ZOOTEKNİ ALANINDA GÜNCEL KONULAR VE AKADEMİK DEĞERLENDİRMELER

Editör: ……..

yaz
yayınları

Zootekni Alanında
Güncel Konular ve Akademik Değerlendirmeler

Editör

……..

yaz
yayınları

2026

Zootekni Alanında Güncel Konular ve Akademik Değerlendirmeler

Editör: ……..

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-5450-75-3

Ekim 2026 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Yem Güvenliği Yönetimi, Kontrolü ve Geleceği.....1
Berkay ERDOĞMUŞ, Ezgi ŞENSES, Arda ÇELİK

Kanatlı Rasyonlarında Gıda Sanayi Yan Ürünlerinin Alternatif Yem Ham Maddesi Olarak Kullanımı.....22
Yunus Emre BOGA

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

YEM GÜVENLİĞİ YÖNETİMİ, KONTROLÜ VE GELECEĞİ

Berkay ERDOĞMUŞ[1]

Ezgi ŞENSES[2]

Arda ÇELİK[3]

1. GİRİŞ

Yem zincirinde bulunan biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikeler; yem hammaddelerinin üretiminden başlayarak işleme, depolama, taşıma ve hayvanlara verilmesine kadar farklı aşamalarda ortaya çıkmaktadır (FAO & WHO, 2019b).

Bu noktada, yemlerde bulunan tehlikelerin değerlendirilmesinde yalnızca hayvan sağlığının değil, insan sağlığı üzerindeki olası etkilerin ve tehlikelerin yenilebilir hayvansal ürünlere taşınma olasılığının da dikkate alınması gerekmektedir (Codex Alimentarius Commission, 2013).

Yem ve yem hammaddelerinin üretim, işleme, depolama ve taşıma sırasında biyolojik, kimyasal ve fiziksel kontaminasyonlardan korunmasını ve uygun durumlarda iyi tarım uygulamaları (GAP), iyi üretim uygulamaları (GMP) ve HACCP ilkelerinin uygulanması bu açıdan önem taşımaktadır (Codex Alimentarius Commission, 2024).

[1] Araştırma Görevlisi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, ORCID: 0009-0006-1661-4332.

[2] Araştırma Görevlisi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, ORCID: 0000-0003-3707-6415.

[3] Doçent Doktor, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, ORCID: 0009-0003-6422-2227.

Bunun yanında, gıda endüstrisi yan ürünleri ve diğer biyolojik kaynakların yem zincirine yeniden kazandırılması döngüsel ekonomi ve kaynak verimliliği açısından önemli fırsatlar sunarken, bu materyallerde bulunabilecek kimyasal ve biyolojik tehlikelerin değerlendirilmesini de gerekli kılmaktadır (Van Raamsdonk ve ark., 2023).

Böcek bazlı ürünlerde yetiştirme substratının niteliği ve üretim zincirindeki kontroller, mikrobiyolojik ve kimyasal tehlikeler açısından önemlidir (van der Spiegel ve ark., 2013; Traynor ve ark., 2024).

Bu bölümde yem güvenliğinin yönetimi, kontrolü ve geleceğine ilişkin temel yaklaşımlar; yem güvenliği yönetim sistemleri, yem kalitesi ve işleme teknolojileri, risk değerlendirmesi ve kontrolü, analiz ve izleme sistemleri ile gelecekte önem kazanması beklenen yeni teknolojiler ve sürdürülebilirlik perspektifi çerçevesinde ele alınmaktadır.

2. YEM GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMLERİ

Güncel yaklaşımda yem güvenliği; ön koşul programları, iyi hijyen ve üretim uygulamaları, HACCP, izlenebilirlik, kalite güvence, biyogüvenlik, risk analizi ve laboratuvar kontrolünün birbirini tamamladığı bütünleşik bir sistem olarak değerlendirilmelidir (Codex Alimentarius Commission, 2024; WOAH, 2024).

2.1. İyi Üretim ve İyi Yemleme Uygulamaları

Mevcut kalite standartları yem ve yem hammaddeleri üretim, işleme, depolama, taşıma ve dağıtım sırasında hayvan ve insan sağlığı açısından tehlike oluşturabilecek biyolojik, kimyasal ve fiziksel kontaminasyonlardan korunması gerektiğini açıkça vurgulamaktadır (Codex Alimentarius Commission, 2024).

Yem üretiminde GMP kapsamında tesis tasarımı, ekipmanların uygunluğu, personel hijyeni, temizlik ve sanitasyon, haşere kontrolü, hammadde kabul kriterleri, ekipman bakımı, depolama ve taşıma koşulları ile çapraz bulaşmanın önlenmesi gibi uygulamalar yer almaktadır.

Hammadde kabul kriterlerinin belirlenmesi, tedarikçi performansının izlenmesi ve risk temelli bir satın alma sisteminin oluşturulması yem güvenliği yönetiminin önemli unsurlarıdır (WOAH, 2024; GMP+ International, 2026).

Yem güvenliğinin sağlanması açısından, ticari yemlerin yanı sıra çiftlikte üretilen yemleri, kaba yemleri, otlatmayı ve içme suyunu da kapsayacak şekilde geniş bir perspektif dikkate alınmalıdır (WOAH, 2024).

2.2. HACCP ve Risk Temelli Yaklaşımlar

HACCP kapsamında tehlike analizi, kritik kontrol noktalarının belirlenmesi, kritik limitlerin oluşturulması, izleme, düzeltici faaliyetler, doğrulama ve kayıtların tutulması temel bileşenlerdir (Codex Alimentarius Commission, 2022).

HACCP'nin etkinliği, öncelikle GHP ve GMP gibi ön koşul programlarının yeterli biçimde uygulanmasına bağlıdır.

Bu nedenle HACCP'nin yem işletmesinin proses akışı, kullanılan hammaddeler ve mevcut kontrol önlemleri dikkate alınarak işletmeye özgü biçimde tasarlanması gerekmektedir (Codex Alimentarius Commission, 2022).

Risk değerlendirmesi tehlikenin tanımlanması, tehlikeye maruziyetin değerlendirilmesi ve ortaya çıkabilecek olumsuz sonuçların karakterize edilmesini kapsarken; risk yönetimi uygun kontrol seçeneklerinin belirlenmesi, uygulanması ve izlenmesini, risk iletişimi ise elde edilen bilgilerin risk değerlendirmecileri, risk yöneticileri, sektör, bilim insanları ve diğer ilgili taraflar

arasında paylaşılmasını kapsamaktadır (Codex Alimentarius Commission, 2013; WOAH, 2024).

2.3. İzlenebilirlik ve Kalite Güvence

Yem güvenliği açısından izlenebilirliğin temel amacı, uygunsuzluğun kaynağının hızlı biçimde belirlenmesi ve gerektiğinde etkilenmiş ürünlerin etkin şekilde geri çekilebilmesidir (WOAH, 2024).

Güncel GMP+ FSA R1.0 gereklilikleri 2 Mart 2026 tarihli sürümde yem güvenliği yönetim sistemini kapsam, liderlik, planlama, destek, operasyon, performans değerlendirmesi ve iyileştirme başlıkları altında ele almaktadır (GMP+ International, 2026).

2.4. Yem İşletmelerinde Biyogüvenlik

Yem ve yem bileşenlerinin bazı bulaşıcı ve zoonotik hastalık etkenlerinin taşınmasında rol oynayabileceğinden yem üretimi, depolama, taşıma ve kullanımının biyogüvenlik açısından değerlendirilmesi gereken konular arasında yer almaktadır (WOAH, 2024).

Yem üretiminde kontaminasyonun azaltılması için proses kontrolünün yanı sıra flushing (hatların uygun bir materyalle temizlenmesi) ve sequencing (üretim sırasının kontaminasyon riskini azaltacak şekilde düzenlenmesi) fiziksel temizleme gibi uygulamaların kullanılabileceği ifade edilmektedir (WOAH, 2024).

2.5. Numune Alma ve Laboratuvar Kalite Güvencesi

Bu nedenle laboratuvara gönderilen küçük numunenin bütün partiyi temsil edebilmesi, analitik sonucun güvenilirliği açısından kritik öneme sahiptir (Wagner, 2015).

Bu nedenle temsil edici numune oluşturulmasında partinin farklı noktalarından yeterli sayıda artımlı numune alınması,

uygun birleştirme ve homojenleştirme işlemlerinin gerçekleştirilmesi önemlidir (Wagner, 2015).

Bu nedenle numune alma ve hazırlama işlemleri analitik yöntemin kendisinden bağımsız bir ön işlem olarak değil, toplam ölçüm sürecinin ayrılmaz parçaları olarak değerlendirilmelidir (Wagner, 2015).

Yem analiz laboratuvarlarında kalite yönetim sistemi, yöntem validasyonu, personel eğitimi, ekipman bakım ve kalibrasyonu, yeterlilik testleri, kalite kontrol uygulamaları, kayıtların tutulması ve denetimlerin sistematik biçimde yürütülmesi kritik öneme sahiptir (FAO, 2011; de Jonge ve ark., 2013).

3. YEM KALİTESİ VE İŞLEME TEKNOLOJİLERİNİN YEM GÜVENLİĞİNE ETKİSİ

Yem güvenliği ile yem kalitesi birbiriyle bağlantılı kavramlar olup, hammadde kalitesi, işleme koşulları ve depolama uygulamaları hem yemlerin besin değerini hem de güvenlik özelliklerini etkilemektedir.

3.1. Hammadde Kalitesi

Nem içeriği ve sıcaklık, depolama sırasında fungal kolonizasyon ve mikotoksin üretimini etkileyen temel çevresel faktörler arasında yer almaktadır (Tolosa ve ark., 2021).

Bu nedenle tedarikçi değerlendirmesi, hammadde spesifikasyonlarının oluşturulması, kabul kriterlerinin belirlenmesi ve risk temelli analiz programlarının uygulanması hammadde güvenliğinin temelini oluşturmaktadır.

3.2. Öğütme ve Partikül Büyüklüğü

Öğütme sistemleri ve partikül büyüklüğünün belirlenmesine ilişkin yöntemler, yem üretim prosesinin fiziksel kalitesinin kontrolünde önemli bir yere sahiptir (Lyu ve ark., 2020).

Bununla birlikte çok ince öğütme, yem üretim tesislerinde toz oluşumunu artırabildiğinden, ekipman, çalışma ortamı hijyeni ve toz patlaması riski açısından ek kontrol önlemleri gerektirmektedir.

3.3. Peletleme ve Fiziksel Yem Kalitesi

Bunun yanında, özellikle buharla koşullandırma sırasında uygulanan sıcaklık, nem ve bekleme süresi, yem içerisindeki bazı mikroorganizmaların azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir (Jones, 2011).

Lynch ve ark. (2023), hijyenik peletleme koşullarının broylerlerde amino asit sindirilebilirliği ve performans üzerindeki olumsuz etkilerini bildirmiştir.

Bu nedenle prosesin mikrobiyolojik etkinliğinin yanı sıra, peletleme sonrasındaki ekipman ve çevresel koşullar da kontrol edilmelidir (Jones, 2011).

3.4. Depolama ve Mikrobiyal Riskler

Özellikle depolanan tahıl ve yemlerde nem içeriği, su aktivitesi, sıcaklık ve bağıl nem; fungal kolonizasyon ve mikotoksin üretiminin başlıca belirleyicileri arasında yer almaktadır (FAO, 2004; Hoffmans ve ark., 2022).

Bu nedenle hasat sonrası kurutma, uygun depolama koşullarının sağlanması ve depolama sürecinin izlenmesi mikotoksin riskinin azaltılmasında önemlidir (Tolosa ve ark., 2021).

3.5. Yağ Oksidasyonu ve Kalite Kayıpları

Oksidasyon sonucunda yemlerin duyusal özellikleri ve raf ömrü olumsuz etkilenebilir ve yem tüketimi ile hayvan performansı üzerinde olumsuz sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Desbruslais & Wealleans, 2022).

Bu nedenle yemlerin oksidatif stabilitesi, yem kalitesi ile hayvan sağlığı arasındaki bağlantının önemli bir bileşenidir (Desbruslais & Wealleans, 2022).

Antioksidanların yemlerde lipid oksidasyonunu sınırlandırarak raf ömrünün korunmasına katkı sağlayabileceği bildirilmektedir (Desbruslais & Wealleans, 2022).

4. YEM GÜVENLİĞİNDE RİSK DEĞERLENDİRMESİ VE KONTROL

Codex Alimentarius'un yemlerde risk değerlendirmesine ilişkin yaklaşımı da yemlerde bulunan tehlikelerin insan sağlığı üzerindeki olası etkilerinin ve bu tehlikelerin yenilebilir hayvansal ürünlere aktarılmasının birlikte değerlendirilmesini esas almaktadır (Codex Alimentarius Commission, 2013).

4.1. Tehlike Tanımlama ve Risk Değerlendirmesi

Codex yaklaşımında tehlike tanımlama sürecinde tehlikenin niteliğinin yanı sıra kaynağı, oluşma koşulları, yem içerisinde görülme olasılığı, maruziyet düzeyi ve hayvan ile insan sağlığı açısından potansiyel etkileri dikkate alınmaktadır (Codex Alimentarius Commission, 2013).

Risk değerlendirmesi temel olarak;

- Tehlikenin tanımlanması,
- Tehlikenin özelliklerinin değerlendirilmesi,
- Maruziyetin değerlendirilmesi,

- Risk karakterizasyonu

aşamalarından oluşmaktadır.

Bu aşamalar birbirini tamamlayan bir süreç oluşturmakta ve elde edilen sonuçlar, risk yönetimi kapsamında uygulanacak kontrol önlemlerinin belirlenmesine temel sağlamaktadır (Codex Alimentarius Commission, 2013).

Risk değerlendirmesinde yalnızca mevcut kontaminasyon düzeyi değil; hayvan türü, yaş ve üretim dönemi, yem tüketim miktarı, maruziyet süresi, tehlikenin biyoyararlanımı ve hayvansal ürünlere transfer potansiyeli gibi faktörlerin de dikkate alınması gerekmektedir.

4.2. Mikotoksinlerin Kontrolü

Ayrıca bir yem hammaddesinde birden fazla mikotoksinin aynı anda bulunması yaygın bir durum olduğundan, risk değerlendirmesinin tek bir toksine odaklanmak yerine çoklu mikotoksin maruziyetini de dikkate alması önem taşımaktadır (Tolosa ve ark., 2021).

Özellikle nem, su aktivitesi, sıcaklık ve depolama koşulları fungal gelişme ve mikotoksin oluşumunu etkileyen temel faktörlerdir (FAO, 2004; Tolosa ve ark., 2021).

Etkili bir kontrol programında uygun tarımsal uygulamalar, dirençli çeşitlerin kullanılması, uygun hasat zamanının belirlenmesi, hızlı ve yeterli kurutma, uygun depolama koşullarının sağlanması, hammaddelerin düzenli izlenmesi ve risk temelli numune alma birlikte uygulanmalıdır.

Kontaminasyon meydana geldikten sonra uygulanan fiziksel, kimyasal veya biyolojik azaltma yöntemlerinin etkinliği mikotoksinin türüne ve uygulanan yönteme göre değişebilmekte ve tamamen ortadan kaldırma her zaman mümkün olmamaktadır (Tolosa ve ark., 2021).

Codex Alimentarius Komisyonunun CXC 45-1997 kodlu uygulama kılavuzu da süt üreten hayvanlara verilen yemlerde aflatoksin B1 kontaminasyonunun azaltılmasına yönelik önlemleri ele almaktadır (Codex Alimentarius Commission, 1997).

4.3. Kimyasal Kontaminantların Kontrolü

Codex yem risk değerlendirme yaklaşımında ağır metaller, dioksinler, yüksek düzeyde pestisitler, veteriner ilaçları ve diğer istenmeyen maddeler yemlerde dikkate alınması gereken kimyasal tehlikeler arasında değerlendirilmektedir (Codex Alimentarius Commission, 2013).

Özellikle dioksinler ve dioksin benzeri PCB'ler çevrede kalıcı özellik gösterebilmekte ve hayvansal kaynaklı yağlı ürünlerde birikerek gıda zincirine aktarılabilmektedir (EFSA CONTAM Panel, 2026).

Kimyasal kontaminantların kontrolünde hammadde kaynağının ve tedarikçilerin risk temelinde değerlendirilmesi, uygun tedarikçi onay sistemlerinin oluşturulması, hammaddelerin risk düzeyine göre izlenmesi, düzenli laboratuvar analizleri ve mevzuata uygunluk temel kontrol araçlarıdır.

4.4. Mikrobiyolojik Tehlikelerin Kontrolü

Özellikle Salmonella yem hammaddeleri, yem üretim ortamı, ekipmanlar, depolama alanları ve taşıma süreçleri aracılığıyla yem zincirine girebilmekte ve yem aracılığıyla hayvanlara taşınabilmektedir (Obe ve ark., 2023).

Özellikle peletleme ve diğer ısıl işlemler Salmonella yükünü azaltmada etkili olmakla birlikte, işlem sonrasında yem tamamen risksiz hale gelmemektedir (Obe ve ark., 2023).

Bu nedenle mikrobiyolojik kontrol programı yalnızca koşullandırma ve peletleme aşamasına odaklanmamalı, yem üretim zincirinin tamamını kapsamalıdır (Obe ve ark., 2023).

4.5. Çapraz Kontaminasyon ve Kalıntıların Yönetimi

Nitekim veteriner ilaçlarının yem üretimi ve işlenmesi sırasında bir partiden sonraki partiye taşınması, hayvan sağlığı ve hayvansal gıdalarda kalıntı oluşumu açısından önemli bir yem güvenliği sorunu olarak değerlendirilmektedir (FAO & WHO, 2019a; Codex Alimentarius Commission, 2024).

Deneysel çalışmalar, uygun miktarda flushing materyalinin kullanılması ve üretim hattının doğru şekilde yönetilmesinin özellikle ilaçlı yemlerde carry-over düzeylerinin azaltılmasında etkili olabileceğini göstermektedir (Martinez ve ark., 2018).

Bu yaklaşım, yem güvenliğinde tehlikelerin kaynağında kontrol edilmesi ve yem zinciri boyunca izlenebilirliğin sağlanması ilkeleriyle uyumludur (Codex Alimentarius Commission, 2024).

Bu nedenle yem güvenliği yönetiminde risk değerlendirmesi, yalnızca belirli bir tehlikenin analiz edilmesi olarak değil; tehlikenin kaynağından başlayarak hammadde kabulü, üretim, işleme, depolama, taşıma ve hayvansal ürünlere kadar uzanan bütün yem zincirinin değerlendirilmesi şeklinde ele alınmalıdır (Codex Alimentarius Commission, 2013, 2024).

5. YEM GÜVENLİĞİNDE ANALİZ, İZLEME VE DENETİM

5.1. Numune Alma

Yemlerin heterojen yapısı nedeniyle, özellikle mikotoksinler gibi parti içerisinde eşit dağılmayan kontaminantların belirlenmesinde tek bir noktadan alınan numune, tüm partiyi doğru şekilde temsil etmeyebileceğinden, numune alma ve numune hazırlama sırasında yapılan hatalar, laboratuvar analizinden kaynaklanan hatalardan bağımsız olarak,

toplam ölçüm belirsizliğinin önemli bir bölümünü oluşturabilmektedir (FAO, 2004).

5.2. Analitik Yöntemler

Kontaminant analizlerinde ise kromatografik yöntemler, kütle spektrometrisi, atomik spektrometri, immünolojik yöntemler ve moleküler yöntemlerden yararlanılmaktadır (FAO, 2004; de Jonge ve ark., 2013).

Yem örneklerinde sekiz mikotoksinin eş zamanlı tayinine yönelik bir yöntem çalışmasında, numune temizleme yaklaşımlarının geri kazanım, kesinlik ve matriks etkisi bakımından farklı sonuçlar verebildiği gösterilmiştir (Jedziniak ve ark., 2019).

Hızlı tarama testleri ise özellikle yem fabrikalarında yüksek sayıda hammadde veya yem partisinin kısa sürede değerlendirilmesi açısından yararlı uygulamalar olarak değerlendirilmektedir.

Bu nedenle NIR, uygun kalibrasyon ve doğrulama süreçleriyle desteklendiğinde rutin yem kalite kontrolünde etkili bir araç olarak kullanılabilmektedir (Marten ve ark., 1985; de Jonge ve ark., 2013).

5.3. Laboratuvar Kalite Güvencesi

Analiz sonuçlarının güvenilirliği yalnızca kullanılan cihazın hassasiyetine bağlı olmayıp, yöntem validasyonu, cihazların kalibrasyonu ve bakımı, personel yeterliliği, standart çalışma prosedürleri, kalite kontrol numuneleri, referans materyaller, yeterlilik testleri, ölçüm belirsizliği ve sonuçların izlenebilirliği birlikte değerlendirilmelidir (FAO, 2011).

FAO, yem analiz laboratuvarlarında kalite yönetim sistemlerinin oluşturulmasını; analitik yöntemlerin doğrulanmasını, personelin eğitilmesini, cihazların düzenli bakım ve kalibrasyonunun yapılmasını, kalite kontrol uygulamalarının

yürütülmesini ve laboratuvarların yeterlilik testlerine katılmasını önermektedir (FAO, 2011).

Bu nedenle mikrobiyolojik yem analizleri için laboratuvar kalite güvencesi, kimyasal analizlerden farklı bazı teknik gereklilikleri de içermektedir (Cowie & Makkar, 2013).

5.4. Resmî Kontrol ve İzleme Sistemleri

Resmî kontroller; işletme denetimleri, belge ve kayıt kontrolleri, numune alma, laboratuvar analizleri ve mevzuata uygunluk değerlendirmelerini kapsayabilmektedir (WOAH, 2024; European Parliament & Council, 2017).

6. YEM GÜVENLİĞİNİN GELECEĞİ

6.1. Yeni Yem Kaynakları ve Ortaya Çıkan Riskler

Bu kaynaklar yem hammaddelerinin çeşitlendirilmesi, kaynak verimliliğinin artırılması ve daha sürdürülebilir üretim sistemlerinin geliştirilmesi açısından önemli fırsatlar sunmaktadır (van der Spiegel ve ark., 2013; Zou ve ark., 2024).

Özellikle böcek proteini tedarik zincirinde yetiştirme substratı, mikrobiyolojik ve kimyasal güvenlik bakımından dikkat edilmesi gereken aşamalardan biridir (Traynor ve ark., 2024).

Traynor ve ark. (2024), böcek proteini tedarik zincirindeki olası gıda güvenliği ve sahtecilik risklerini incelemiş ve özellikle substrat kaynaklı tehlikelere dikkat çekmiştir.

6.2. İklim Değişikliği ve Yem Güvenliği

Özellikle sıcaklık ve nem koşullarındaki değişimler, bazı mikotoksin üreten mantarların gelişmesi için daha uygun çevresel koşullar oluşturabilmektedir (Casu ve ark., 2024).

Artan sıcaklıklar, kuraklık ve yağış rejimlerindeki değişikliklerin bazı bölgelerde aflatoksin kontaminasyonu riskini artırabileceği ve riskli bölgelerin değişmesine neden olabileceği bildirilmektedir (Bunny ve ark., 2024).

6.3. Yeni Teknolojiler ve Hızlı Analiz Yöntemleri

Gıdalarda mikotoksin tespiti üzerine yapılan çalışmalar, spektroskopi, biyosensör ve görüntüleme tekniklerinin yapay zekâ algoritmalarıyla birlikte kullanılabileceğini göstermektedir (Aggarwal ve ark., 2024).

Bununla birlikte hızlı yöntemlerin tarama amacıyla kullanılması ile doğrulama amacıyla kullanılan referans analitik yöntemler birbirinden ayrılmalıdır.

6.4. Veri Bilimi, Dijital İzlenebilirlik ve Yapay Zekâ

Aggarwal ve ark. (2024), özellikle gıda örneklerinde mikotoksin tespitine yönelik yapay zekâ uygulamalarını derlemiştir.

Wang ve ark. (2022), Avrupa'da buğdayın mikotoksin kontaminasyonu riskini tahmin etmek amacıyla geçmiş izleme sonuçlarını, meteorolojik verileri, bitki gelişim verilerini ve uydu görüntülerini birlikte değerlendirmiştir.

Hema ve Manickavasagan (2024), blokzincir teknolojisinin gıda tedarik zincirindeki potansiyel kullanımını derlemiştir.

6.5. Sürdürülebilir Yem Üretimi ve One Health Yaklaşımı

Çünkü yemlerde bulunan bir tehlike hayvan sağlığını etkileyebilmekte, hayvansal ürünlere taşınabilmekte ve sonuç olarak insan sağlığı açısından risk oluşturabilmektedir (Mader ve ark., 2023; FAO, 2026).

Güncel FAO değerlendirmeleri de mikotoksinlerin bitki, hayvan, insan ve çevre sağlığı arasındaki bağlantıları nedeniyle One Health perspektifi içerisinde ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır (FAO, 2025).

Gıda yan ürünlerinin yem zincirine yeniden kazandırılmasında fırsatların yanı sıra mevzuat ve güvenlik kısıtlarının birlikte değerlendirilmesi gerektiği de vurgulanmaktadır (van Raamsdonk ve ark., 2023).

7. SONUÇ

Yem güvenliği; hayvan sağlığının korunması, güvenilir hayvansal gıda üretimi ve halk sağlığının güvence altına alınması açısından hayvansal üretim zincirinin temel unsurlarından birisidir.

Sonuç olarak geleceğin yem güvenliği; önleyici risk yönetimi, güvenilir analiz, dijital izlenebilirlik ve One Health yaklaşımının bütünleştirildiği, sürdürülebilir ve proaktif sistemlere dayanacaktır.

KAYNAKÇA

Aggarwal, A., Mishra, A., Tabassum, N., Kim, Y.-M., & Khan, F. (2024). Detection of mycotoxin contamination in foods using artificial intelligence: A review. *Foods, 13*(20), 3339. https://doi.org/10.3390/foods13203339

Bunny, S. M., Umar, A., Bhatti, H. S., & Honey, S. F. (2024). Aflatoxin risk in the era of climatic change—a comprehensive review. *CABI Agriculture and Bioscience, 5*, 105. https://doi.org/10.1186/s43170-024-00305-3

Casu, A., Camardo Leggieri, M., Toscano, P., & Battilani, P. (2024). Changing climate, shifting mycotoxins: A comprehensive review of climate change impact on mycotoxin contamination. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 23*(2), e13323. https://doi.org/10.1111/1541-4337.13323

Codex Alimentarius Commission. (1997). Code of practice for the reduction of aflatoxin B1 in raw materials and supplemental feedingstuffs for milk-producing animals (CXC 45-1997). Rome, Italy: FAO/WHO. https://www.fao.org/input/download/standards/331/CXP_045e.pdf

Codex Alimentarius Commission. (2013). Guidelines on the application of risk assessment for feed (CXG 80-2013). FAO/WHO. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/guidelines/en/

Codex Alimentarius Commission. (2022). General principles of food hygiene (CXC 1-1969). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization.

Codex Alimentarius Commission. (2024). Code of practice on good animal feeding (CXC 54-2004). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization.

Cowie, R. A., & Makkar, H. P. S. (2013). Quality assurance for microbiology in feed analysis laboratories. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

de Jonge, L. H., Jackson, F. S., & Makkar, H. P. S. (2013). The feed analysis laboratory: Establishment and quality control. Setting up a feed analysis laboratory, and implementing a quality assurance system compliant with ISO/IEC 17025:2005. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Desbruslais, A., & Wealleans, A. L. (2022). Oxidation in poultry feed: Impact on the bird and the efficacy of dietary antioxidant mitigation strategies. *Poultry, 1*(4), 246–277. https://doi.org/10.3390/poultry1040022

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM Panel). (2026). Update of the risk assessment on dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food. *EFSA Journal, 24*(6), e10103. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2026.10103

European Parliament & Council. (2017). Regulation (EU) 2017/625 of the European Parliament and of the Council of 15 March 2017 on official controls and other official activities performed to ensure the application of food and feed law. Official Journal of the European Union, L95, 1–142.

Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization. (2019a). Carryover in feed and transfer from feed to food of unavoidable and unintended residues of approved veterinary drugs. Rome, Italy: FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization. (2019b). Hazards associated with animal feed: Report of the Joint FAO/WHO Expert Meeting, 12–15 May 2015 (FAO Animal Production and Health Report No. 13). Rome, Italy: FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2004). Assessing quality and safety of animal feeds (FAO Animal Production and Health Paper No. 160). Rome, Italy: FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2011). Quality assurance for animal feed analysis laboratories (FAO Animal Production and Health Manual No. 14). Rome, Italy: FAO. https://www.fao.org/4/i2441e/i2441e00.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). Mycotoxins: A silent risk to plants, people and animals. https://www.fao.org/one-health/highlights/mycotoxins--a-silent-risk-to-plants--people-and-animals

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2026). When everything's connected: One Health for food safety. https://www.fao.org/one-health/highlights/highlights-detail/when-everything-s-connected--one-health-for-food-safety/en

GMP+ International. (2026). R1.0 Feed safety management systems requirements (Version 2 March 2026). https://www.gmpplus.org/feed-certification-scheme/scheme-documents/fsa-requirements/r10

Hema, V. S. V., & Manickavasagan, A. (2024). Blockchain implementation for food safety in supply chain: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *23*(5), e70002. https://doi.org/10.1111/1541-4337.70002

Hoffmans, Y., Schaarschmidt, S., Fauhl-Hassek, C., & van der Fels-Klerx, H. J. (2022). Factors during production of cereal-derived feed that influence mycotoxin contents. *Toxins*, *14*(5), 301. https://doi.org/10.3390/toxins14050301

Jedziniak, P., Panasiuk, Ł., Pietruszka, K., & Posyniak, A. (2019). Multiple mycotoxins analysis in animal feed with LC-MS/MS: Comparison of extract dilution and immunoaffinity clean-up. Journal of Separation Science, 42(6), 1240–1247. https://doi.org/10.1002/jssc.201801113

Jones, F. T. (2011). A review of practical Salmonella control measures in animal feed. *The Journal of Applied Poultry Research*, *20*(1), 102–113. https://doi.org/10.3382/japr.2010-00281

Lynch, E., Bowen, K., Ayres, V., Boltz, T., Wamsley, K. G. S., Boney, J. W., & Moritz, J. S. (2023). Hygienic pelleting can decrease Hubbard × Ross 708 apparent ileal amino acid digestibility, broiler performance, and increase digestible amino acid requirement. *Journal of Applied Poultry Research*, *32*(3), 100355. https://doi.org/10.1016/j.japr.2023.100355

Lyu, F., Thomas, M., Hendriks, W. H., & van der Poel, A. F. B. (2020). Size reduction in feed technology and methods for determining, expressing and predicting particle size: A review. *Animal Feed Science and Technology, 261*, 114347. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114347

Mader, A., Riede, O., Pabel, U., Dietrich, J., Sommerkorn, K., & Pieper, R. (2023). Das One-Health-Konzept im Kontext globaler Warenketten, Krisen und der Sicherheit von Lebens- und Futtermitteln. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, 66*(6), 644–651. https://doi.org/10.1007/s00103-023-03714-3

Marten, G. C., Shenk, J. S., & Barton, F. E., II. (1985). Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS): Analysis of forage quality. Washington, DC: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service.

Martinez, A., Jones, C. K., Stark, C. R., McKinney, L. J., Behnke, K. C., & Paulk, C. B. (2018). Evaluating flushing procedures to prevent nicarbazin carryover during medicated feed manufacturing. *Animal Feed Science and Technology, 242*, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.04.017

Obe, T., Boltz, T., Kogut, M. H., Ricke, S. C., Brooks, L. A., Macklin, K., & Peterson, A. (2023). Controlling Salmonella: Strategies for feed, the farm, and the processing plant. *Poultry Science, 102*(12), 103086. https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103086

Tolosa, J., Rodríguez-Carrasco, Y., Ruiz, M. J., & Vila-Donat, P. (2021). Multi-mycotoxin occurrence in feed, metabolism and carry-over to animal-derived food products: A review. *Food and Chemical Toxicology, 158*, 112661. https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112661

Traynor, A., Thorburn Burns, D., Wu, D., Karoonuthaisiri, N., Petchkongkaew, A., & Elliott, C. T. (2024). An analysis of emerging food safety and fraud risks of novel insect proteins within complex supply chains. *npj Science of Food, 8*, 7. https://doi.org/10.1038/s41538-023-00241-y

van der Spiegel, M., Noordam, M. Y., & van der Fels-Klerx, H. J. (2013). Safety of novel protein sources (insects, microalgae, seaweed, duckweed, and rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 12*(6), 662–678.

van Raamsdonk, L. W. D., Meijer, N., Gerrits, E. W. J., & Appel, M. J. (2023). New approaches for safe use of food by-products and biowaste in the feed production chain. *Journal of Cleaner Production, 388*, 135954. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135954

Wagner, C. (2015). Critical practicalities in sampling for mycotoxins in feed. *Journal of AOAC International, 98*(2), 301–308. https://doi.org/10.5740/jaoacint.14-235

Wang, X., Liu, C., & van der Fels-Klerx, H. J. (2022). Regional prediction of multi-mycotoxin contamination of wheat in Europe using machine learning. *Food Research International, 159*, 111588. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111588

World Organisation for Animal Health. (2024). Terrestrial Animal Health Code: Chapter 6.4. Control of hazards of animal health and public health importance in animal feed. Paris, France: WOAH.

Zou, X., Liu, M., Li, X., Pan, F., Wu, X., Fang, X., ... Tian, W. (2024). Applications of insect nutrition resources in animal production. *Journal of Agriculture and Food Research*, *15*, 100966. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.100966

KANATLI RASYONLARINDA GIDA SANAYİ YAN ÜRÜNLERİNİN ALTERNATİF YEM HAM MADDESİ OLARAK KULLANIMI

Yunus Emre BOGA[1]

1. GİRİŞ

Kanatlı üretiminde yem giderlerinin toplam üretim maliyetleri içindeki yüksek payı, etlik piliç ve yumurtacı tavuk yetiştiriciliğinde alternatif yem hammaddelerine yönelik araştırmaları önemli hâle getirmektedir. Mısır ve soya fasulyesi küspesi gibi yoğun kullanılan hammaddelerdeki fiyat ve arz dalgalanmaları, gıda-yem rekabeti ve kaynak kullanımına ilişkin sürdürülebilirlik, gıda sanayi yan ürünlerinin kanatlı rasyonlarında değerlendirilmesini gerekmektedir. Bununla birlikte bir hammaddenin düşük maliyetli veya yaygın bulunabilir olması, tek başına yem hammaddesi olarak kullanılabileceği anlamına gelmemektedir (Simmons, Duan, Pitesky, Liu ve Tobar, 2023; Georganas ve ark., 2024).

Gıda sanayi yan ürünlerinin besleme değeri; hammadde kaynağına, üretim prosesine, kurutma ve depolama koşullarına, ve uygulanan ön işlemlere göre farklılaşır. Bu nedenle değerlendirme yalnızca ham protein ve brüt enerji içeriği üzerinden yapılmamalı; azota göre düzeltilmiş metabolize edilebilir enerji (AMEn), sindirilebilir amino asitler, lif fraksiyonları, mineral içeriği, antibesinsel faktörler, mikrobiyolojik ve ekonomik olarak uygulanabilirliği birlikte ele

[1] Araştırma Görevlisi, Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, ORCID: 0000-0003-1452-2873

alınmalıdır. (Sugiharto, Yudiarti, Isroli ve Widiastuti, 2018; Ababor ve ark., 2023).

2. GIDA SANAYİ YAN ÜRÜNLERİNİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Gıda sanayi yan ürünleri, gıda üretimi ve işlenmesi sırasında ana ürünün elde edilmesine bağlı olarak ortaya çıkan ve uygun toplama, işleme ve kalite kontrol süreçlerinden geçirildikten sonra farklı üretim alanlarında değerlendirilebilen materyallerdir. Bu yan ürünler, tüketim sonrasında oluşan karışık gıda atıklarından kaynakları, izlenebilirlikleri, besin maddesi bileşimleri ve biyogüvenlik açısından taşıdıkları riskler bakımından farklılık göstermektedir. Kanatlı hayvan beslemede alternatif yem hammaddesi olarak kullanılma potansiyeline sahip gıda sanayi yan ürünleri, elde edildikleri üretim süreçleri ve başlıca besinsel özellikleri dikkate alınarak farklı gruplar altında sınıflandırılabilmektedir (Simmons ve ark., 2023; Georganas ve ark., 2024).

2.1. Tahıl ve Fırıncılık Sanayi Yan Ürünleri

Ekmek, bisküvi, kek ve kraker üretimi sırasında ortaya çıkan ve kurutularak yem hammaddesi hâline getirilen fırıncılık sanayi yan ürünleri, yüksek nişasta ve ürün çeşidine göre değişen yağ içerikleri nedeniyle kanatlı beslemede alternatif enerji kaynakları olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, üretimde kullanılan hammaddeler ve üretim yöntemlerindeki farklılıklar, bu yan ürünlerin şeker, tuz ve yağ içeriklerinde değişkenliğe neden olabilmektedir. Bu nedenle söz konusu yan ürünlerin kanatlı rasyonlarında kullanılmadan önce besin maddesi bileşimlerinin belirlenmesi ve üretimler arasındaki farklılıkların dikkate alınması önem taşımaktadır. Yapılan araştırmalarda, kurutulmuş veya ekstrüde edilmiş fırıncılık sanayi yan ürünlerinin etlik piliç rasyonlarında mısırın bir kısmı

yerine kullanılabileceği bildirilmiştir. Ancak bu hammaddelerin rasyonlarda kullanımının uygunluğu, yalnızca mısırın ikame edilme oranına göre değil, rasyonun enerji ve besin maddesi dengesinin korunması ile büyüme performansı ve yemden yararlanma üzerindeki etkileri dikkate alınarak değerlendirilmelidir (Al-Tulaihan, Najib ve Al-Eid, 2004; Al-Ruqaie, Swillam, Al-Batshan ve Shafey, 2011; Al Sagan, Al-Abdulkader, Al-Dakhil, Khalil ve Al-Khuraish, 2021; Sirirotjanaput, Chobtang, Isuwan, Chimtomg ve Sittiya, 2025).

2.2. Meyve ve Sebze İşleme Sanayi Yan Ürünleri

Meyve suyu, şarap, salça ve benzeri işleme süreçlerinden elde edilen posa, kabuk ve çekirdek fraksiyonları; çözünür ve çözünmez besin lifi, fenolik bileşikler ve bazı pigmentler bakımından farklı özellikler gösterir. Üzüm posası ve çekirdeği, nar kabuğu, turunçgil kabukları, vişne çekirdeği, domates posası ve guava işleme artıkları çoğunlukla biyoaktif bileşen kaynağı olarak incelenmektedir. Yüksek fenolik içerik; toplam tanen yükü ve lif düzeyi sindirilebilirliğini de sınırlandırır (Abu Hafsa ve Ibrahim, 2018; Aditya, Ohh, Ahammed ve Lohakare, 2018; Vlaicu, Untea, Panaite ve Turcu, 2020; Akuru, Mpendulo, Oyeagu ve Nantapo, 2021).

2.3. Yağ, İçecek ve Nişasta Sanayi Yan Ürünleri

Zeytinyağı üretiminden arta kalan kurutulmuş zeytin posası, uygulanan yağ çıkarma yöntemine bağlı olarak farklı düzeylerde ham yağ, fenolik madde ve lif içerebilmektedir (Al-Harthi, 2016; Tufarelli ve ark., 2022). Posanın bileşimi; zeytinin çeşidi, olgunluk düzeyi, yağ çıkarma işleminde izlenen yöntem ve kurutma koşullarına göre değiştiğinden, bu yan ürünün besin maddesi içeriğinin belirlenmesi gerekmektedir. Özellikle lif ve fenolik madde içeriği, besin maddelerinin sindirilebilirliği ile rasyonun enerji yoğunluğu üzerinde belirleyici olabilmektedir.

Bira üretiminin yan ürünü olan kurutulmuş bira posasının ise ham protein ve lif bakımından zengin olduğu, bu nedenle alternatif yem hammaddesi olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Parpinelli ve ark. (2020) tarafından yürütülen çalışmada, 1-21. günler arasında rasyona kilogram başına 100 grama kadar katılan kurutulmuş bira posasının; büyüme performansını, kan değerlerini, bağırsak yapısını ve et kalitesini değiştirmediği bildirilmiştir. Yine de bu yan ürünlerin kullanımında besin madde bileşimlerinin, sindirilebilirlik düzeylerinin ve lif içeriklerinin dikkate alınması yararlı olabilir.

Manyok (kasava) posasının, nişasta işleme sürecinden arta kalan nişasta ve lif kısımlarını içerdiği belirtilmektedir. Chukwukaelo ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada ise rendelenmiş manyok kökü ile palmiye çekirdeği küspesinin fermente edilmiş karışımı, mısır yerine kullanılmış ve broylerlerde performans ile et kalitesi incelenmiştir. Yağ palmiyesinden elde edilen palmiye çekirdeği küspesi ile hurma meyvesinin çekirdeği aynı hammadde değildir. Bu nedenle besleme değerlerinin ayrı ayrı ele alınması gerekebilir. (Al-Harthi, 2016; Chukwukaelo ve ark., 2018; Parpinelli ve ark., 2020; Tufarelli ve ark., 2022).

3. BESİN MADDELERİ KOMPOZİSYONU VE SİNDİRİLEBİLİRLİK

3.1. Enerji, Protein ve Amino Asit Değeri

Kanatlı rasyonlarının formülasyonunda bir hammaddenin ham protein yüzdesi, kullanılabilir protein değerini tek başına açıklamaz. Özellikle lisin, metiyonin, sistin, treonin ve triptofan gibi amino asitlerin miktarı ile ileal sindirilebilirliği birlikte değerlendirilmelidir. Enerji bakımından da toplam enerji içeriği yerine hayvan türü ve yaşına uygun metabolize olabilir enerji değerleri kullanılması gerektiği belirtilmiştir(Al-Tulaihan ve

ark., 2004; Parpinelli ve ark., 2020; Simmons ve ark., 2023). Fırıncılık yan ürünlerinde nişasta ve yağ oranındaki değişkenlik, protein açısından öne çıkan bira posasında ise lif ve uygulanan ısıl işlemler bu değerlendirmeyi etkiler.

Pişirme ve ekstrüzyon gibi ısıl işlemler, nişastanın jelatinizasyonunu sağlayarak sindirim enzimleri tarafından parçalanabilirliğini ve dolayısıyla sindirilebilirliğini artırabilmektedir. Bununla birlikte, aşırı sıcaklıkta veya uzun süre uygulanan ısıl işlemler, proteinlerin yapısında değişikliklere ve Maillard reaksiyonlarının oluşumuna neden olarak özellikle lisin başta olmak üzere bazı amino asitlerin kullanılabilirliğini azaltabilmektedir. Besleme denemelerindeki toplam sindirim sistemi görünür sindirilebilirliği ile ileal amino asit sindirilebilirliği aynı ölçüm değildir.

3.2. Lif Fraksiyonları ve Antibesinsel Faktörler

Nişasta dışı polisakkaritler (NDP), çözünürlüklerine ve moleküler yapılarına göre sindirim kanalı üzerinde farklı etkiler oluşturur. Yüksek düzeyde çözünür NDP'nin, bağırsak içeriğinin akışkanlığını azaltarak besin maddelerinin sindirimini ve emilimini sınırlayabileceği bildirilmektedir. Çözünmeyen lifin taşlık faaliyeti üzerindeki etkisinin ise parçacık büyüklüğü ve rasyonun yapısıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Üzüm ve nar yan ürünlerinde bulunan tanenlerin proteinlerle bağ oluşturabildiği ifade edilmektedir. Tohum kökenli maddelerdeki fitatın da fosforun ve bazı minerallerin yararlanılabilirliğini azaltabileceği belirtilmektedir (Aditya ve ark., 2018; Nopparatmaitree ve ark., 2022; Tufarelli ve ark., 2022).

İncelenen yan ürünün kökeni, kabuk-çekirdek-posa oranı, kurutma koşulları, öğütme derecesi ve rasyona katılım düzeyi, aynı hammaddenin farklı araştırmalarda değişik sonuçlar vermesine yol açabilir. Bu nedenle ham lif analizine ek olarak

uygun durumlarda nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve toplam fenolik madde gibi tamamlayıcı göstergelerden yararlanılması değerlendirmeyi güçlendirir (Sugiharto ve ark., 2018; Ababor ve ark., 2023).

4. BAŞLICA YAN ÜRÜNLERİN KANATLI RASYONLARINDA KULLANIMI

4.1. Fırıncılık ve Unlu Mamul Yan Ürünleri

Kurutulmuş fırıncılık yan ürünleriyle gerçekleştirilen etlik piliç denemelerinde canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı (YYO; kg yem/kg canlı ağırlık artışı), karkas özellikleri ve kilogram canlı ağırlık artışı başına yem maliyeti temel değerlendirme ölçütleridir. Al-Ruqaie ve ark. (2011), Al-Tulaihan ve ark. (2004) ve Al Sagan ve ark. (2021) farklı fırıncılık yan ürünlerinin rasyona katılabilirliğini incelemiştir. Daha güncel bir çalışmada da fırıncılık artıklarının performans ve yem maliyetleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir (Sirirotjanaput ve ark., 2025). Bulgular, her ürün için sabit bir ikame yüzdesi tanımlamaktan çok, analiz temelli formülasyonun gerekliliğini göstermektedir.

4.2. Üzüm, Nar ve Turunçgil Yan Ürünleri

Üzüm posası ve çekirdeği, içerdiği polifenoller nedeniyle ilgi görmektedir. Bu maddelerin etlik piliçlerde büyüme performansı, kan parametreleri ve etin oksidatif dayanıklılığı üzerindeki etkileri pek çok çalışmada incelenmiştir. Aditya ve ark. (2018) tarafından yürütülen çalışmada, üzüm posası verilen gruplarda canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranı (YYO) bakımından belirgin bir fark saptanmamıştır. Buna karşın, depolanan göğüs etinde tiyobarbitürik asitle reaksiyona giren maddeler (TBARS) seviyesinin azaldığı bildirmişlerdir. Bu bulgu, büyüme performansı değişmese bile etin oksidatif

dayanıklılığının etkilenebileceğini düşündürmektedir.(Abu Hafsa ve Ibrahim, 2018; Turcu ve ark., 2020).

Nar kabuğu, nar posası ve nar ekstraktlarının kanatlı beslemede kullanımı üzerine yürütülen araştırmalarda, bu yan ürünlerin büyüme performansı, serum antioksidan kapasitesi, oksidatif stres belirteçleri, bağışıklık yanıtı ve ince bağırsağın jejunum bölümünün morfolojik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. (Saleh, Golian, Kermanshahi ve Mirakzehi, 2018; Sharifian, Hosseini-Vashan, Fathi Nasri ve Perai, 2019; Akuru ve ark., 2021). Kurutulmuş portakal ve greyfurt kabukları, flavonoidler ile pektin gibi lif bileşenlerini birlikte içerdiğinden biyoaktif potansiyel ile besin maddesi sindirilebilirliği üzerindeki olası sınırlamalar aynı anda değerlendirilmelidir (Vlaicu ve ark., 2020; Chaib Eddour, Litim, Larbaoui, Bouderoua ve Belhocine, 2023). Deneme sonuçları, kullanılan ürünün ekstrakt veya bütün posa olması gibi materyal farklılıklarından bağımsız düşünülmemelidir.

4.3. Diğer Meyve-Sebze, Zeytin ve İçecek Sanayi Yan Ürünleri

Gungor ve Erener (2020), etlik piliç rasyonlarında ham ve fermente vişne çekirdeği kullanımını karşılaştırdıkları çalışmalarında, bu yem hammaddelerinin büyüme performansı üzerindeki etkilerinin rasyona katılım düzeyine bağlı olarak değiştiğini ve özellikle yüksek katılım oranlarının bazı performans parametrelerini olumsuz yönde etkileyebildiğini bildirmiştir. Sosnówka-Czajka, Skomorucha, Obremski ve Wojtacha (2023) ise kurutulmuş elma, kiraz ve çilek posalarının etlik piliç rasyonlarında kullanımını değerlendirdikleri araştırmalarında, büyüme performansı ve et kalite özellikleri üzerindeki etkilerin kullanılan meyve posasının türüne göre farklılık gösterebildiğini belirlemiştir. Benzer şekilde, fermente domates posası, guava işleme yan ürünleri ve kuşkonmaz

ayıklama artıklarının kanatlı beslemede kullanımına yönelik araştırmalarda, söz konusu yem hammaddelerinin büyüme performansı, besin maddelerinin sindirilebilirliği ve et kalite özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir (Nopparatmaitree ve ark., 2022; Vieira ve ark., 2023; Gungor, Altop ve Erener, 2024).

Kurutulmuş zeytin posasının etlik piliçlerde kullanılabilirliği, lif miktarı ile fenolik ve yağ asidi içeriğine bağlıdır (Al-Harthi, 2016; Tufarelli ve ark., 2022). Kurutulmuş bira posası, protein kaynağı olabilmekle birlikte lif nedeniyle yüksek katılım düzeylerinde rasyonun enerji yoğunluğunu sınırlayabilir (Parpinelli ve ark., 2020). Hurma çekirdeği ve palmiye çekirdeği küspesinin değerlendirilmesinde ise öğütme derecesi, besin maddesi bileşimi ve gerektiğinde ön işleme yöntemleri belirleyicidir (Tareen ve ark., 2017; Chukwukaelo ve ark., 2018).

5. FERMANTASYON VE BİYOTEKNOLOJİK ÖN İŞLEMLER

Katı faz fermantasyonu, nem içeriği ve işlem koşulları kontrol altında tutulan katı yapıdaki yem hammaddelerinin seçilmiş mikroorganizmalar aracılığıyla biyolojik olarak işlenmesine dayanan bir yöntemdir. Bu yöntemle, uygun mikroorganizma tür ve çeşitleri ile fermantasyon koşullarında yapısal karbonhidratların parçalanmasının, organik asit oluşumunun ve bazı besin maddelerinin sindirilebilirliğinin iyileştirilmesinin sağlanabileceği bildirilmektedir. Ancak fermantasyonun ham protein sindirilebilirliği ve besin değerini azaltan bileşenler üzerindeki etkilerinin, kullanılan hammaddeye ve uygulanan işleme yöntemine göre farklılaşabilir. Biyolojik işleme yöntemlerinin etkinliğinin; yem hammaddesinin kimyasal bileşimine, mikroorganizmanın türüne, fermantasyon

sıcaklığına, nem düzeyine, uygulama süresine ve işlem sonrasında gerçekleştirilen kurutma koşullarına bağlı olarak değişebileceğini belirtmişlerdir (Sugiharto ve ark., 2018; Ababor ve ark., 2023). Lee ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, Aureobasidium pullulans kullanılarak fermente edilen soya kabuğu ve mantar sapı artıklarının etlik piliç rasyonlarında kullanılmasına yönelik olarak, bazı lif bileşenlerinin sindirilebilirliği, sekum içeriğindeki amonyak azotu düzeyi ve etin su tutma kapasitesi gibi parametrelerde değişiklikler olduğunu belirtilmiştir. Manyok posası yerine soya kabuğu ve mantar sapı artıklarının kullanılmış olması, fermantasyon uygulamalarının farklı yem hammaddeleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, manyok posasının Acremonium charticola ile fermente edilmesinin ve iki aşamalı fermantasyon yöntemlerinin etlik piliçlerin büyüme performansı, besin maddelerinin sindirilebilirliği ve sindirim sistemi özellikleri üzerindeki etkileri farklı çalışmalarda incelemişlerdir (Sugiharto, Yudiarti, Isroli, Widiastuti ve Putra, 2017; Sugiharto, Yudiarti ve Isroli, 2019). Benzer şekilde, manyok kökü ve palmiye çekirdeği küspesinden elde edilen fermente karışımların etlik piliç rasyonlarında mısırın yerine alternatif yem hammaddesi olarak kullanılmasına yönelik araştırmalar da bulunmaktadır (Chukwukaelo ve ark., 2018). Fermente domates posasının kullanıldığı araştırmalarda ise büyüme performansının yanı sıra antioksidan kapasite ve bağırsak mikrobiyotasına ilişkin parametreler değerlendirilmiştir (Gungor ve ark., 2024). Bununla birlikte, fermantasyon işleminin yem hammaddelerinin besleme değerini iyileştirme potansiyeli, ürünün mikrobiyolojik güvenliğinin sağlandığı anlamına gelmemektedir. Bu nedenle fermantasyon sonrasında elde edilen ürünlerin mikrobiyal yük, su aktivitesi, mikotoksin kontaminasyonu ve depolama stabilitesi bakımından değerlendirilmesi gerekmektedir. Böylece fermente edilmiş gıda sanayi yan ürünlerinin kanatlı

rasyonlarında güvenli ve etkin biçimde kullanılabilmesi için hem besinsel özelliklerin hem de yem güvenliğine ilişkin kalite ölçütlerinin birlikte dikkate alınması sağlanabilecektir.

6. PERFORMANS, SİNDİRİM KANALI VE ET KALİTESİ

Etlik piliçlerde alternatif yem hammaddelerinin değerlendirilmesinde canlı ağırlık (CA), canlı ağırlık artışı (CAA), yem tüketimi (YT), yem yararlanma oranı (YYO) ve yaşama gücü parametrelerine bakılmalıdır. Gıda sanayi yan ürünlerin bu parametreler üzerindeki etkileri, yalnızca istatistiksel olarak değil, fenotipik ve ekonomik olup olmadığına göre de yorumlanması gerekmektedir (Al-Ruqaie ve ark., 2011; Sugiharto ve ark., 2019; Sirirotjanaput ve ark., 2025).

Bağırsak sağlığının değerlendirilmesinde ince bağırsak villus yüksekliği, kript derinliği ve villus yüksekliği/kript derinliği oranı gibi histomorfometrik değişkenlerden yararlanıldığı bildirilmektedir. Sekum mikrobiyotası ve fermantasyon ürünlerinin de bu amaçla kullanılabileceği ifade edilmektedir. (Sharifian ve ark., 2019; Nopparatmaitree ve ark., 2022; Gungor ve ark., 2024).

Et kalitesinde pH, renk (L*, a*, b*), su tutma kapasitesi, damlama ve pişirme kaybı ile depolama süresince lipid oksidasyonu başlıca inceleme ölçütleridir. TBARS veya malondialdehit (MDA) değerlerinde görülen azalmanın, uygun deneme koşullarında lipit oksidasyonunun ve oksidatif stresin daha düşük düzeyde olduğuna işaret edebileceği düşünülmektedir. Ancak bu durumun tek başına raf ömrünün uzadığı anlamına gelmez. Meyve posaları, üzüm ve zeytin yan ürünleriyle bildirilen et kalitesi değişimlerinin, kullanılan yem hammaddesinin içeriği ve depolama ile birlikte ele alınmasının yararlı olabileceği ifade edilmektedir (Aditya ve ark., 2018;

Saleh ve ark., 2018; Turcu ve ark., 2020; Tufarelli ve ark., 2022).

7. YEM GÜVENLİĞİ VE KONTAMİNASYON RİSKLERİ

Gıda sanayi yan ürünlerinin kanatlı rasyonlarında kullanımı sırasında mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel riskler ortaya çıkabilir. Ortaya çıkabilecek bu risklerin düzeyi; hammaddenin elde edildiği kaynağa, işleme yöntemine ve depolama koşullarına göre farklılaşabileceği ifade edilmektedir. Özellikle yüksek nem içeriğine sahip meyve ve sebze posalarında mikrobiyal bozulmanın görülebileceği belirtilmektedir. Posanın kontamine olması durumunda küf gelişimine de dikkat edilmesi yararlı olabilir. *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* cinslerine ait küfler tarafından üretilebilen mikotoksinlerin, kümes hayvanların sağlığı ve verim düzeyi bakımından önemli riskler barındırılabilir. Bu nedenle yem hammaddelerinin mikotoksin yönünden güvenilirliğinin değerlendirilmesinde yalnızca küf oluşumunun esas alınması yeterli olmayaktır. Gerekli durumlarda ilgili laboratuvar analizlerinden yararlanılması da gerekmektedir (Simmons ve ark., 2023; Georganas ve ark., 2024).

Gıda sanayi yan ürünlerine uygulanan kurutma ve uygun ısıl işlem yöntemleri, mikrobiyal yükün azaltılmasına ve depolama dayanıklılığının artırılmasına katkı sağlayabilmektedir. Ancak bu işlemlerin bütün mikotoksinleri, ağır metalleri ve ısıya dayanıklı diğer kontaminantları tamamen ortadan kaldırmamaktadır. Bu nedenle söz konusu yan ürünlerin kanatlı rasyonlarında güvenilir bir şekilde kullanılabilmesi için hammaddelerin kaynağının izlenebilir olması, fiziksel yabancı maddelerden arındırılması, hammadde kabul kriterlerinin belirlenmesi ve gerekli mikrobiyolojik ve kimyasal analizlerin

gerçekleştirilmesi önem taşımaktadır. Ayrıca işleme ve depolama süreçlerinde uygun hijyen koşullarının sağlanması ve yan ürünlerin yem hammaddesi olarak kullanımının yürürlükteki yem mevzuatına uygunluğunun değerlendirilmesi gerekmektedir (Ababor ve ark., 2023; Simmons ve ark., 2023).

8. RASYON FORMÜLASYONUNDA UYGULAMA ESASLARI

Alternatif hammaddenin rasyona katılımından önce kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK), nişasta, lif fraksiyonları ve gerekli mineraller analiz edilmelidir. Analizlerin kuru madde bazında karşılaştırılabilir olması önemlidir. Enerji ve sindirilebilir amino asit değerleri mümkün olduğunca doğrulanmalı; sodyum, klor, potasyum ve elektrolit dengesi özellikle fırıncılık yan ürünleri söz konusu olduğunda göz önünde bulundurulmalıdır. Yakın kızılötesi spektroskopi (NIR), uygun kalibrasyonla hızlı tarama sağlayabilse de ihtiyaç duyulan doğrulama analizlerinin yerini her koşulda tutmaz (Ababor ve ark., 2023; Simmons ve ark., 2023).

Yeni bir yan ürün kullanılırken hayvan türü, genotip, büyütme evresi ve üretim amacı dikkate alınmalı; rasyon mümkünse sindirilebilir amino asit ve metabolize edilebilir enerji(AMEn) esasına göre yeniden formüle edilebilir. Hammaddenin mısır veya soya küspesi yerine aynı ağırlıkta bire bir ikame edilmesi, besin maddesi dengesizliklerine neden olabilir. (Al-Tulaihan ve ark., 2004; Parpinelli ve ark., 2020; Nopparatmaitree ve ark., 2022).

Ksilanaz, β-glukanaz, pektinaz ve fitaz gibi eksojen enzimler, hedef substratın niteliği ve kullanılan ticari ürünün aktivitesi dikkate alınarak seçilmelidir. Enzim ilavesinin her rasyonda aynı etkiyi oluşturacağı varsayılmamalı; enzim-hammadde etkileşimi ile enerji ve amino asit matriks değerleri

deneme verileri üzerinden değerlendirilebilir (Sugiharto ve ark., 2018; Ababor ve ark., 2023).

9. EKONOMİK DEĞERLENDİRME VE DÖNGÜSEL BİYOEKONOMİ

Gıda sanayi yan ürünlerinin kanatlı beslemede alternatif yem hammaddesi olarak kullanılmasının ekonomik avantajları, yalnızca bu ürünlerin satın alma maliyetleriyle sınırlı değildir. Söz konusu yan ürünlerin toplanması, taşınması, yabancı maddelerden arındırılması, kurutulması, öğütülmesi, depolanması, besin maddesi analizlerinin yapılması ve gerektiğinde fermantasyon gibi ön işlemlerden geçirilmesi, toplam hammadde maliyetini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle alternatif yem hammaddelerinin ekonomik açıdan değerlendirilmesinde, yem fabrikasına ulaşıncaya kadar oluşan bütün maliyet unsurlarının dikkate alınması gerekmektedir. Etlik piliç yetiştiriciliğinde bu hammaddelerin kullanımından sağlanan ekonomik yararın belirlenmesinde, yalnızca birim yem maliyetinin değil, kilogram canlı ağırlık artışı ve kilogram karkas üretimi başına düşen yem giderlerinin de değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Yapılan birçok çalışmada, bazı gıda sanayi yan ürünlerinin etlik piliç (broyler) rasyonlarında kullanılmasının yem giderlerini düşürebileceği bildirilmiştir. Ancak elde edilen ekonomik sonuçların; hammaddenin temin edildiği bölgeye, işleme yöntemlerine, nakliye giderlerine ve üretim koşullarına bağlı olarak değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Al-Ruqaie ve ark., 2011; Al Sagan ve ark., 2021; Sirirotjanaput ve ark., 2025).

Döngüsel biyoekonomi yaklaşımı kapsamında gıda sanayi yan ürünlerinin kanatlı beslemede değerlendirilmesi, gıda üretim zincirinde ortaya çıkan kaynak kayıplarının azaltılması ve mevcut hammaddelerin daha etkin kullanılması bakımından

önemli bir potansiyel taşımaktadır. Bununla birlikte, bu yan ürünlerin yem hammaddesine dönüştürülmesi sırasında uygulanan kurutma, öğütme, taşıma ve diğer işleme süreçlerinin enerji tüketimi ve çevresel etkileri de dikkate alınmalıdır. Bu nedenle gıda sanayi yan ürünlerinin çevresel sürdürülebilirliğe katkılarının belirlenmesinde yaşam döngüsü değerlendirmesi yaklaşımından yararlanılarak sera gazı emisyonları, su tüketimi, arazi kullanımı ve alternatif atık değerlendirme yöntemleri karşılaştırılmalıdır. Dolayısıyla bir yan ürünün düşük maliyetli olması, çevresel etkiler bakımından geleneksel yem hammaddelerine göre her koşulda daha avantajlı olduğu anlamına gelmemektedir. Gıda sanayi yan ürünlerinin sürdürülebilir kanatlı beslemedeki gerçek potansiyeli, ekonomik uygulanabilirlik ve çevresel etkilerin birlikte değerlendirilmesiyle ortaya konulabilir (Simmons ve ark., 2023; Georganas ve ark., 2024; Sugiharto ve Nuengjamnong, 2025).

10. SANAYİ YAN ÜRÜN GRUPLARININ KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ

Çizelge 1, incelenen yan ürünlerin kanatlı besleme bakımından öne çıkan potansiyellerini ve formülasyonda dikkate alınması gereken başlıca kısıtları özetlemektedir. Çizelgedeki ifadeler genel bir kullanım önerisi veya güvenli katılım yüzdesi olarak yorumlanmamalıdır; her materyal için uygun performans verileri de esas alınmalıdır (Sugiharto ve ark., 2018; Georganas ve ark., 2024).

Çizelge 1. Başlıca gıda sanayi yan ürünlerinin kanatlı besleme açısından karşılaştırılması

Yan ürün grubu	Öne çıkan bileşenler	Kullanımı sınırlayan özellikler
Fırıncılık ürünleri	Nişasta, değişken yağ	Tuz, yağ oksidasyonu,
Üzüm, nar, turunçgil	Fenolik bileşenler, pektin	Tanen yükü, çözünür lif, nem
Vişne, guava, domates	Lif, fenoller, pigmentler	Kurutma maliyeti, güvenli depolama
Zeytin ve bira posası	Lif, yağ veya protein	Lif düzeyi, değişken sindirilebilirlik
Manyok, palmiye küspesi	Kalıntı nişasta, yapısal lif	İşleme gereksinimi ve güvenliği

11. GELECEKTEKİ ARAŞTIRMALAR İÇİN ÖNERİLER

Gıda sanayi yan ürünlerinin kanatlı beslemede kullanımına yönelik mevcut araştırmaların önemli bir bölümü etlik piliçler üzerinde yürütülen besleme denemelerine dayanmaktadır. Bununla birlikte, söz konusu yan ürünlerin yumurtacı tavuklar ve diğer kanatlı türlerinde kullanımına ilişkin bilimsel verilerin artırılması önem taşımaktadır. Özellikle yumurta verimi, yumurta iç ve dış kalite özellikleri, besin maddelerinin sindirilebilirliği ve uzun dönem sağlık göstergeleri üzerindeki etkilerinin farklı tür, genotip ve üretim dönemleri bakımından karşılaştırmalı olarak araştırılması gerekmektedir. Gelecekte yürütülecek çalışmalarda, kullanılan yan ürünlerin botanik kökeni, elde edildiği endüstriyel üretim süreci, uygulanan işleme yöntemleri, kuru madde esasına göre besin maddesi bileşimi ve rasyona katılım oranları ayrıntılı biçimde belirtilmelidir. Ayrıca araştırmaların bilimsel güvenilirliğinin ve sonuçların karşılaştırılabilirliğinin artırılmasında deneme birimi, tekerrür sayısı ve deneme düzenine ilişkin bilgilerin eksiksiz bildirilmesinin yararlı olabileceği düşünülmektedir (Sugiharto ve ark., 2018; Simmons ve ark., 2023). Fermantasyon sıcaklığı, nem düzeyi ve uygulama süresine ilişkin bilgilerin verilmesi de

yararlı olabilir. Yemde bulunabilecek zararlı maddelerin ve işleme maliyetlerinin de göz önünde bulundurulması gerekebilir.

Alternatif yem hammaddelerinin bağırsaktaki mikroorganizma, bağırsak dokusunun yapısı (tüy uzunluğu, kript derinliği gibi) ve hayvansal ürün kalitesi üzerindeki etkilerinin incelenmesi gerekir. Elde edilen sonuçların diğer çalışmalarla karşılaştırılabilecek biçimde sunulması da yararlı olabilir. Elde edilen bulguların ekonomik fizibilite analizleri ve yaşam döngüsü değerlendirmeleriyle desteklenmesi, gıda sanayi yan ürünlerinin kanatlı beslemede ekonomik, çevresel ve teknik açıdan sürdürülebilir kullanım olanaklarının daha kapsamlı biçimde ortaya konulmasına katkı sağlayacaktır (Lee ve ark., 2017; Ababor ve ark., 2023; Georganas ve ark., 2024; Sugiharto ve Nuengjamnong, 2025).

12. SONUÇ

Gıda sanayi yan ürünleri, kalite kontrol koşullarında kanatlı rasyonları için alternatif enerji, protein ve biyoaktif bileşen kaynakları oluşturabilir. Fırıncılık yan ürünleri özellikle enerji ikamesi; bazı meyve ve sebze posaları fenolik bileşenler; bira ve yağ işleme yan ürünleri ise protein ve lif çeşitliliği bakımından dikkat çekmektedir. Bununla birlikte yem maddesinin kaynağı, işleme şekli ve rasyona eklenme seviyesi değiştiğinde elde edilen bulgular da değişebilir.

Uygulanabilir bir besleme yöntemleri için hammadde standardizasyonu, metabolize edilebilir enerji(AMEn) ve sindirilebilir amino asit esaslı rasyon formülasyonu, gereklidir. Bu koşullar sağlandığında gıda sanayi yan ürünlerinin değerlendirilmesi, kanatlı yetiştiriciliğinde kaynak kullanım etkinliğine ve döngüsel biyoekonomi hedeflerine katkı sağlayabilir (Simmons ve ark., 2023; Georganas ve ark., 2024).

KAYNAKÇA

Ababor, S., Tamiru, M., Alkhtib, A., Wamatu, J., Kuyu, C. G., Teka, T. A., . . . Burton, E. (2023). The use of biologically converted agricultural byproducts in chicken nutrition. Sustainability, 15(19), 14562. https://doi.org/10.3390/su151914562

Abu Hafsa, S. H., & Ibrahim, S. A. (2018). Effect of dietary polyphenol-rich grape seed on growth performance, antioxidant capacity and ileal microflora in broiler chicks. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 102(1), 268–275. https://doi.org/10.1111/jpn.12688

Aditya, S., Ohh, S. J., Ahammed, M., & Lohakare, J. (2018). Supplementation of grape pomace (Vitis vinifera) in broiler diets and its effect on growth performance, apparent total tract digestibility of nutrients, blood profile, and meat quality. Animal Nutrition, 4(2), 210–214. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.004

Akuru, E. A., Mpendulo, C. T., Oyeagu, C. E., & Nantapo, C. W. T. (2021). Pomegranate (Punica granatum L.) peel powder meal supplementation in broilers: Effect on growth performance, digestibility, carcase and organ weights, serum and some meat antioxidant enzyme biomarkers. Italian Journal of Animal Science, 20(1), 119–131. https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1870877

Al-Harthi, M. A. (2016). The efficacy of using olive cake as a by-product in broiler feeding with or without yeast. Italian Journal of Animal Science, 15(3), 512–520. https://doi.org/10.1080/1828051X.2016.1194173

Al-Ruqaie, I. M., Swillam, S. A., Al-Batshan, H. A., & Shafey, T. M. (2011). Performance, nutrient utilization and carcass characteristics and economic impact of broiler chickens fed extruded bakery waste. Journal of Animal and Veterinary Advances, 10(16), 2061–2066. https://doi.org/10.3923/javaa.2011.2061.2066

Al Sagan, A. A., Al-Abdulkader, A. M., Al-Dakhil, A. I., Khalil, S., & Al-Khuraish, M. M. (2021). Technical and economic potentials of the unconventional extruded dried Arabic bread wastes in broilers diets. Saudi Journal of Biological Sciences, 28(1), 262–271. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.09.058

Al-Tulaihan, A. A., Najib, H., & Al-Eid, S. M. (2004). The nutritional evaluation of locally produced dried bakery waste (DBW) in the broiler diets. Pakistan Journal of Nutrition, 3(5), 294–299. https://doi.org/10.3923/pjn.2004.294.299

Chaib Eddour, A. R., Litim, M., Larbaoui, A., Bouderoua, K., & Belhocine, C. (2023). Effect of graded levels of dried orange (Citrus sinensis) byproducts on production efficiency, blood parameters and antioxidant status of broiler chickens. Asian Journal of Dairy and Food Research, 42(3), 314–319. https://doi.org/10.18805/ajdfr.DRF-307

Chukwukaelo, A. K., Aladi, N. O., Okeudo, N. J., Obikaonu, H. O., Ogbuewu, I. P., & Okoli, I. C. (2018). Performance and meat quality characteristics of broilers fed fermented mixture of grated cassava roots and palm kernel cake as replacement for maize. Tropical Animal Health and Production, 50(3), 485–493. https://doi.org/10.1007/s11250-017-1457-7

Georganas, A., Kyriakaki, P., Giamouri, E., Mavrommatis, A., Tsiplakou, E., & Pappas, A. C. (2024). Mediterranean agro-industrial by-products and food waste in pig and chicken diets: Which way forward? Livestock Science, 289, 105584. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105584

Gungor, E., Altop, A., & Erener, G. (2024). Effect of fermented tomato pomace on the growth performance, antioxidant capacity, and intestinal microflora in broiler chickens. Animal Science Journal, 95(1), e13885. https://doi.org/10.1111/asj.13885

Gungor, E., & Erener, G. (2020). Effect of dietary raw and fermented sour cherry kernel (Prunus cerasus L.) on growth performance, carcass traits, and meat quality in broiler chickens. Poultry Science, 99(1), 301–309. https://doi.org/10.3382/ps/pez490

Lee, M. T., Lai, L. P., Lin, W. C., Ciou, J. Y., Chang, S. C., Yu, B., & Lee, T. T. (2017). Improving nutrition utilization and meat quality of broiler chickens through solid-state fermentation of agricultural by-products by Aureobasidium pullulans. Revista Brasileira de Ciência Avícola, 19(4), 645–654. https://doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0495

Nopparatmaitree, M., Nava, M., Chumsangchotisakun, V., Saenphoom, P., Chotnipat, S., & Kitpipit, W. (2022). Effect of trimmed asparagus by-products supplementation in broiler diets on performance, nutrients digestibility, gut ecology, and functional meat production. Veterinary World, 15(1), 147–161. https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.147-161

Parpinelli, W., Cella, P. S., Eyng, C., Broch, J., Savaris, V. D. L., Santos, E. C., . . . Nunes, R. V. (2020). Impact of

dried brewers' grains supplementation on performance, metabolism and meat quality of broiler chickens. South African Journal of Animal Science, 50(2), 186–195. https://doi.org/10.4314/sajas.v50i2.2

Saleh, H., Golian, A., Kermanshahi, H., & Mirakzehi, M. T. (2018). Antioxidant status and thigh meat quality of broiler chickens fed diet supplemented with α-tocopherol acetate, pomegranate pomace and pomegranate pomace extract. Italian Journal of Animal Science, 17(2), 386–395. https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1362966

Sharifian, M., Hosseini-Vashan, S. J., Fathi Nasri, M. H., & Perai, A. H. (2019). Pomegranate peel extract for broiler chickens under heat stress: Its influence on growth performance, carcass traits, blood metabolites, immunity, jejunal morphology, and meat quality. Livestock Science, 227, 22–28. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.06.021

Simmons, C. W., Duan, F., Pitesky, M. E., Liu, Y., & Tobar, Z. (2023). Incorporation of recovered food and food scraps into poultry feed: A systematic review. CABI Reviews, 18, 1–9. https://doi.org/10.1079/cabireviews.2023.0048

Sirirotjanaput, W., Chobtang, J., Isuwan, A., Chimtomg, S., & Sittiya, J. (2025). Effects of adding dietary bakery waste to corn on broiler growth performance, carcass traits, and feed costs. Veterinary World, 18(2), 440–445. https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.440-445

Sosnówka-Czajka, E., Skomorucha, I., Obremski, K., & Wojtacha, P. (2023). Performance and meat quality of broiler chickens fed with the addition of dried fruit pomace. Poultry Science, 102(6), 102631. https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102631

Sugiharto, S., & Nuengjamnong, C. (2025). An update review on the use of agro-industrial byproducts on carcass and meat quality of broiler chickens. Discover Food, 5, Article 203. https://doi.org/10.1007/s44187-025-00509-0

Sugiharto, S., Yudiarti, T., & Isroli, I. (2019). Growth performance, haematological parameters, intestinal microbiology, and carcass characteristics of broiler chickens fed two-stage fermented cassava pulp during finishing phase. Tropical Animal Science Journal, 42(2), 113–120. https://doi.org/10.5398/tasj.2019.42.2.113

Sugiharto, S., Yudiarti, T., Isroli, I., Widiastuti, E., & Putra, F. D. (2017). Effects of feeding cassava pulp fermented with Acremonium charticola on growth performance, nutrient digestibility and meat quality of broiler chicks. South African Journal of Animal Science, 47(2), 130–139. https://doi.org/10.4314/sajas.v47i2.4

Sugiharto, S., Yudiarti, T., Isroli, I., & Widiastuti, E. (2018). The potential of tropical agro-industrial by-products as a functional feed for poultry. Iranian Journal of Applied Animal Science, 8(3), 375–385.

Tareen, M. H., Wagan, R., Siyal, F. A., Babazadeh, D., Bhutto, Z. A., Arain, M. A., & Saeed, M. (2017). Effect of various levels of date palm kernel on growth performance of broilers. Veterinary World, 10(2), 227–232. https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.227-232

Tufarelli, V., Passantino, L., Zupa, R., Crupi, P., & Laudadio, V. (2022). Suitability of dried olive pulp in slow-growing broilers: Performance, meat quality, oxidation products, and intestinal mucosa features. Poultry Science, 101(12), 102230. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102230

Turcu, R. P., Panaite, T. D., Untea, A. E., Șoica, C., Iuga, M., & Mironeasa, S. (2020). Effects of supplementing grape pomace to broilers fed polyunsaturated fatty acids enriched diets on meat quality. Animals, 10(6), 947. https://doi.org/10.3390/ani10060947

Vieira, S. S., Tavares, F. B., Vieira, E. D. S., Moura, E. S., Lopes, W. S., Marinho, A. M., . . . Neta, E. R. S. (2023). Dehydrated guava by-product in feed for slow-growing broilers. Frontiers in Animal Science, 4, 1189291. https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1189291

Vlaicu, P. A., Untea, A. E., Panaite, T. D., & Turcu, R. P. (2020). Effect of dietary orange and grapefruit peel on growth performance, health status, meat quality and intestinal microflora of broiler chickens. Italian Journal of Animal Science, 19(1), 1394–1405. https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1845576

ZOOTEKNİ ALANINDA

GÜNCEL KONULAR VE

AKADEMİK DEĞERLENDİRMELER

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com