 10.3382/ps/pev207.