

KANATLI HAYVANLARDA BESLENME İLE İLİŞKİLİ METABOLİK DURUMLAR

Editörler

Prof. Dr. Ladine BAYKAL ÇELİK

Prof. Dr. Ahmet TEKELİ



© Copyright 2025

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Yayınevi A.Ş.'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN
978-625-375-782-3

Sayfa ve Kapak Tasarımı
Akademisyen Dizgi Ünitesi

Kitap Adı
Kanatlı Hayvanlarda Beslenme ile
İlişkili Metabolik Durumlar

Yayıncı Sertifika No
47518

Editörler
Prof. Dr. Ladine BAYKAL ÇELİK
ORCID iD: 0000-0003-3352-9181

Baskı ve Cilt
Vadi Matbaacılık

Prof. Dr. Ahmet TEKELİ
ORCID iD: 0000-0002-6525-7267

Bisac Code
SCI070000

Yayın Koordinatörü
Yasin DİLMEN

DOI
10.37609/akya.3918

Kütüphane Kimlik Kartı

Kanatlı Hayvanlarda Beslenme ile İlişkili Metabolik Durumlar / ed. Ladine Baykal Çelik, Ahmet Tekeli.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2025.
286 s. : resim, şekil, tablo. ; 160x235 mm.
Kaynakça var.
ISBN 9786253757823

UYARI

Bu üründe yer alan bilgiler sadece lisanslı tıbbi çalışanlar için kaynak olarak sunulmuştur. Herhangi bir konuda profesyonel tıbbi danışmanlık veya tıbbi tanı amacıyla kullanılmamalıdır. Akademisyen Kitabevi ve alıcı arasında herhangi bir şekilde doktor-hasta, terapist-hasta ve/veya başka bir sağlık sunum hizmeti ilişkisi oluşturmaz. Bu ürün profesyonel tıbbi kararların eşleniği veya yedeği değildir. Akademisyen Kitabevi ve bağlı şirketleri, yazarları, katılımcıları, partnerleri ve sponsorları ürün bilgilerine dayalı olarak yapılan bütünlük uygulamalardan doğan, insanlarda ve cihazlarda yaralanma ve/veya hasarlardan sorumlu değildir. İlaçların veya başka kimyasalların reçete edildiği durumlarda, tavsiye edilen dozunu, ilacın uygulanacak süresi, yöntemi ve kontraendikasyonlarını belirlemek için, okuyucuya üretici tarafından her ilaca dair sunulan güncel ürün bilgisini kontrol etmesi tavsiye edilmektedir. Dozun ve hasta için en uygun tedavinin belirlenmesi, tedavi eden hekimin hastaya dair bilgi ve tecrübeleri ne dayanak oluşturması, hekimin kendi sorumluluğundadır.

Akademisyen Kitabevi, üçüncü bir taraf tarafından yapılan kitaba dair değişikliklerden sorumlu değildir.

GENEL DAĞITIM
Akademisyen YAYINEVİ A.Ş.

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara
Tel: 0312 431 16 33
siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖNSÖZ

Modern kümes hayvanı üretimi günümüzde bulaşıcı olmayan, kümes hayvanının sağlığı ve refahıyla yakından ilgili, ekonomik verimliliği etkileyen, beslenmeye bağlı bir takım metabolik bozukluklar olarak adlandırılan sorunlarla karşı karşıyadır. Hem etlik hem de yumurtacı tavukların genel ölüm oranları, en yüksek büyüme hızına veya en yüksek yumurta verimine sahip hayvanları etkilemektedir. **Kanatlı Hayvanlarda Beslenmeyle İlişkili Metabolik Durumlar** isimli kitap, 17 bölümden oluşmaktadır. Bu kitap, kanatlı hayvanlarda asites, ani ölüm sendromu, karaciğer, böbrek, kalp, taşlık sorunları, kafes yorgunluğu, iskelet bozuklukları, ayak tabanı dermatiti, ishal, yapışkan dışkı, sindirilmemiş dışkı atma, prolapsus, asidozis-alkolosiz, vitamin ve mineral yetersizliklerinin neden olduğu önemli metabolik problemleri ele almaktadır. Her bir metabolik problemin oluşumu ve genel semptomları, patolojisi ve metabolik değişiklikleri, metabolik durumun sebepleri, tedavi için yaklaşım ve koruyucu yöntemleri kapsamlı şekilde ele alınmıştır. Zooteknist ve Veteriner Hekimler ile bu alanda eğitim gören lisans ve lisansüstü öğrenciler için teorik ve pratiğe yönelik detaylı bilgiler sunulmuştur. Metabolik bozukluklar, doğaları gereği verimli modern kümes hayvanı üretiminin önünde sürekli bir engeldir. Kontrol altına alınmaları, kümes hayvanlarında sağlığın korunması ve genel hastalıkların önlenmesine yönelik akıllı bir kümes için yönetim uygulamalarını ve besleme stratejisini gerektirir. Bu kitapta sunulan bilgilerin, kümes hayvanlarında metabolik bozuklukların daha iyi anlaşılmasına ve yönetilmesine katkıda bulunmasını umuyoruz.

Bu kitaptaki bölüm yazarları hocalarımızın Zootekni Hayvan Besleme ve Veteriner Hayvan Besleme Kürsülerini temsil etmelerine özen gösterilmiştir. İki farklı fakülte, benzer anabilim dalındaki hocalarımızın bir çatı altında bir araya gelmeleri bizleri çok sevindirmiştir.

Editörler:

Prof.Dr. Ladine Baykal Çelik

Prof.Dr. Ahmet Tekeli

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1	Kanatlı Hayvanlarda Besleme Kaynaklı İshal (Diyare).....1 <i>Ahmet ŞAHİN</i> <i>Demirel ERGÜN</i> <i>Güray ERENER</i>
BÖLÜM 2	Gizzard (Taşlık) Erozyonu41 <i>Ahmet TEKELİ</i> <i>Hasan Rüştü KUTLU</i>
BÖLÜM 3	Tavuklarda Asites (Pulmoner Hipertansiyon) Sendromu, (Water Belly)57 <i>Ahmet TEKELİ</i> <i>Selçuk Seçkin TUNCER</i>
BÖLÜM 4	Mineral Yetersizliği / Toksisitesi.....75 <i>Arda ÇELİK</i>
BÖLÜM 5	Sindirilmemiş Dışkı Atma (Malabsorption Syndrome).....105 <i>Arda YILDIRIM</i> <i>Ercan MEVLİYAOĞULLARI</i>
BÖLÜM 6	Yapışkan Dışkı (Sticky Droppings)131 <i>Cevdet Gökhan TÜZÜN</i>
BÖLÜM 7	Vitamin Yetersizliği / Toksisitesi.....147 <i>Figen KIRKPINAR</i>
BÖLÜM 8	Tavuklarda İskelet Hastalıkları173 <i>Yusuf KONCA</i> <i>Yusuf CUFADAR</i>
BÖLÜM 9	Kanatlı Hayvanlarda Ayak Tabanı (Footpad) Dermatiti187 <i>Kalbiye KONANÇ</i> <i>Ergin ÖZTÜRK</i>

BÖLÜM 10	Elektrolit Dengesizliği: Asidozis ve Alkolozis.....195 <i>Ladine BAYKAL ÇELİK</i> <i>Mehmet ÇELİK</i>
BÖLÜM 11	Yağlı Karaciğer Hemorajik Sendromu.....209 <i>Mehmet Akif YÖRÜK</i> <i>Mükremin ÖLMEZ</i>
BÖLÜM 12	Prolapsus219 <i>Neşe Nuray TOPRAK</i>
BÖLÜM 13	Kanatlılarda Ani Ölüm Sendromu229 <i>Tahir BALEVİ</i>
BÖLÜM 14	Yağlı Böbrek Sendromu243 <i>Tarkan ŞAHİN</i> <i>Mükremin ÖLMEZ</i>
BÖLÜM 15	Kanatlılarda Yuvarlak Kalp Hastalığı ve Aort Yırtılması251 <i>Tuncay TUFAN</i> <i>Kıvanç İRAK</i>
BÖLÜM 16	Kafes Yorgunluğu.....261 <i>Yusuf CUFADAR</i> <i>Yusuf KONCA</i>
BÖLÜM 17	Gut ve Böbrek Ürolitiazis.....269 <i>Zeynep ŞAHAN</i> <i>Mehmet GÜDÜL</i>

YAZARLAR

Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat
Fakültesi Zootečni Bölümü

Vet. Hek. Demirel ERGÜN

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp
Fakültesi Deney Hayvanları Yerel Etik
Kurulu Hayvan Refahı Birimi

Prof. Dr. Güray ERENER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat
Fakültesi Zootečni Bölümü

Prof. Dr. Ahmet TEKELİ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat
Fakültesi Zootečni Bölümü

Prof. Dr. Hasan Rüştü KUTLU

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Zootečni Bölümü

Prof. Dr. Ahmet TEKELİ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat
Fakültesi Zootečni Bölümü

Doç. Dr. Selçuk Seçkin TUNCER

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat
Fakültesi Zootečni Bölümü

Doç. Dr. Arda ÇELİK

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Zootečni Bölümü

Prof. Dr. Arda YILDIRIM

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ercan

MEVLİYAĞULLARI

Başkent Üniversitesi, Kahramankazan
Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve
Hayvansal Üretim Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Cevdet Gökhan TÜZÜN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü

Prof. Dr. Figen KIRKPINAR

Ege Üniversitesi Yemler ve Hayvan
Besleme AD.

Prof. Dr. Yusuf KONCA

Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Zootečni Bölümü

Prof. Dr. Yusuf CUFADAR

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Zootečni Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Kalbiye KONANÇ

Ordu Üniversitesi, Ulubey Meslek
Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü

Prof.Dr. Ergin ÖZTÜRK

Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü

Prof. Dr. Ladine BAYKAL ÇELİK
Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Yemler ve Hayvan Besleme AD.

Prof. Dr. Mehmet ÇELİK
Çukurova Üniversitesi, Ceyhan
Veteriner Fakültesi Veterinerlik Gıda
Hijyeni ve Teknolojisi AD.

Prof. Dr. Mehmet Akif YÖRÜK
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner
Fakültesi Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları AD.

Doç. Dr. Mükremin ÖLMEZ
Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Hayvan Besleme ve Beslenme
Hastalıkları AD.

Doç. Dr. Neşe Nuray TOPRAK
Ankara Üniversitesi Yemler ve Hayvan
Besleme AD.

Prof. Dr. Tahir BALEVİ
Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Hayvan Besleme ve Beslenme
Hastalıkları. AD.

Prof. Dr. Tarkan ŞAHİN
Kafkas Üniversitesi Hayvan Besleme
Ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

Doç. Dr. Mükremin ÖLMEZ
Kafkas Üniversitesi Hayvan Besleme
Ve Beslenme Hastalıkları AD.

Prof. Dr. Tuncay TUFAN
Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Hayvan Besleme ve Beslenme
Hastalıkları AD.

Prof. Dr. Kıvanç İRAK
Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Biyokimya AD.

Prof. Dr. Yusuf CUFADAR
Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Zootečni Bölümü

Prof. Dr. Yusuf KONCA
Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Zootečni Bölümü

Doç. Dr. Zeynep ŞAHAN
Adıyaman Üniversitesi Veterinerlik
Bölümü

Mehmet GÜDÜL
Veteriner Hekim

BÖLÜM 1

KANATLI HAYVANLARDA BESLEME KAYNAKLI İSHAL (DİYARE)

Ahmet ŞAHİN¹, Demirel ERGÜN², Güray ERENER³

GİRİŞ

Tüketici tarafından antibiyotiksiz hayvansal ürünlere olan talebin artması ve antibiyotik büyüme hızlandırıcıların kullanımının yasaklanması nedeniyle, kümes hayvanı yem endüstrisi antibiyotik kullanımından vazgeçmiştir. Bunun sonucu olarak hastalıklarla mücadele zorlaşmış ve antibiyotik büyüme hızlandırıcıları kullanmadan kümes hayvanlarının sağlığını koruyup besin madde ve enerji kullanımını iyileştirerek performansı artırmanın yeni yollarını bulmaya odaklanılmıştır. Ancak, bu yeni durum hayvanların hastalanmasını daha ön plana çıkarmıştır. Kümes yönetimi ve özellikle besleme yönetimindeki en küçük bir hata, kümes hayvanlarında yem tüketiminde değişime, performans düşüklüğüne ve ishal vakalarına yol açmaktadır. Kanatlı hayvanlarda yem kaynaklı ishal; rasyon bileşenlerinin hatalı formülasyonu, besleme hataları, düşük ve yüksek kaliteli yem hammadde-leri, antibesinsel faktörler, mikrobiyal ve mikotoksin kontaminasyonları gibi etmenlerin birleşimiyle ortaya çıkar. Bu durum hem hayvan refahını hem de üretim performansını ciddi şekilde etkileyen bir sindirim sistemi sorunudur. Hijyen ve besleme yönetimindeki hatalar, ishalin ve enfeksiyonların başlıca nedenlerinden olup patojenlerin yayılımını kolaylaştırır ve sürü sağlığını olumsuz yönde etkiler. İshal sonucu yemden yararlanma düşer, büyüme hızı azalır, yumurta verimi olumsuz etkilenir ve karkas kalitesi bozulur. Ayrıca altlık ıslanması ve amonyak salınımının artması gibi çevresel sorunlar da beraberinde gelir. İshal ve gevşek dışkılama, kümes hayvanlarının verim performanslarının düşmesi-ne yol açan başlıca sorunlarından biridir. İshal sadece yemden yararlanmayı azaltmakla

¹ Prof. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, ahmet.sahin@ahievran.edu.tr, ORCID iD : 000-0002-0192-3961

² Vet. Hek., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi Deney Hayvanları Yerel Etik Kurulu Hayvan Refahı Birimi, demirel.ergun@ahievran.edu.tr, ORCID iD : 0000-0002-4047-0512

³ Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, ORCID iD : 0000-0002-8025-2560

ekonomik kayıpları azaltır. Mikotoksinlerden etkilenmemek için yem ham maddelerinde nem oranını %13'ün altında tutmak, toksin bağlayıcıları olarak kil mineralleri (bentonit, zeolit), mayadan türetilmiş gluklanlar, enzimatik detoksifikasyon, probiyotikler ve prebiyotiklerin kullanımı, vitamin ve mineral takviyesi (özellikle A, E, Se) antioksidan savunmayı güçlendirir ve ishalde sıvı kaybını önlemek için elektrolit çözeltiler kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Saenz JAC. Diet quality correlation with digestive problems in poultry farming. 2022. <https://www.veterinariadigital.com/en/articulos/diet-quality-correlation-with-digestive-problems-in-poultry-farming/>, erişim tarihi: 20.08.2025.
2. Kırkpınar F, Açıkgöz Z. Kanatlı hayvanlarda nişasta tabiyatında olmayan polisakkaritlerin sindirim sistemi mikrobiyotası üzerine etkileri. *Journal of Animal Production*, 2003;44(2): 20-28.
3. Wang X, Zhang J, Zhang K, Xu G, Guo Z, Gu X, ... & Wang L. Effects of *Cordyceps militaris* solid medium on the growth performance, immunity parameters and intestinal health of broilers. *Animal Bioscience*, 2025;38(9): 1959-1972.
4. Kutlu HR, Çelik L, Tekeli A. Etlik piliç üretiminde yeni besleme uygulamaları ve geleceği. II. Uluslararası Beyaz Et Kongresi, 24-28 Nisan 2013, Kongre Kitabı: 37-51.
5. Bhojar A. Managing gut health—a key challenge in ABF broiler Production. Küresel Kümes Hayvanları Teknik Müdürü, EW Nutrition. 2023. <https://ew-nutrition.com/managing-gut-health-key-challenge-abf-broilerproduction/#:~:text=Proper%20nutrition%20and%20management%20practices,essential%20for%20maintaining%20gut%20health>, erişim tarihi 30.08.2025.
6. Collett SR. Nutrition and wet litter problems in poultry. *Animal Feed Science and Technology*, 2012;173(1-2): 65-75.
7. Raza, A., Bashir, S., Tabassum, R. (2019). An update on carbohydrases: growth performance and intestinal health of poultry. *Heliyon* 5:e01437. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.
8. Gao M, Wang J, Lv Z. Supplementing genistein for breeder hens alters the growth performance and intestinal health of offspring. *Life*, 2023;13, 1468. <https://doi.org/10.3390/life13071468>.
9. Hu Z, Liu L, Guo F, Huang J, Qiao J, Bi R, ... & Wang, Z. Dietary supplemental coated essential oils and organic acids mixture improves growth performance and gut health along with reduces *Salmonella* load of broiler chickens infected with *Salmonella* Enteritidis. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2023;14(1): 95.
10. Kutlu H.R. Kanatlı Hayvan Besleme (Teorik Temel-Pratik uygulama) Ders Notu, Adana, 2023.
11. Alltech. Chicken faecal analysis. Alltech Western Canada Unit 21, 10551-50th Street S.E., Calgary, Alberta T2C 3E3, 2025.
12. Islam KMS, & Akhtar MM. Dietary manipulation to improve the gut health of poultry. *Veterinary Research Notes*, 2022;2(1): 1-10.
13. Patterson JA, Burkholder KM. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poultry Science*, 2003;82(4): 627-631.
14. Kogut MH, Yin XiaoNan YX, Yuan JianMin YJ, Broom LJCR. Gut health in poultry. *CABI Reviews*, 2017;1-7.
15. El-Saadony MT, Umar Yaqoob M, Hassan F, Alagawany M, Arif M, Taha AE, Elnesr SS, El-Tarabily KA, Abd El-Hack ME. Applications of butyric acid in poultry production: the dynamics

- of gut health, performance, nutrient utilization, egg quality, and osteoporosis. *Animal Health Research Reviews*, 2022; 23: 136–146.
16. Damerow G. The chicken health handbook, Edited by Amanda R. Haar, Printed in the United States by Capital City Press, 1994; 491 sayfa.
 17. Sadek SA, Shaapan RM, Barakat AM. Campylobacteriosis in poultry: a review. *Journal of World's Poultry Research*, 2023;13(2): 168-179.
 18. Gwatkin R. Poultry section—diseases of young chicks. *The Canadian Veterinary Journal*, 1986; 27(4): 191.
 19. Jacop J. Pullorum disease in poultry. University of Kentucky, 2025. articles.extension.org/pages/68109/pullorum-disease-in-poultry, erişim tarihi: 20.08.2025.
 20. Bushnell LD, Jackley JG. Poultry diseases. Agricultural Experimental Station. Kansas State Agricultural College. 1918;Circular No:70.
 21. Lessenger JE. Diseases from animals, poultry, and fish. In *Agricultural Medicine: A Practical Guide*. Springer, New York; 2006. p. 367-382.
 22. Mnisi CM, Mlambo V, Gila A, Matabane AN, Mthiyane DM, Kumanda C, ... & Gajana CS. Antioxidant and antimicrobial properties of selected phytonutrients for sustainable poultry production. *Applied Sciences*, 2022; 13(1), 99.
 23. Anonim. Diarrhoea in Backyard Poultry. The Chicken Vet. The home of healthy chickens. Webinar 5 Notes 2014. https://d12geb6i3t2qxc.cloudfront.net/webinar_resources/uploads/2014/02/Webinar-Series-5-Notes.pdf, erişim tarihi: 30.08.2025.
 24. Butcher GD, Miles RD. Cause and prevention of wet litter in broiler houses. University of Florida, IFAS Extension, VM99. 2012.
 25. Ülger İ, Beyzi SB, Kaliber M, Konca Y. Kanatlı sektöründe probiyotiklerin etkinliği ve geleceği. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 2015;12(2): 7-12.
 26. Desbruslais A, Wealleans A, Gonzalez-Sanchez D, di Benedetto M. Dietary fibre in laying hens: a review of effects on performance, gut health and feather pecking. *World's Poultry Science Journal*, 2021;77(4): 797-823.
 27. Hetland H, Choct M, Svihus B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 2004;60(4): 415-422.
 28. Choct M. Fibre-chemistry and functions in poultry nutrition. In *LII Simposio Científico de Avicultura*, Málaga 2015;28: 113-119.
 29. Yang Z, Yang JJ, Zhu PJ, Han HM, Wan XL, Yang HM, Wang ZY. Effects of betaine on growth performance, intestinal health, and immune response of goslings challenged with lipopolysaccharide. *Poultry Science*, 2022;101(11): 102153.
 30. Nesse LL, Bakke AM, Eggen T, Hoel K, Kaldhusdal M, Ringø E, ... Krogdahl Å. The risk of development of antimicrobial resistance with the use of coccidiostats in poultry diets. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 2019;11(1): 40–43.
 31. Saif YM. Diseases of poultry. Blackwell Publishing, 2009, 1279 sayfa.
 32. Kutlu HR, Görgülü M, Çelik LB. Genel Hayvan Besleme Ders Notu. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, 2005, Adana.
 33. Rutter WJ, Krichevsky P, Scott HM, Hansen RG. The metabolism of lactose and galactose in the chick. *Poultry Science*, 1953;32(4): 706-715.
 34. Estévez M. Oxidative damage to poultry: From farm to fork. *Poultry Science*, 2015;94(6): 1368–1378.
 35. Tayam S, Karakeçili MR, Erdoğan S. Bölüm VI: Tavuklarda Koksidyosiz Karşı Doğal Yem Hammaddelerinin Kullanımı. Dengeli Besleme Sistemleri: Çiftlik Hayvanlarından Evcil Hay-

- vanlara (Ed: Özlem Karadağoglu), I.Baskı, BİDGE Yayınları; 2024. p. 92-135, Ankara.
36. NRC. National Academies Press. Nutrient Requirements of Poultry. National Academies Press, 1994.
 37. Bayero. Poultry value chain training module and course content centre for dryland agriculture, Bayero University, Kano. 2019.
 38. David A Roland SR, Caldwell D. Relationship of calcium to wet droppings in laying hens. Poultry Science, 1985;64(9): 1809-1812.
 39. Huff WE, Wyatt RD, Tucker TL, Hamilton P B. Ochratoxicosis in the broiler chicken. Poultry Science, 1974;53(4): 1585-1591.
 40. Awad WA, Böhm J, Razzazi-Fazeli E, Ghareeb K, Zentek J. Effect of addition of a probiotic microorganism to broiler diets contaminated with deoxynivalenol on performance and histological alterations of intestinal villi of broiler chickens. Poultry Science, 2006;85(6): 974-979.
 41. İpçak HH, Alçiçek A. Yeni yem kanunu ve yem hijyen yönetmeliği çerçevesinde yemlerde mikotoksin problemi ve çözüm önerileri. VII. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi (Uluslararası Katılımlı), 26 - 27 Eylül 2013, Ankara
 42. Halpin JG, Holmes CE, Hart EB. Salt requirements of poultry. Poultry Science, 1936;15(2): 99-103.
 43. Collier P. Feeding experiments with poultry. New York Agricultural Experiment Station (Geneva) Bulletin 39—New Series 22-23. 1892.
 44. Baloš MŽ, Jakšić S, Knežević S, Kapetanov M. Electrolytes–sodium, potassium and chlorides in poultry nutrition. Archives of Veterinary Medicine, 2016;9(1): 31-42.
 45. Cuervo C, Restrepo L, Bushman DH, Rendón M. The sugars and various cations present in cane molasses and their effect on diarrhea in chickens. Poultry Science, 1972;51(3): 813-820.
 46. Fitzpatrick S, Morton R. Non-infectious diseases of poultry, Agnote No: K2, 2010. https://nt.gov.au/_media/docs/business-and-industry/agriculture/moving-livestock-to-nt/poultry-and-pigeons/non-infectious-diseases.pdf, erişim tarihi: 20.08.2025.
 47. Kehler L. Worms in Poultry. 2020. <https://canadianpoultry.ca/wp-content/uploads/2020/04/worms.pdf>, erişim tarihi: 20.08.2025.
 48. Sanyal SC, Islam KM, Neogy PK, Islam M, Speelman P, Huq MI. Campylobacter jejuni diarrhea model in infant chickens. Infection and Immunity, 1984;43(3): 931-936.
 49. Immerseel FV, Buck JD, Pasmans F, Huyghebaert G, Haesebrouck F, Ducatelle R. Clostridium perfringens in poultry: an emerging threat for animal and public health. Avian pathology, 2004; 33(6): 537-549.
 50. McDevitt RM, Brooker JD, Acamovic T, Sparks NHC. Necrotic enteritis; a continuing challenge for the poultry industry. World's Poultry Science Journal, 2006;62(2): 221-247.
 51. Conway DP, McKenzie ME. Poultry coccidiosis: diagnostic and testing procedures. Blackwell Publishing, 2007, 138 sayfa.
 52. Lorenzoni G. Poultry diseases influenced by gastrointestinal health. Avian Biology Research, 2011;4(3): 160.
 53. Katakam KK, Nejsum P, Kyvsgaard NC, Jørgensen CB, Thamsborg SM. Molecular and parasitological tools for the study of Ascaridia galli population dynamics in chickens. Avian Pathology, 2010;39(2): 81-85.
 54. Laverty G, Skadhauge E. Adaptive strategies for post-renal handling of urine in birds. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 2008;149(3): 246-254.
 55. Weltzien EM. Water quality for poultry. This Factsheet is based on a March 30, 2000 presen-

- tation by Erika Weltzien at Poultry Producer Update sponsored by the Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Maple Leaf Foods, Inc. 2000.
56. Van Der Klis JD, de Lange LOEK. Water intake in poultry. In Proc. 19th European Poultry Nutrition Symposium, Postdam, Germany, 2013; 102-107.
 57. Al-Khalaifah HS. Benefits of probiotics and/or prebiotics for antibiotic-reduced poultry. Poultry Science, 2018;97(11): 3807-3815.
 58. Blair R. Nutrition and feeding of organic poultry (2nd.Edition). University of British Colombia, CABI, 257 sayfa, 2018.
 59. Shakouri MD, Kermanshahi H, Mohsenzadeh M.. Effect of different non starch polysaccharides in semi purified diets on performance and intestinal microflora of young broiler chickens. International Journal of Poultry Science, 2006;5(6): 557–561.
 60. Baurhoo B, Phillip L, Ruiz-Feria CA. Effects of purified lignin and mannanoligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens. Poultry Science, 2007;86(6): 1070–1078. doi:10.1093/ps/86.6.1070.
 61. Borrelli L, Coretti L, Dipinetto L, Bovera F, Menna F, Chiariotti L, ... Fioretti A. Insect-based diet, a promising nutritional source, modulates gut microbiota composition and SCFAs production in laying hens. Scientific reports, 2017;7(1): 16269.
 62. Gupta S, Jain R, Kachhwaha S, Kothari SL. Nutritional and medicinal applications of *Moringa oleifera* Lam. Review of current status and future possibilities. Journal of Herbal Medicine, 2018;11: 1-11.
 63. Ding Y, Hu Y, Yao X, He Y, Chen J, Wu J, ... Song Z. Dietary essential oils improves the growth performance, antioxidant properties and intestinal permeability by inhibiting bacterial proliferation, and altering the gut microbiota of yellow-feather broilers. Poultry Science, 2022;101(11): 102087.
 64. Naeem MI, Hussain F, Farooqi SH, Nisa QU, Sarwar N, Farooq F, Akhtar T, Aziz S, Younis W, Yousaf N. Effectiveness comparison of amoxicillin vs activo against diarrhoea in poultry. In: Asad M, Hussain R, Toor SI, Mughal MAS and Ahmad M (eds), Complementary and Alternative Medicine: Non-Conventional Therapies. Unique Scientific Publishers, Faisalabad, Pakistan, sayfa 38-43. 2024. <https://doi.org/10.47278/book.CAM/2024.224>.
 65. Ahmad R, Yu YH, Hua KF, Chen WJ, Zaborski D, Dybus A, ... Cheng YH. Management and control of coccidiosis in poultry—A review. Animal Bioscience, 2023;37(1): 1.
 66. Groot M, Asseldonk TV, Puls-van der Kamp I. Natural poultry health. A guide to keeping your flock healthy with herbs and other natural products. BioKennis, Wageningen, 2011.
 67. Wang Y, Sheng Z, Li H, Tan X, Liu Y, Zhang W, ... Fan Y. The effects of *Fraxini cortex* and *Andrographis herba* on *Escherichia coli*-induced diarrhea in chicken. Poultry Science, 2025;104(2): 104824.
 68. Mishra P, Das R, Chaudhary A, Mishra B, Jha R. Effects of microalgae, with or without xylanase supplementation, on growth performance, organs development, and gut health parameters of broiler chickens. Poultry Science, 2023;102(11): 103056.
 69. Xu P, Wang J, Chen P, Ding H, Wang X, Li S, ... Xiao Y. Effects of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel on the growth performance and intestinal microbiota of broilers challenged with *Escherichia coli*. Poultry Science, 2024;103(2): 103304.
 70. Regassa A, Nyachoti CM. Application of resistant starch in swine and poultry diets with particular reference to gut health and function. Animal Nutrition, 2018;4(3): 305-310.
 71. Yang QL, Yang L, Qu XY, Xiao DF. Effects of dietary supplementation by modified palygorskite and essential oil/palygorskite complex on growth performance and intestinal flora composition

- of broilers with diarrhea. *Poultry Science*, 2024;103(12): 104379.
72. Abd El-Ghany WA, Babazadeh D. Betaine: A potential nutritional metabolite in the poultry industry. *Animals*, 2022;12: 2624. <https://doi.org/10.3390/ani12192624>.
 73. Bushnell LD, Hinshaw WR, Payne LF. Bacillary white diarrhea. Technical Bulletin 21. Agricultural Experiment Station. Kansas Sate Agricultural College, Manhattan, Kansas, 1926.
 74. Sarı B, Çakmak A. Etlik piliçlerde coccidiosis'den korunmada anticoccidial katkı yem uygulamalarının etkisi. *Kocatepe Veterinary Journal*, 2008;1(1): 1-10.
 75. Ürüşan H, Bölüknaşı ŞC. Zerdeçal kökü tozunun etlik piliçlerde performans, kesim ve ince bağırsak mikroflorası üzerine etkileri, 9. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi Bildiri Kitabı, sayfa 608-649, 3-5 Eylül 2015, Konya.
 76. Kaya H. Hayvan yemlerine yeşil sentez metalik nanopartikül ilavelerinin etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2025;15(1): 298-320.
 77. Aksu T, Bozkurt AS. Effect of dietary essential oils and/or humic acids on broiler performance, microbial population of intestinal content and antibody titres in the summer season. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2009;15(2): 185-190.
 78. Jelveh K, Rasouli B, Kadim IT, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Seidavi A, Phillips CJ. The effects of green tea in the diet of broilers challenged with coccidiosis on their performance, carcass characteristics, intestinal mucosal morphology, blood constituents and ceca microflora. *Veterinary Medicine and Science*, 2022;8(6): 2511-2520.
 79. Chaveerach P, Keuzenkamp DA, Lipman LJA, Van Knapen F. Effect of organic acids in drinking water for young broilers on *Campylobacter* infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological cell changes. *Poultry Science*, 2004;83(3): 330-334.
 80. Cheng YH, Zhang N, Han JC, Chang CW, Hsiao FSH, Yu YH. Optimization of surfactin production from *Bacillus subtilis* in fermentation and its effects on *Clostridium perfringens*-induced necrotic enteritis and growth performance in broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2018;102(5): 1232-1244.
 81. Ghasemi-Sadabadi M, Ebrahimnezhad Y, Maheri-Sis N, Shaddel-Teli A, Ghalehkandi JG, Veldkamp T. Effects of supplementation of pomegranate processing by-products and waste cooking oils as alternative feed resources in broiler nutrition. *Scientific Reports*, 2022;12(1): 21216.
 82. Alsulami MN, El-Saadony MT. Supplementing broiler diets with bacterial selenium nanoparticles enhancing performance, carcass traits, blood indices, antioxidant status, and caecal microbiota of *Eimeria tenella*-infected broiler chickens. *Poultry Science*, 2023;102(12): 103111.
 83. Li L, Chen X, Zhang K, Tian G, Ding X, Bai S, Zeng Q. Effects of thymol and carvacrol eutectic on growth performance, serum biochemical parameters, and intestinal health in broiler chickens. *Animals* 2023;13: 2242. <https://doi.org/10.3390/ani13132242>.

BÖLÜM 2

GIZZARD (TAŞLIK) EROZYONU

Ahmet TEKELİ¹, Hasan Rüştü KUTLU²

GİRİŞ

Gizzard yani taşlık; kaslı mide olarak ta bilinir, içten sert bir zarla kaplanmış şekildedir. Taşlığın yani kaslı midenin kaudal bölgesinin yakınında (yani duodenumun bağlandığı bölge) villi ve mukos bezleri bulunur. Bu kaslı midenin dış tabakası mide kasından oluşmaktadır. Tahıl ağırlıklı beslenen hayvanlarda taşlık, yoğun bir kas gelişimi ile karakterizedir ve kalın, oluklu sert bir malzeme (keratinoid benzeri) tabakası ile kaplanmıştır. Yumuşak yiyecekler yiyen türlerde ise daha az kaslı ve uzun, sakküler (kese biçiminde) ve gerilebilir yapıdadır. Taşlığın ana işlevi, yemleri öğütürerek ince bir macun haline getirmek ve ritmik kasılmalar yoluyla bunu onikiparmak bağırsağına iletmektir. Taşlığın gelişmesi ve işlev görmesi, gastrointestinal sistemi birçok fizyolojik yönden yönettiği için önemlidir. Bunlar;

- Gastrointestinal sistemin motilitesini (hareket yeteneği, gücünü) düzenlemek,
- Digesta (Sindirilmiş içeriğinin) akışının ve gastroduodenal reflülerin kontrolünü sağlamak,
- HCl, safra asidi ve endojen enzimler dahil olmak üzere sindirim salgılarının iyileştirilmesi üzerine katkıda bulunmak,
- Sindirim ve emilim sürecinin senkronizasyonunu sağlamak (1).
- Taşlıkların kanatlı beslenmesinde yem partikül boyutunu azaltarak sindirime yardımcı olma ve yem geçişinin düzenlenmesi gibi bir dizi önemli işlevleri de vardır (2).

Taşlığın hareketliliği, öğütme eylemini ve dolayısıyla yemin sindirilebilirliğini artıracığı için yeme grit katkısı optimum sindirim için gereklidir. Grit vazgeçilmez değildir, yokluğu büyümeyi olumsuz etkilemez. Taşlık normal bağırsak hareketliliğinin göstergesi ve hız belirtecidir (1).

¹ Prof. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, atekelim@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-6525-7267

² Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, hrk@cu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-3891-1534

yakın bir azalma ya da dikkat çekilmiştir. Sonuç olarak, Omeprazol midenin toplam asit içeriğini azaltmış, bu da taşlık erozyonunun hafiflemesine neden olmaktadır (51). Grabarevic ve ark. (52), broyler civcivlere 5 mg/kg ve 10 mg/kg canlı ağırlık başına Simetidin kullandıklarında, kontrol grubuna kıyasla taşlık lezyonlarının önemli düzeyde azaltıldığını bildirmişlerdir. Omeprazol ve Simetidin isimli ilaçlar broylerlerde taşlık erozyonunu azaltabilir. Fakat bu ilaçların kanatlı endüstrisinde pratik olarak kullanımı pek olası değildir.

Adenovirüslerinin tutulumlarının araştırılması ve damızlık aşılama programında uygun değişikliklerin yapılması önerilebilir (4).

SONUÇ

Taşak erozyonu ve ülserasyon sendromu dünya çapında kanatlı hayvan sürülerinde yaygın görünmektedir ve genelde subklinik olarak seyretmektedir. Taşlık erozyonun başlıca nedenleri, kümes hayvanı adenovirüsü A serotipi 1, *Clostridium perfringens* enfeksiyonları, gizzerosin, histamin ve diğer biyojenik aminlerin varlığı olarak tanımlanmıştır. Altlığa erişim eksikliği, balık unu, et kemik unu gibi hayvansal yem bileşenlerinin kullanımı, mikotoksin kontaminasyonu ve yemdeki düşük lif içeriği, stres faktörleri ise taşlık erozyonuna yatkınlık oluşturan faktörlerdir. Taşlık erozyonu ve ülserasyon, kanatlı hayvancılık endüstrisinde sindirimi ve bağışıklık sistemini olumsuz etkileyerek hayvanların performansını olumsuz etkiledikleri gibi, gıda güvenliğini ve halk sağlığını tehlikeye atan sekonder enfeksiyon ve zehirlenmelere de neden olabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenlerden dolayı ön mideyi ve taşlığı etkileyebilecek anormallikler ve rahatsızlıklar göz ardı edilemez.

Denetim ve gözetim olmadan yapılan yem üretim işlemleri, *B. cereus*'un toksin sentezlemesini ve histamin aracılığıyla gizzerosin oluşumunu kolaylaştırabilmektedir. Bu hastalıkların çoğu, mikotoksin bağlayıcıların, bağırsak sağlığı üzerinde olumlu etkisi olan bitki özlerinin, esans yağlarının, yeterli biyogüvenlik programlarının ve iyi bir beslenme stratejisinin kullanımıyla önlenabilir. Bu nedenle, yem hammaddelerinin işlenmesi ve karma yem üretim için protokollerin Zooteknist hayvan beslenme uzmanları ve Veteriner uzmanlar tarafından standardize değerlendirilmesi ve kontrol edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kleyn, R. Chicken nutrition. A guide for nutritions and poultry professionals. 2013; Context products Ltd. Leicestershire, England. 347p.
2. Svihus B. The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. 2011; World's Poultry Science Journal; 67 (2): 207-224.
3. Jones MK, Hofacre CL, Hoerr FJ, et al. Investigations into increased incidence of severe gizzard

- erosions and ulcerations in U.S. commercial broilers. 2023; *Avian Diseases*; 67: 349-363.
4. Summers JD, Adams CA, Lesson S. Metabolic disorders in poultry. 2013, Context Products Ltd. Leicestershire, England. 327p.
 5. Haque MA, Zuo Z, He, C. Pathogenesis of gizzard erosion and ulcerations and comprehensive control strategy in poultry. 2023; In: Abbas RZ, Saeed NM, Younus M, Aguilar-Marcelino L and Khan A (eds), *One Health Triad*, Unique Sientific Publishers, Faisalabad Pakistan; 2 (19): 129-137.
 6. Dondev M, Mijalcev T, Stamenkovski M. Erosion and ulceration of the muscular stomach of light breel chicks during the first few days of rearing. 1986; *Veterinarski Glasnik*; 40 (7-8): 545-549.
 7. Fossum O, Standstedt K, Engström BE. Gizzard erosions as a cause of mortality in white leghorn chickens. 1988; *Avian Pathology*; 17 (2): 519-525.
 8. Gjevre AG, Kaldhusdal M, Eriksen GS. Gizzard erosion and ulceration syndrome in chickens and turkeys: a review of causal or predisposing factors. 2013; *Avian Pathology*; 42: 297-303.
 9. Contreras M. Gizzard erosion in broilers and the impact of avian adenoviruses. 2016; *International Meat Topics*; 7: 27-28.
 10. Moula MM, Bary MA, Shaon MTW, et al. Evaluation of broiler health status through flock health monitoring program in Bangladesh. 2020; *Poultry Science Journal*; 8 (1): 59-72.
 11. Al-Garni AA, Khalifa FK, Zeyadi MA. Comparative study of the efficacy of prebiotics and probiotics as dietary supplements in rats with gastric ulcer. 2021; *Journal of Pharmaceutical Research International*; 33 (28A): 137-145.
 12. Jiao D, Qian, ZJ, Wang Y, et al. Simultaneous detection of gizzerosine and its precursor histamine in feeds and raw materials using UHPLC-MS/MS to evaluate feed safety risks. 2024; *Microchemical Journal*; 202 (110805): 1-9.
 13. Masumura T, Horaguchi H, Horikawa H, et al. Gizzard erosion and ulceration in broilers. 3. Toxic substances in fish meal. 1981; *Japanese Poultry Science*; 18: 98-104.
 14. Sugahara M. Black vomit, gizzard erosion and gizzerosine. 1995; *World's Poultry Science Journal*; 51 (3): 293-306.
 15. Sugahara M, Hattori T, Nakajima T. Effect of synthetic gizzerosine on growth, mortality and gizzard erosion in broiler chicks. 1988; *Poultry Science*; 67 (11): 1580-1584.
 16. Anonymous, 2025. Calibrin®-Z decreases gizzard erosion in day old chicks. <https://amlan.com/blog/calibrinz-decreases-gizzard-erosion-chicks/> (27.10.2025).
 17. Wang Y, Quan H, Li X, et al. Contamination with fumonisin B and deoxynivalenol is a threat to egg safety and contributes to gizzard ulcerations of newborn chickens. 2021; *Frontiers in Microbiology*; 12 (676671): 1-9.
 18. Hoerr FJ. Pathogenesis of enteric diseases. 1998; *Poultry Science*; 77: 1150-1155.
 19. Ono M, Okuda Y, Yazawa S, et al. Adenoviral gizzard erosion in commercial broiler chickens. 2003; *Veterinary Pathology*; 40 (3): 294-303.
 20. Zhang Q, Zuo Z, Guo Y, et al. Contaminated feed-borne *Bacillus cereus* aggravates respiratory distress post avian influenza virus H9N2 infection by inducing pneumonia. 2019; *Scientific Reports*, 9 (7231): 1-9.
 21. Barnes DM, Kirby YK, Oliver, KG. Effects of biogenic amines on growth and the incidence of proventricular lesions in broiler chickens. 2001; *Poultry Science*; 80: 906-911.
 22. Macan J, Turk R, Vukušić J, et al. Long-term follow-up of histamine levels in a stored fish meal sample. 2006; *Animal Feed Science and Technology*; 127 (1-2): 169-174.
 23. Smith TK, Tapia-Salazar M, Cruz-Suarez LE, et al. Feed-borne biogenic amines: Natural toxic

- cants or growth promoters? In: Cruz-Suarez LE, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M, Olvera-Novoa MA, Civera-Cerecedo R, (eds). *Avances en Nutricion Acuicola. V. Memories del V Simposium Internacional de Nutricion Acuicola*. 2000; 19-22 November, Merida, Yucatan, Mexico; p: 24-32.
24. Lim TH, Kim BY, Kim MS, et al. Outbreak of gizzard erosion associated with fowl adenovirus infection in Korea. 2012; *Poultry Science* 91: 1113–1117.
 25. Manarolla G, Pisoni G, Moroni P, et al. Adenoviral gizzard erosions in Italian chicken flock. 2009; *Veterinary Record*; 164 (24): 754-756.
 26. Schade B, Schmitt F, Böhm B, et al. Adenoviral gizzard erosion in broiler chickens in Germany. 2013; *Avian Diseases*; 57 (1): 159–163.
 27. Bulbule NR, Deshmukh VV, Raut SD. Pathogenicity and genotyping of fowl adenoviruses with gizzard erosion in commercial layer grower chicken in India. 2016; *Indian Journal of Comparative Microbiology, Immunology and Infectious Diseases*; 37 (2): 84-91.
 28. Domanska-Blicharz K and Bartczak R. Adenoviral gizzard erosions in commercial layer chickens. 2019; *Pakistan Veterinary Journal*; 39: 138-141.
 29. Kumar R, Sturos M, Porter RE et al. An outbreak of fowl aviadenovirus A–associated gizzard erosion and ulceration in captive Bobwhite quail (*Colinus virginianus*). 2021; *Avian Diseases*; 65 (1): 52–58.
 30. Chitradevi S, Sukumar K, Suresh P, et al. Molecular typing of fowl adenovirus associated with gizzard erosion in commercial layer grower chicken in Tamil Nadu. 2020; *Indian Journal of Animal Sciences*; 90 (7): 977–981.
 31. Mirzazadeh A, Grafl B, Abbasnia M, et al. Reduced performance due to adenoviral gizzard erosion in 16-day-old commercial broiler chickens in Iran, confirmed experimentally. 2021; *Frontiers in Veterinary Science*; 8 (635186): 1-8.
 32. Tamim NM, Doerr JA. Effect of putrefaction of poultry carcasses prior to rendering on biogenic amine production. 2003; *Journal of Applied Poultry Research*; 12(4): 456-60.
 33. Ohh MH, Kim S, Pak SC, et al. Effects of dietary supplementation with astaxanthin on histamine induced lesions in the gizzard and proventriculus of broiler chicks. 2016; *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*; 29(6): 872-878.
 34. Anonymous, 2019. Gizzard erosion and ulceration syndrome in poultry. [https://benisonmedia.com/gizzard-erosion-and-ulceration-syndrome-in-poultry/#:~:text=Gizzard%20erosion%20and%20ulceration%20syndrome%20\(GEU\)%20in%20poultry%20are%20characterized,incidence%20is%20more%20in%20broilers.\(23.10.2025\)](https://benisonmedia.com/gizzard-erosion-and-ulceration-syndrome-in-poultry/#:~:text=Gizzard%20erosion%20and%20ulceration%20syndrome%20(GEU)%20in%20poultry%20are%20characterized,incidence%20is%20more%20in%20broilers.(23.10.2025))
 35. Lim HS, Paik IK. Effects of dietary supplementation of copper chelates in the form of methionine, chitosan and yeast in laying hens. 2006; *Asian-Australasian Journal of Animal Science*; 19(8): 1174-1178.
 36. Dinev I. Enzootic outbreak of necrotic gastritis associated with *Clostridium perfringens* in broiler chickens. 2010; *Avian Pathology*; 39: 7-10.
 37. Kiarie EG, Mills A. Role of feed processing on gut health and function in pigs and poultry: Conundrum of optimal particle size and hydrothermal regimens. 2019; *Frontiers in Veterinary Science*; 6(19): 1-13.
 38. Kaldhusdal M, Hetland H, Gjevne AG. Non-soluble fibres and narasin reduce spontaneous gizzard erosion and ulceration in boiler chickens. 2012; *Avian Pathology*; 41 (2): 227-234.
 39. Haque MA, Quan H, Zuo Z, et al. Pathogenicity of feed-borne *Bacillus cereus* and its implication on food safety. 2021a; *Agrobiological Records*, 3: 1-16.
 40. Nkukwana TT, Muchenje V, Pieterse E, et al. Effect of *Moringa oleifera* leaf meal on growth

- performance, apparent digestibility, digestive organ size and carcass in broiler chickens. 2014; Livestock Science; 161: 139-146.
41. Barka ZB, Tlili M, Alimi H, et al. 2017. Protective effects of edible *Rhus tripartita* (Ucria) stem extract against ethanol-induced gastric ulcer in rats. 2017; Journal of Functional Foods; 30: 260-269.
 42. Fahmi AA, Abdur-Rahman M, Aboul Naser AF, et al. Chemical composition and protective role of *Pulicaria undulata* (L.) C.A. Mey. subsp. *undulata* against gastric ulcer induced by ethanol in rats. 2019; Heliyon; 5: e01359, 1-25.
 43. Kayode AAA, Lawal BA, Abdullahi AA, et al. Medicinal plants used in the treatment of gastric ulcer in Southwestern and North central Nigeria. 2019; Research Journal of Medicinal Plant; 13: (4): 119-128.
 44. Liu R, Hao YT, Zhu N, et al. The gastroprotective effect of small molecule oligopeptides isolated from walnut (*Juglans regia* L.) against Ethanol-induced gastric mucosal injury in rats. 2020; Nutrients; 12 (1138): 1-20.
 45. ElDin MIG, Youssef FS, Said RS, et al. Chemical constituents and gastroprotective potential of *Pachira glabra* leaves against ethanolinduced gastric ulcer in experimental rat model. 2021; Inflammopharmacology; 29: 317-332.
 46. Sattar A, Abdo A, Mushtaq MN, et al. Evaluation of gastro-protective activity of *Myristica fragrans* on ethanol-induced ulcer in albino rats. 2029; Annals of the Brazilian Academy of Sciences; 91(2): 1-8.
 47. Li Q, Lu T, Chen X, et al. Composition and anti-ulcer activity of the essential oil from *Citri reticulatae* pericarpium in rodents. 2023; Brazilian Archives of Biology and Technology; 66: e23210786.
 48. Pearlin BV, Muthuvel S, Govidasamy P, et al. Role of acidifiers in livestock nutrition and health: A review. 2020; Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition; 104 (2): 558-569.
 49. Haque MA, Khan A, He C. Feed-borne *Bacillus cereus*: An emerging threat to food chain related hazard, safety and pathogenic potentiality. 2021b; In: Abbas RZ, Khan A, editors. Veterinary Pathobiology and Public Health. Unique Scientific Publisher, Faisalabad, Pakistan; 21: 251-269.
 50. Wang F, Chen Y, Hu H, et al. Protocatechuic acid: a novel detoxication agent of fumonisin B1 for poultry industry. 2022; Frontiers in Veterinary Sciences; 9: 1-9.
 51. Hinrichsen JP, Neira M, Lopez C, et al. Omeprazole, a specific gastric secretion inhibitor on oxynticopeptic cells, reduces gizzard erosion in broiler chicks fed with toxic fish meals. 1997; Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology; 117 (3): 267-273.
 52. Grabarević Z, Džaja P, Perić J, et al. Effects of cimetidine on broiler fattening and on stress-induced gizzard erosion in chicken. 1999; Acta Veterinaria Hungarica; 47(2): 233-241.

BÖLÜM 3

TAVUKLARDA ASİTES (PULMONER HİPERTANSİYON) SENDROMU, (WATER BELLY)

Ahmet TEKELİ¹, Selçuk Seçkin TUNCER²

GİRİŞ

Modern etlik piliç endüstrisinde asites sendromu **Pulmoner Hipertansiyon Sendromu, Water Belly** yani sulu karın veya **Duodenal Dropsy** olarak bilinmektedir (1, 2). 1960'lar da, düşük rakımda yetiştirilen etlik piliçlerde asit benzeri sendrom “**cıvcıv ödemi faktörü**” veya “**toksik yağ sendromu**” olarak tanımlanmaktaydı. 1980'lerin sonlarında, asit insidansında kademeli bir artış olmuş ve daha sonra benzer semptomları ve lezyonları tanımlayan birçok rapor bu metabolik rahatsızlığın ‘sulu karın’, ‘Water Belly’ veya ‘Asites sendromu’ şeklinde isimlendirilmesine neden olmuştur (3). Asites 1970’li yılların sonuna kadar sadece yüksek rakımlarda karşılaşılan bir metabolik hastalık olarak değerlendirilirken, bu tarihten sonra düşük rakımlı yerlerde, düşük sıcaklıklardaki kümeslerde, yüksek enerjili, pelet yemlerle beslenen etlik piliçlerde de görüldüğü belirlenmiştir (4). Asites, periton boşluklarından birinde veya daha fazlasında veya potansiyel boşluklarda inflamatuvar olmayan transüda birikimidir. Sıvı en sık iki ventral hepatik, periton veya perikardiyal boşlukta birikir ve sarı fibrin pıhtıları içerebilmektedir. Asites; artmış vasküler hidrostatik basınç, vasküler hasar, artmış doku onkotik basıncı veya azalmış vasküler onkotik (genellikle koloidal) basınçtan kaynaklanabilmesine rağmen, kümes hayvanlarında en sık karşılaşılan durum, artmış venöz hidrostatik basınçla ilişkilidir. Neden olan venöz hipertansiyon genellikle sağ ventrikül yetmezliğinden (RVF) kaynaklanır; ancak birincil hepatik fibrozla da ilişkilidir. Çoğu vakanın, konjestif kalp yetmezliğinin ve terminal asitese ilerleyen pulmoner hipertansiyonun genetik yatkınlıktan kaynaklandığı bildirilmektedir (2). Asites gelişimi, kompanse sirozdan dekompanse siroza geçişi göstermektedir (5).

Kümes hayvanlarında asites sendromu, genellikle pulmoner hipertansiyondan kay-

¹ Prof. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, atekelim@gmail.com
ORCID iD: 0000-0002-6525-7267

² Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, seckin@yyu.edu.tr
ORCID iD: 0000-0001-8252-8009

sitesini aşabilecek bir talep arasında dinamik bir sabit durum dengesi sağlamada zorluk çekmektedir. Bu dengenin sağlanamadığı durum, asites sendromunun gelişmesine yol açmaktadır. Asites olarak isimlendirilen metabolik rahatsızlık, fizyolojik, çevresel ve yönetimsel faktörler arasındaki etkileşimden kaynaklanmaktadır. Rakımın etkisinin önüne geçemeyebiliriz, fakat teknolojinin, bilimin ilerlediği günümüzde sağlam yönetimsel uygulamalar, kümes içi havalandırma, toz, sıcaklık vb. kontroller, uygun besleme uygulamaları kullanılarak, özellikle rasyonda yapılacak ayarlamalarla asites sendromunun görülme sıklığını azaltılabiliriz.

KAYNAKLAR

1. Anonymous. Poultry diseases: Ascites. farm health 2025. Online. <https://www.farmhealthonline.com/disease-management/poultry-diseases/ascites/> (30.06.2025).
2. Hargis BM. Ascites syndrome in poultry. Merck Veterinary Manual 2024. <https://www.merckvetmanual.com/poultry/miscellaneous-conditions-of-poultry/ascites-syndrome-in-poultry> (07.04.2024)
3. Julian RJ. Ascites in Poultry, Avian Pathology. 1993; 22(3): 419-454.
4. Druyan S. Ascites syndrome in broiler chickens –a physiological syndrome affected by red blood cells. In: blood cell-an overview of studies in hematology. (Edited by Terry E. Moschandreu). INTECH Open Science. 2012, Chapter 13, 243-270.
5. Chiejina M, Kudravalli P, Samant H. Ascites. Nih. Gov. StatPearls Publishing LLC. 2025; 1-7p. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470482/> (02.07.2025).
6. Wideman RF, Rhoads DD, Erf GF, et al. Pulmonary arterial hypertension (ascites syndrome) in broilers: a Review. Poultry Science. 2023; 92, 64–83. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02745>
7. Dey S, Parveen, A, Tarrant KJ, et al. Whole genome resequencing identifies the CPQ gene as a determinant of ascites syndrome in broilers. PloS one. 2018; 13, e0189544. <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0189544&type=printable> (06.05.2025)
8. Balog, JM. Ascites syndrome (Pulmonary hypertension syndrome) in broiler chickens: Are we seeing the light at the end of the tunnel? Avian and Poultry Reviews. 2003; 14(3): 99-126.
9. Wideman RF, Kirby YK. A pulmonary artery clamp model for inducing pulmonary hypertension syndrome (ascites) in broilers. Poultry Science. 1995; 74: 805-812.
10. Julian RJ. Physiological, management and environmental triggers of the ascites syndrome: A Review. Avian Pathology. 2000; 29: 519-527.
11. Franciosini MP, Tacconi G, Leonardi L. Ascites syndrome in broiler chickens. Veterinary Science Research. 2012; 3(1): 60-66p.
12. Olkowski AA, Wajnrowicz C, Rathgeber BM, et al. Lesions of pericardium and their significance in the aetiology of heart failure in broiler chickens. Research in Veterinary Science, 2003; 74, 203-211.
13. Urbaityte R. Ascites in poultry. 2008 https://en.engormix.com/poultry-industry/metabolic-nutritional-diseases-poultry/ascites-poultry_a34266/ (10.07.2025)
14. Das S, Deka P. Ascites syndrome (Water belly) in broiler and its management. Journal of Ento-

- mology and Zoology Studies. 2019; 7(6), 388-390.
<https://www.entomoljournal.com/archives/2019/vol7issue6/PartG/7-6-66-706.pdf>
 (02.06.2025)
15. Aksoy FT. 2011. Broiler piliçlerde ascites sorunu.
<https://www.ciftlikdergisi.com.tr/broiler-piliclerde-ascites-sorunu/> (10.07.2025)
 16. Anonymous. Ascites. 2019.
<https://www.thepoultrysite.com/disease-guide/ascites#:~:text=Ascites%20is%20a%20disease%20of,be%2030%25%20at%20high%20altitude.> (03.05.2025)
 17. Maxwell MH, Robertson GW. World broiler ascites survey. Poultry International. 1997; 36: 16-30.
 18. Biswas A. Pulmonary hypertension syndrome in broiler chickens: a Review. Veterinarski Arhiv. 2019; 89(5): 723-734.
 19. Tekeli A. Effects of ascites (Pulmonary hypertension syndrome) on blood gas, blood oximetry parameters and heart sections of broilers grown at high altitude. The Journal of Animal & Plant Sciences. 2014; 24 (4): 998-1002.
 20. Mobedco. Ascites syndrome in poultry: A comprehensive review. 2025.
<https://mobedco.com/ascites-syndrome-in-poultry-a-comprehensive-review/> (04.10.2025)
 21. Dinev I. Diseases of poultry. A colour atlas. Faculty of veterinary medicine Trakia University, Stara Zagora. First Edition Ceva Sante Animal; 2007. ISBN: 978-954-9411-12-6.
 22. Closter AM, Van ASP, Elferink MG, et al. Genetic correlation between heart ratio and body weight as a function of ascites frequency in broilers split up into sex and health status. Poultry Science. 2012; 91, 556-564. DOI: 10.3382/ps.2011-01794
 23. Wideman RE, Bowen OT, Erf, DF. Broiler pulmonary hypertensive responses during lipopolysaccharide-induced tolerance and cyclooxygenase inhibition. Poultry Science. 2009; 88: 72-85. DOI: 10.3382/ps.2008-00314
 24. ROSS. Effective management practices to reduce the incidence of ascites in broilers. Technotes, December 2009. 1-8p https://aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Tech_Articles/Ross-Tech-Note-Ascites.pdf (10.07.2025)
 25. Wideman RE. 1997. Understanding pulmonary hypertension syndrome (Ascites). Hubbard Farms Technical Report; 1997, (16), Walpole, NH, USA.
 26. Scott GR, Milsom WK. Control of breathing in birds: implications for high altitude flight. In: Glass ML, Wood SC, Editors. Cardio-Respiratory Control in Vertebrates: Comparative and Evolutionary Aspects. Berlin: Springer-Verlag. 2009; 429-448.
 27. Rojas-Chambilla RA, Vilca-Coaquira KM, Tejade-Flores, J, et al. Performance in the six-minute walking test does not discriminate excessive erythrocytosis patients in a severe hypoxic environment. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2024; 21 (1119): 1-11.
 28. Kalmar ID, Daisy V, Greet P.J. Broiler ascites syndrome: collateral damage, from efficient feed to meat conversion. The Veterinary Journal. 2013; 197 (2): 155-164.
 29. Ezzulddin TA. Ascites in broilers: Updates. Journal of Applied Veterinary Science. 2023; 8 (2): 23-29.
 30. Tekeli A. Effects of rosehip fruit (*Rosa canina* L.) supplementation to rations of broilers grown under cold stress conditions on some performance, blood, morphological, carcass and meat quality characteristics. European Poultry Science. 2014; 78: 1-14.
 31. Khajali F. Managing broiler production challenges at high altitude. Wiley, Veterinary Medicine Science. 2022; 8: 1519-1527.

32. Behrooj N, Khajali F, Hassanpour, H. Feeding reduced-protein diets to broilers subjected to hypobaric hypoxia is associated with the development of pulmonary hypertension syndrome. *British Poultry Science*. 2012; 53, 658-664.
33. Balog JM, Kidd BD, Anthony NB, et al. Effect of cold stress on broilers selected for resistance or susceptibility to ascites syndrome. *Poultry Science*. 2003; 82, 1383-1388.
34. Baghbanzadeh A, Decuypere E. Ascites syndrome in broilers: physiological and nutritional perspectives. *Avian Pathology*. 2008; 37 (2): 117-126.
35. Druyan S, Shlosberg A, Cahaner, A. Evaluation of growth rate, body weight, heart rate and blood parameters as potential indicators for selection against susceptibility to the ascites syndrome in young broilers. *Poultry Science*. 2007; 86:621-629.<https://doi.org/10.1093/ps/86.4.621>.
36. Bubglavan SJ, Mondal AB. Nutritional management of ascites in poultry. *Poultry Line*. 2013; January. 48-50.
37. Camacho-Fernandez D, Lopez C, Avila E. et al. Evaluation of different dietary treatments to reduce the ascites syndrome and their effect on corporal characteristics in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2002; 11, 164-174.
38. Vegad JL. *Poultry diseases. A guide for farmers and poultry professionals*. 2004; 1st edition, 811p. IBDC, India.
<https://www.worldcat.org>. (15.06.2025)
39. Bölükbaşı SC. Effect of early feed restriction on ascites induced by cold temperatures and growth performance in broilers. *Journal of Applied Animal Research*. 2004; 26: 89-92.
40. Dewil E, Buys N, Albers GA. et al. Different characteristics in chick embryos of two broiler lines differing in susceptibility to ascites. *British Poultry Science*. 1996; 37:1003- 1013.
41. Dhama K, Carkraborty S, Verma AK. Et al. Fungal/mycotic diseases of poultry-diagnosis, treatment and control: a Review. *Pakistan Journal Biological Science*. 2013; 16:1626-1640.
42. Walid HH, Mohammed AA, El-Latif ABD, et al. Bacteriological studies on ascites in broiler chicken. *Assiut Veterinary Medical Journal*. 2020; 66 (167): 24-33.
https://avmj.journals.ekb.eg/article_168452_49d7fcfd5309d966d3668fb84d74fc57.pdf (15.06.2025)
43. Geng A. Effects of dietary L-carnitine and coenzyme Q10 supplementation on performance and ascites mortality of broilers. *Archives of Animal Nutrition*. 2004; 58(6): 473-482.
44. Geng A. Effects of dietary L-carnitine and coenzyme Q10 at different supplemental ages on growth performance and some immune response in ascites-susceptible broilers. *Archives of Animal Nutrition*. 2007; 61(1): 40-60.
45. Tan X. The effect of dietary L-carnitine supplementation on pulmonary hypertension syndrome mortality in broilers exposed to low temperatures. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2008; 92: 203-210.
46. Asadi H. The Effects of ractopamine, coenzyme Q10 and L-carnitine supplementation, individual or in combination, on the hematological parameters of broiler chickens. *World Applied Science Journal*. 2013; 21(1): 69-72
47. Wang YW. Effects of dietary L-carnitine supplementation on growth performance, organ weight, biochemical parameters and ascites susceptibility in broilers reared under low-temperature environment. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2013; 26(2): 233-240
48. Aftab U, Khan AA. Strategies to alleviate the incidence of ascites in broilers: a review. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2005; 7(4): 199-204.

BÖLÜM 4

MINERAL YETERSİZLİĞİ / TOKSİSİTESİ

Arda ÇELİK¹

GİRİŞ

Organizmada çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik işlevler için hayati öneme sahip olan mineraller kanatlı beslemede normal büyüme ve yüksek performansın sağlanması, sağlık durumunun korunması ve bağışıklığın artırılması noktasında kritik rol oynamaktadır (1). Mineraller enzim kofaktörü olarak görev yapmakta ve serbest radikallerin zararlı etkilerini antioksidan savunma sistemi aracılığıyla dengelemektedirler (2). Bununla beraber, mineraller vücut için önemli etkilere sahip olan hormon ve enzimlerin yapısına girerek başta bağışıklık sistemi olmak üzere birçok sistemin düzenli çalışmasını sağlamaktadır (3). İskelet sisteminin gelişimi, kas ve sinir fonksiyonlarının gerçekleştirilmesi, asit-baz dengesinin kurulması, ozmotik homeostazın sağlanmasını, çeşitli dokuların onarımı yanı sıra hayvansal ürünlerin elde edilmesi noktasında da minerallerin vücutta önemli görevleri bulunmaktadır (4).

Mineral maddeler, hayvanlarda vücut ağırlığının yaklaşık %4'lük kısmını oluşturmakta ve iskelet sistemi, karaciğer, pankreas ve dalak dahil olmak üzere çeşitli organlarda değişik miktarlarda bulunmaktadır (5,6). Hayvan besleme açısından mineral maddeler vücutta bulunma miktarları dikkate alınarak makro ve mikro mineral maddeler olarak sınıflandırılmaktadır. Organizmadaki konsantrasyonları 100 ppm sınırının üzerinde olan mineraller makro mineraller olarak isimlendirilmekte ve bu grupta kalsiyum (Ca), fosfor (P), magnezyum (Mg), sodyum (Na), potasyum (K), klor (Cl) ve kükürt (S) olmak üzere yedi adet mineral bulunmaktadır. Mikro (iz) mineraller ise 100 ppm'in altında olan ve hatta ppb olarak ifade edilen eser düzeyde bulunan minerallerdir (7). Bu grupta ise demir (Fe), çinko (Zn), selenyum (Se), Silisyum (Si), bakır (Cu), molibden (Mo), nikel (Ni), kobalt (Co), krom (Cr), arsenik (As), mangan (Mn), flor (F), kalay (Sn), iyot (I), vanadyum (V) yer almaktadır (8). Ancak, bu sınıflandırmada yer alan flor, silisyum, kalay ve krom mineralleri henüz esansiyel olarak nitelendirilmemiş olup, işlevlerinden dolayı

¹ Doç. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, ardasozcu@uludag.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-0955-4371

SONUÇ

Kanatlı besleme alanında minerallerin kullanımı; günümüzde kullanılan yüksek verim özelliklerine sahip hibrit genotiplerin yüksek besin madde gereksinimlerini karşılama, ürün kalitesini iyileştirme, metabolik bozuklukları önleme ve hayvan sağlığını destekleme, refah durumunu iyileştirme ve çevresel konularla ilgili mevcut sorunlara çözüm arama gibi temel konuları kapsamaktadır. Bu nedenle, başarılı ve karlı bir yetiştiricilik için minerallerin doğru şekilde kullanımı büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Park SY, Birkhold SG, Kubena LF, et al. Review on the role of dietary zinc in poultry nutrition, immunity, and reproduction. *Biological Trace Element Research*; 2004; 101: 147-163. doi:10.1385/BTER:101:2:147
2. Goff JP. Invited review: Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid-base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status. *Journal of Dairy Science*; 2018; 101: 2763-2813. doi:10.3168/jds.2017-13112
3. Weyh C, Krüger K, Peeling P, et al. The role of minerals in the optimal functioning of the immune system. *Nutrients*; 2022; 14: 644. doi:10.3390/nu14030644
4. Suttle NF. Mineral nutrition of livestock. CAB International, Oxfordshire, United Kingdom; 2010.
5. Yang K, Hu S, Mu R, et al. Effects of different patterns and sources of trace elements on laying performance, tissue mineral deposition, and fecal excretion in laying hens. *Animals*; 2021; 11: 1164. doi:10.3390/ani11041164
6. Santos MJB, Ludke MCM, Silva LM, et al. Complexed amino acid minerals vs. bis-glycinate bound minerals: impact on the performance of old laying hens. *Animal Nutrition*; 2024; 16: 395-408. doi:10.1016/j.aninu.2023.11.006
7. Mc Dowell LR. Minerals in animal and human nutrition. Elsevier Health Sciences, 2003.
8. Underwood EJ. Trace elements in human and animal nutrition. Academic Press, London; 1977.
9. Henry PR, Miles RD. Heavy metals-vanadium in poultry. *Ciência Animal Brasileira*; 2006; 2(1): 11-26.
10. Mohajane C, Manjoro M. Sediment-associated heavy metal contamination and potential ecological risk along an urban river in South Africa. *Heliyon*; 2022; e12499. doi:10.1016/j.heliyon.2022.e12499
11. Kumar N, Chandan NK, Bhushan S, et al. Health risk assessment and metal contamination in fish, water and soil sediments in the East Kolkata wetlands, India, Ramsar site. *Scientific Reports*; 2023; 13: 1546. doi: 10.1038/s41598-023-28801-y
12. NRC (National Research Council). Nutrient Requirements of Poultry, The National Academy Press, Washington, DC, USA; 1994.
13. Veum TL. Phosphorus and calcium nutrition and metabolism. In: Vitti DMSS, Kebreab E (eds.) Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals. 2nd ed. CABI, Wallingford, UK; 2010.
14. Proszkowiec-Weglarz M, Angel R. Calcium and phosphorus metabolism in broilers: Effect of homeostatic mechanism on calcium and phosphorus digestibility. *Journal of Applied Poultry*

- Research; 2013;22: 609–627. doi: 10.3382/japr.2012-00743
15. Gregory NG, Wilkins LJ. Broken bones in domestic fowl: handling and processing damage in end-of-lay battery hens. *British Poultry Science*; 1989;30: 555–62. doi: 10.1080/00071668908417179
 16. Venäläinen E, Valaja J, Jalava T. Effects of dietary metabolisable energy, calcium and phosphorus on bone mineralisation, leg weakness and performance of broiler chickens. *British Poultry Science*; 2006; 47: 301–310. doi: 10.1080/00071660600741776
 17. Webster AB. Welfare implications of avian osteoporosis. *Poultry Science*; 2004;83(2): 184–192. doi: 10.1093/ps/83.2.184
 18. Szmek J, Englmaierová M, Skřivan M, et al. Skeletal disorders in laying hens: a systematic review with a focus on non-cagehousing systems and hemp-based dietary interventions for bone health. *British Poultry Science*; 2025; 1–3. doi: 10.1080/00071668.2025.2489059
 19. Whitehead CC, Fleming RH. Osteoporosis in cage layers. *Poultry Science*; 2000;79: 1033–1041. doi: 10.1093/ps/79.7.1033
 20. Sandilands V. The laying hen and bone fractures. *Veterinary Record*; 2011;169(16): 411–412. doi: 10.1136/vr.d6564
 21. Armstrong EA, Rufener C, Toscano MJ, et al. Keel bone fractures induce a depressive-like state in laying hens. *Scientific Reports*; 2020;10: 3007. doi: 10.1038/s41598-020-59940-1
 22. Cherian G. A guide to the principles of animal nutrition. Oregon State University; 2019.
 23. Mutucumarana RK, Ravindran V, Ravindran G, et al. Influence of dietary calcium concentration on the digestion of nutrients along the intestinal tract of broiler chickens. *Journal of Poultry Science*; 2014;51: 392–401. doi: 10.2141/jpsa.0140022
 24. Anwar M, Ravindran V, Morel P, et al. Effect of calcium source and particle size on the true ileal digestibility and total tract retention of calcium in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*; 2017, 224, 39–45. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.12.002
 25. David LS, Anwar MN, Abdollahi MR, et al. Calcium nutrition of broilers: current perspectives and challenges. *Animals*; 2023;13: 1590. doi: 10.3390/ani13101590
 26. Anwar MN, Ravindran V, Morel PCH, et al. Apparent ileal digestibility of calcium in limestone for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*; 2016;213: 142–147. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.01.014
 27. Amerah AM, Plumstead PW, Barnard LP, et al. Effect of calcium level and phytase addition on ileal phytate degradation and amino acid digestibility of broilers fed corn-based diets. *Poultry Science*; 2014; 93(4): 906–915. doi: 10.3382/ps.2013-03465
 28. Majeed S, Qudsieh R, Edens F, et al. Limestone particle size, calcium and phosphorus levels, and phytase effects on live performance and nutrients digestibility of broilers. *Poultry Science*; 2020; 99(3): 1502–1514. doi: 10.1016/j.psj.2019.11.009
 29. Bradbury EJ, Wilkinson SJ, Cronin GM, et al. Effects of phytase, calcium source, calcium concentration and particle size on broiler performance, nutrient digestibility and skeletal integrity. *Animal Production Science*; 2018; 58(2): 271–283. doi: 10.1071/AN16175
 30. Kim SW, Li W, Angel R, et al. Effects of limestone particle size and dietary Ca concentration on apparent P and Ca digestibility in the presence or absence of phytase. *Poultry Science*; 2018; 97(12): 4306–4314. doi: 10.3382/ps/pey304
 31. Moss AM, Chrystal PV, Dersjant-Li Y, et al. Responses in digestibilities of macro-minerals, trace minerals and amino acids generated by exogenous phytase and xylanase in canola meal diets offered to broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*; 2018; 240: 22–30. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2018.03.011
 32. Attar A, Kermanshahi H, Golian, A. Effects of conditioning time and sodium bentonite on

- pellet quality, growth performance, intestinal morphology and nutrient retention in finisher broilers. *British Poultry Science*; 2017; 59(2): 190–197. doi: 10.1080/00071668.2017.1409422
33. Mahmood S, Ali H, Ahmad F, et al. Estimation of tannins in different sorghum varieties and their effects on nutrient digestibility and absorption of some minerals in caged white leghorn layers. *International Journal of Agriculture and Biology*; 2014; 16: 217–221.
 34. Li W, Angel R, Kim SW, et al. Impacts of age and calcium on phytase efficacy in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*; 2018; 238: 9–17. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2018.01.021
 35. Ingelmann CJ, Witzig M, Möhring J, et al. Phytate degradation and phosphorus digestibility in broilers and turkeys fed different corn sources with or without added phytase. *Poultry Science*; 2019; 98(2): 912–922. doi: 10.3382/ps/pey438
 36. Rao KS, Roland Sr DA. In vivo limestone solubilisation in commercial leghorns: Role of dietary calcium level, limestone particle size, in vitro limestone solubility rate, and the calcium status of the hen. *Poultry Science*; 1990; 69(12): 2170–2176. doi: 10.3382/ps.0692170
 37. Anwar M, Ravindran V, Morel P, et al. Measurement of the true ileal calcium digestibility of some feed ingredients for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*; 2018; 237: 118–128. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2018.01.010
 38. Hurwitz S, Bar A. The sites of calcium and phosphate absorption in the chick. *Poultry Science*; 1970; 49(1): 324–325. doi: 10.3382/ps.0490324.
 39. Li T, Xing G, Shao Y, et al. Dietary calcium or phosphorus deficiency impairs the bone development by regulating related calcium or phosphorus metabolic utilization parameters of broilers. *Poultry Science*; 2020; 99(6): 3207–3214. doi:10.1016/j.psj.2020.01.028
 40. Ben-Dov IZ, Galitzer H, Lavi-Moshayoff V, et al. The parathyroid is a target organ for FGF23 in rats. *The Journal of Clinical Investigation*; 2007; 117:4003–8. doi: 10.1172/JCI32409
 41. Okuyan R, Filya İ. Hayvan Besleme Biyokimyası. Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Ders Notları: 94. Bursa, Türkiye; 2017.
 42. Selle PH, Cowieson AJ, Ravindran V. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livestock Science*; 2009; 124(1-3): 126–141. doi: 10.1016/j.livsci.2009.01.006
 43. Ceylan, N. Hayvan beslemede mineraller, vitaminler ve stabilite. In: Yavuz HM (ed.) Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Temel Prensipler ve Karma Yem Üretiminde Bazı Bilimsel Yaklaşımlar. İstanbul, Türkiye; 2001.
 44. Kimura M. Overview of magnesium nutrition. In: Nishizawa Y, Morii H, Durlach J. (Eds) *New perspectives in magnesium research*, Springer-Verlag, London; 2007. p. 69–93.
 45. Almquist HJ. Magnesium requirement of the chick. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*; 1942; 49: 544–545.
 46. Bird FH. Magnesium deficiency in the chick. 1. Clinical and neuropathological findings. *Journal of Nutrition*; 1949; 39(1): 12–30. doi: 10.1093/jn/39.1.13
 47. Shastak Y, Rodehutsord M. A review of the role of magnesium in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*; 2015; 71: 125–138. doi:10.1017/S0043933915000112
 48. Jeon YS, Kim YB, Lee HG, et al. Effect of dietary organic and inorganic sulfur on the performance of coccidiosis vaccine challenged broiler chickens. *Animals*; 2022; 12: 1200. doi: 10.3390/ani12091200
 49. Puls R. Mineral levels in animal health. Diagnostic data. Sherpa International, Clearbrook, British Columbia, Canada; 1990.
 50. Gheisari AA, Rahimi-Fathkoohi A, Toghyani M, et al. Effects of organic chelates of zinc, manganese and copper in comparison to their inorganic sources on performance of broiler chickens.

- Journal of Animal and Plant Sciences; 2010; 6(2): 630–636.
51. Sözcü A, Gündüz, M, Avcı Küpeli Z, et al. Dietary zinc, manganese and copper combination in sulphate or amino acid chelate forms impacts laying performance and intestinal morphology in late-phase laying hens. *Tropical Animal Health and Production*; 2025; 57: 346. doi: 10.1007/s11250-025-04600-7
 52. Zimmermann MB. The influence of iron status on iodine utilization and thyroid function. *Annual Review of Nutrition*; 2006; 26: 367–389. doi: 10.1146/annurev.nutr.26.061505.111236
 53. Feijo JC, Vieira SL, Horn RM, et al. Iron requirements of broiler chickens as affected by supplemental phytase. *Journal of Animal Science*; 2023; 102: 1–12. doi: 10.1093/jas/skad265
 54. Rostagno HS, Albino LFT, Hannas MI, et al. *Brazilian Tables for Poultry and Swine: Composition of Foods and Nutritional Requirements*. 4th ed. UFV, Vi, Cosa; 2017.
 55. Scott ML, Nesheim MC, Young RJ. *Nutrition of the Chicken*. In: Scott ML (ed.) Associates, Ithaca. New York; 1982.
 56. Da Cruz Ferreira Júnior H, Da Silva DL, De Carvalho BR, et al. Broiler responses to copper levels and sources: growth, tissue mineral content, antioxidant status and mRNA expression of genes involved in lipid and protein metabolism. *BMC Veterinary Research*; 2022; 18: 223. doi: 10.1186/s12917-022-03286-5
 57. De Marco M, Zoon MV, Margetyal C, et al. Dietary administration of glycine complexed trace minerals can improve performance and slaughter yield in broilers and reduces mineral excretion. *Animal Feed Science and Technology*; 2017; 232: 182–189. doi: 10.1016/j.anifeeds-ci.2017.08.016
 58. Grzinic G, Piotrowicz-Cieslak A, Klimkowicz-Pawlas A, et al. Intensive poultry farming: a review of the impact on the environment and human health. *Science of Total Environment*; 2023; 858: 160014. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.160014
 59. Prabhu K.S, Lei X.G. Selenium. *Advances in Nutrition*. 2016; 7:415–417
 60. Briens M, Mercier Y, Rouffineau F, et al. Comparative study of a new organicselenium source v. seleno-yeast and mineral selenium sources on muscle selenium enrichment and selenium digestibility in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*; 2013; 110(4): 617–624. doi: 10.1017/S0007114512005545
 61. Abdel-Wareth AAA, Muhammad Mobashar AS, Abu Bakkar S. Jojoba seed oil as feed additive for sustainable broiler meat production under hot climatic condition. *Animals*; 2022; 12(3): 273. doi: 10.3390/ani12030273
 62. Navidshad B, Mohammadrezaei M. The importance of arsenic, vanadium, cobalt and strontium in poultry, a review. *Iranian Journal of Applied Animal Science*; 2017;7(3): 365–369.
 63. Miller JK, Swanson EW, Spalding GE, et al. The role of the abomasum in recycling of iodine in the bovine. In: Hoekstra WG, Suttie JW, Ganther HE, Mertz W. (eds) *Proceedings of the Second International Symposium on Trace Elements in Man and Animals*. University Park Press, Baltimore, Maryland; 1974. p. 638–640.
 64. Wemheuer KW, Paufler S. Wirkung von kraftfuttermitteln mit hohem anteil an rapsextraktionschrot (30%, 00-raps) auf die schilddrüsenfunktion und milchjodidgehalt bei k-ken. 13. Arbeitstagung Mengen und Spurenelemente, FriedrichSchiller-Universität, Jena; 1993. P. 223–230.
 65. NRC (National Research Council); *Mineral Tolerances of Animals*. Second Edition. National Academies Press: Washington, DC; 2005.
 66. Davies RE, Reid BL, Kurnick AA, et al. The effect of sulfate on molybdenum toxicity in the chick. *The Journal of Nutrition*; 1960; 70(2): 193–198. doi: 10.1093/jn/70.2.193
 67. Rama Rao SV, Ramasubba Reddy V. Utilisation of different phosphorus sources in relation to

- their fluorine content for broilers and layers. *British Poultry Science*; 2001; 42(3): 376-383. doi: 10.1080/00071660120055368
68. Burton EJ, Scholey DV, Prentice S, et al. The role of bioavailable silica in supporting poultry growth and development. *World's Poultry Science Journal*; 2025; 81(2): 521-534. doi: 10.1080/00439339.2025.2461194
 69. Bressman RB, Miles RD, Comer CW, et al. Effect of dietary supplementation of vanadium in type laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2002;11(1): 46-53. doi: 10.1093/japr/11.1.46
 70. Ercal N, Gurer-Orhan H, Aykin-Burns N. Toxic metals and oxidative stress part I: mechanisms involved in metal-induced oxidative damage. *Current Topics in Medicinal Chemistry*; 2001; 1(6): 529-39. doi: 10.2174/1568026013394831
 71. Mashkoor J, Khan A, Khan MZ, et al. Chromium toxicity and oxidative stress in broiler chicks and its amelioration with vitamin E and bentonite. *International Journal of Agriculture and Biology*; 2016; 18: 1103-8. doi: 10.17957/IJAB/15.0192
 72. Mateo R, Vallverdú-Coll N, López-Antia A, et al. Reducing Pb poisoning in birds and Pb exposure in game meat consumers: the dual benefit of effective Pb shot regulation. *Environment International*; 2014; 63: 163-168. doi: 10.1016/j.envint.2013.11.006
 73. Smirnova E, Moniruzzaman M, Chin S, et al. A review of the role of curcumin in metal induced toxicity. *Antioxidants*; 2023; 12(2): 243. doi: 10.3390/antiox12020243
 74. Martins N, Marques M, Vilela DAR, et al. Lead poisoning mortality in wild passeriformes and its detection in free-range chicken eggs in southern Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Poultry Science*; 2010; 12(3): 149-52. doi: 10.1590/S1516-635X2010000300002
 75. Munir N, Jahangeer M, Bouyahya A, et al. Heavy metal contamination of natural foods is a serious health issue: a review. *Sustainability*; 2022; 14: 161. doi: 10.3390/su14010161
 76. Muthumani M, Prabu SM. Silibinin potentially protects arsenic-induced oxidative hepatic dysfunction in rats. *Toxicology Mechanisms and Methods*; 2012; 22: 277-88. doi: 10.3109/15376516.2011.647113
 77. Ning Z, Lan J, Jiang X, et al. Arsenic trioxide-induced autophagy affected the antioxidant capacity and apoptosis rate of chicken hepatocytes. *Chemico-Biological Interactions*; 2022; 354: 109821. doi: 10.1016/j.cbi.2022.109821
 78. Suleman S, Qureshi JA, Rasheed M, et al. Poultry feed contamination and its potential hazards on human health. *Biomedical Science Letters*; 2022; 8: 70-81. doi: 10.37185/266
 79. Awuchi CG, Igwe VS, Amagwula IO. Nutritional diseases and nutrient toxicities: a systematic review of the diets and nutrition for prevention and treatment. *International Journal of Advanced Academic Research*; 2020; 6: 1-46.
 80. Mehar S, Anam I, Masood Z, et al. Bioaccumulation of heavy metals in the different tissues of mackerel scad, *Decapterus macarellus* (Cuvier, 1833) collected from Karachi and Gwadar coasts of Pakistan. *Saudi Journal of Biological Science*; 2023; 30: 103540. doi: 10.1016/j.sjbs.2022.103540
 81. Das A. Nanotheranostics: the toxicological implications. *Design and Applications of Theranostic Nanomedicines*; 2023; 369. doi: 10.1016/B978-0-323-89953-6.00012-X
 82. Kojima LV, Tuberville TD, Parrott BB. Integrating mercury concentrations in American alligators (*Alligator mississippiensis*) with hunter consumption surveys to estimate exposure risk. *Environmental Toxicology and Chemistry*; 2023; 42: 525-534. doi: 10.1002/etc.5524
 83. Aziz S, Abdullah S, Anwar H, et al. Effect of engineered nickel oxide nanoparticles on antioxidant enzymes in freshwater fish, *Labeo rohita*. *Pakistan Veterinary Journal*; 2021; 41: 424-8.

- doi: 10.29261/pakvetj/2021.044
84. Guzzi G, La Porta CA. Molecular mechanisms triggered by mercury. *Toxicology*; 2008; 244: 1–12. doi: 10.1016/j.tox.2007.11.002
 85. Gaines LG. Historical and current usage of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS): a literature review. *American Journal of Industrial Medicine*; 2022; 66: 353–78. doi: 10.1002/ajim.23362
 86. Zakanova A, Yerzhanov N, Litvinov Y. The impact of industrial pollution on the populations of small mammals in northern Kazakhstan. *Environmental Science and Pollution Research*; 2023; 30: 49980–91. doi: 10.1007/s11356-023-25836-6
 87. Hernández-Cruz EY, Amador-Martínez I, Aranda-Rivera AK, et al. Renal damage induced by cadmium and its possible therapy by mitochondrial transplantation. *Chemico-Biological Interactions*; 2022; 361: 109961. doi: 10.1016/j.cbi.2022.109961
 88. Bakhshalizadeh S, Mora-Medina R, Fazio F, et al. Determination of the heavy metal bioaccumulation patterns in muscles of two species of mullets from the southern Caspian Sea. *Animals*; 2022; 12: 2819. doi: 10.3390/ani12202819
 89. Kosečková P, Zvěřina O, Pěchová M, et al. Mineral profile of cricket powders, some edible insect species and their implication for gastronomy. *Journal of Food Composition and Analysis*; 2022; 107: 104340. doi: 10.1016/j.jfca.2021.104340
 90. Zhang Q, Shi B, Su G, et al. Application of a hybrid GEM-CMB model for source apportionment of PAHs in soil of complex industrial zone. *Journal of Hazardous Materials*; 2023; 445: 130565. doi: 10.1016/j.jhazmat.2022.130565

BÖLÜM 5

SİNDİRİLMEMİŞ DIŞKI ATMA (MALABSORPTION SYNDROME)

Arda YILDIRIM¹, Ercan MEVLİYAĞULLARI²

GİRİŞ

Genetik ıslah çalışmaları sonucunda etlik piliçlerde büyüme hızı ve yemden yararlanma artmıştır. Bununla birlikte, hızlı kas gelişimine karşılık kalp ve akciğer gibi destekleyici organların görelî payında değişimler ortaya çıkmıştır; organizmanın yapısal-işlevsel dengesi etkilenmiştir. Canlı sistemlerde organ ve dokuların çalışması birbiriyle bağlantılıdır; bir bileşendeki yük artışı diğer bileşenlerin fonksiyonel gereksinimlerini değiştirmektedir. Hızlanan büyüme, metabolik hızı ve besin madde gereksinimini yükseltmekte, yem tüketimi artarken sindirim-emilim verimindeki küçük sapmaların sonuçları belirginleşmektedir. Aşırı verim hedefleri ile dayanıklılık arasında olumsuz bir ilişki bulunmakta; bu çerçevede asites, perozis, tibial diskondroplazi ve sindirim sistemi bozuklukları daha sık raporlanmaktadır. Son yıllarda sahada “sindirilmemiş dışkı atma/yem çıkarma/diri atma” olarak adlandırılan olgu da bu bütünün bir parçası olarak dikkat çekmektedir. Dışkıda sindirilmemiş yem partiküllerinin görülmesi performansı düşürmekte, sürü içi bir örnek-liliği zedelemektedir. Bu durum, temel olarak sindirim ve/veya bağırsak emilim aşamalarındaki aksaklıkların sonucudur. Rasyon formülasyonu ve prosesleri (tane iriliği, pelet kalitesi, yağ ve nişasta kaynağı), çözünabilir liften kaynaklanan viskozite, antinutrisyonel faktörler, enzim kullanımı, su hijyeni ve mikotoksin yükü gibi besleme unsurları ile çevresel stres, aşılama sonrası yanıtlar ve enterik etkenlerle karşılaşma gibi yönetim değişkenleri belirleyici rol oynamaktadır.

Etlik piliçlerde “sindirilmemiş dışkı atma”, saha dilinde runting-stunting sendromu (RSS), malabsorpsiyon sendromu (MAS), disbakteriyozis, viral enterit veya sindirilmemiş yem atımı (feed passage) gibi adlarla anılan; performans düşüklüğü ve bağırsak fonksiyon

¹ Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, arda.yildirim@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5876-4228

² Dr. Öğretim Üyesi, Başkent Üniversitesi, Kahramankazan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, emevliyaogullari@baskent.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-3333-1490

SONUÇ

Sindirilmemiş dışkı atma, etlik piliçlerde tek bir spesifik hastalık olarak değil, bağırsak fonksiyonunun bozulduğu çok etkenli bir sendrom olarak değerlendirilmelidir. Bu sendromun yönetiminde, enfeksiyöz baskının azaltılması (spesifik viral etkenler ile koksidiyozis ve NE'nin kontrol altına alınması), yem-su-çevre üçlüsünün optimizasyonu (NSP yönetimi, uygun yem formu ve partikül büyüklüğü, yağ sindiriminin desteklenmesi, tripsin inhibitörü (Tİ) ve mikotoksin kontrolü, içme suyu kalitesinin iyileştirilmesi) ve bağırsak bütünlüğünün desteklenmesi (organik asitler, probiyotikler, fitobiyotikler kullanımı) başarı için temel taşlardır. Düzenli saha skorlamaları ve laboratuvar destekli izleme, sendromun kronikleşmesini önlemekte ve performans kayıplarını belirgin ölçüde azaltmaktadır. Unutulmamalıdır ki her sürü, genetik yapı, beslenme programı ve çevre koşulları açısından farklı dinamiklere sahiptir; bu nedenle alınan önlemler ve tedaviler, sürü bazında değerlendirilip gerektiğinde uyarlanmalıdır. Güncel literatür bilgilerini saha tecrübesiyle birleştiren bütüncül bir yaklaşımla, malabsorpsiyon sendromunun etkilerini en aza indirmek ve sağlıklı, homojen sürüler yetiştirmek mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Rebel MJM, Balk FRM, Post J, et al. Malabsorption syndrome in broilers: A review. *World's Poultry Science Journal*. 2006; 62(1):17–30.
2. Devaney R, Trudgett J, Trudgett A, et al. A metagenomic comparison of endemic viruses from broiler chickens with runting-stunting syndrome and from normal birds. *Avian Pathology*. 2016; 45(6):616–629.
3. Kang K-I, Linnemann E, Icard AH, et al. Chicken astrovirus as an aetiological agent of runting-stunting syndrome in broiler chickens. *Journal of General Virology*. 2018; 99(4):512–524.
4. Tuncer İ. Malabsorpsiyon sendromu. In: Kanatlılarda Sindirilmeden Atılan Yemler ve Yarattığı Sorunlar. Kanatlı Ar-Ge Yayınları: 4, Seminerler: 3. Bolu; 2001. p. 73–78.
5. Açıkgöz Z, Özkan K. Etlik piliçlerde yem atma sendromu. *Hayvansal Üretim*. 2002; 43(2).
6. Murugesan GR, Ledoux DR, Naehrer K, et al. Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance, and recent development in mycotoxin counteracting strategies. *Poultry Science*. 2015; 94(6):1298–1315.
7. Awandkar SP, Moregaonkar SD, Manwar SJ, et al. Comparative investigations of infectious runting and stunting syndrome in broilers. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 2017; 18(1):6–12.
8. Abd El-Hack ME, El-Saadony MT, Elbestawy AR, et al. Necrotic enteritis in broiler chickens: Disease characteristics and prevention using organic antibiotic alternatives – a comprehensive review. *Poultry Science*. 2022; 101(2):101590.
9. Çelik V. Kanatlı sağlık: Temel ilkeler ve uygulamalar. 2. baskı. Ankara: AVIMED Veteriner Sağlık Hizmetleri; 2011.
10. Teng PY, Yadav S, Dos Santos TT, et al. Graded *Eimeria maxima* challenge and its impact on intestinal permeability, growth performance and nutrient transporters in broilers. *Poultry Science*. 2021; 100(8):101215.

11. Goo D, Choi J, Ko H, et al. Effects of *Eimeria maxima* infection doses on growth performance and gut health in dual-infection model of necrotic enteritis in broiler chickens. *Frontiers in Physiology*. 2023; 14:1269398.
12. Tabler TW, Greene ES, Orlowski SK, et al. Intestinal barrier integrity in heat-stressed modern broilers and their ancestor wild jungle fowl. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020; 7:249.
13. Kikusato M, Toyomizu M. Mechanisms underlying the effects of heat stress on intestinal integrity, inflammation, and microbiota in chickens. *Animals*. 2023; 13(16):2557.
14. Vertommen M, Van Eck JHH, Kouwenhoven B, et al. Infectious stunting and leg weakness in broilers: I. Pathology and biochemical changes in blood plasma. *Avian Pathology*. 1980; 9(2):133–142.
15. Jones RC, Guneratne JRM, Georgiou K. Isolation of viruses from outbreaks of suspected tenosynovitis (viral arthritis) in chickens. *Research in Veterinary Science*. 1981; 31(1):100–103.
16. Rafique S, Rashid F, Wei Y, et al. Avian orthoreoviruses: A systematic review of their distribution, dissemination patterns, and genotypic clustering. *Viruses*. 2024; 16(7):1056.
17. Nuñez LFN, Parra SHS, Astolfi-Ferreira CS, et al. Detection of enteric viruses in the pancreas and spleen of broilers during episodes of runting-stunting syndrome. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2016; 36(10):965–970.
18. Petrone-Garcia VM, Gonzalez-Soto J, Lopez-Arellano R, et al. Evaluation of avian reovirus S1133 vaccine strain in neonatal broiler chickens: Gastrointestinal integrity and performance in a large-scale commercial field trial. *Vaccines*. 2021; 9(8):817.
19. McIlwaine K, Law CJ, Lemon K, et al. A review of the emerging “white chick” hatchery disease. *Viruses*. 2021;13(12):2435.
20. Grenier B, Applegate TJ. Modulation of intestinal functions following mycotoxin ingestion: Meta-analysis of published experiments in animals. *Toxins*. 2013;5(12):396–430.
21. Lee DT, Rochell SJ. Precision intestinal nutrition: Knowledge and gaps regarding the role of amino acids during an enteric challenge. *Poultry Science*. 2022;101(3):101674.
22. Osho SO, Bolek K, Saddoris-Clemons K, et al. Impact of a direct-fed microbial supplementation on intestinal permeability and immune response in broiler chickens during a coccidia challenge. *Frontiers in Microbiology*. 2023; 14:1283393.
23. Morgan NK, Bhuiyan MM, Wu S-B. Soluble non-starch polysaccharides increase digesta viscosity and reduce nutrient digestibility in broilers. *British Poultry Science*. 2022; 63(3):350–357.
24. Daneshmand A, Kumar A, Kheravii SK, et al. Xylanase and beta-glucanase improve performance parameters and modulate jejunal microbiota of broilers under an *Eimeria* challenge. *Poultry Science*. 2023; 102(11):103055.
25. Shojadoost B, Vince AR, Prescott JF. The successful experimental induction of necrotic enteritis in broiler chickens by combined *Clostridium perfringens* and *Eimeria* infection. *Veterinary Research*. 2012; 43(1):74. doi:10.1186/1297-9716-43-74.
26. Rueda MS, Bonilla S, De Souza C, et al. Evaluation of particle size and feed form on performance, nutrient digestibility, and gastrointestinal tract development of broilers at 39 d of age. *Poultry Science*. 2024; 103(3):103437.
27. Svihus, B, Abdollahi MR, Wamsley KGS, et al. Structural architecture of pelleted broiler diets: A comprehensive narrative review of key factors for an optimized macro-and microstructure. *Poultry Science*. 2025; 104(9):105478.
28. Yaseen G, Sarfraz MA, Naveed S, et al. Effects of thermally oxidized vegetable oil on growth performance and carcass characteristics, gut morphology, nutrients utilization, serum cholesterol and meat fatty acid profile in broilers. *Catalysts*. 2021; 11(12):1528.

29. Qaisrani SN, Rizwan M, Yaseen G, et al. Effects of dietary oxidized oil on growth performance, meat quality and biochemical indices in poultry – a review. *Annals of Animal Science*. 2021; 21(1):29–46.
30. Adujna C, Wang K, Du J, et al. Deoxynivalenol mycotoxin dietary exposure on broiler performance and small intestine health: A comprehensive meta-analysis. *Poultry Science*. 2024; 103(12):104412.
31. Kolawole O, Graham A, Donaldson C, et al. Low doses of mycotoxin mixtures below EU regulatory limits can negatively affect the performance of broiler chickens: A longitudinal study. *Toxins*. 2020; 12(7):433.
32. Kubena LF, Huff WE, Harvey RB, et al. Individual and combined toxicity of deoxynivalenol and T-2 toxin in broiler chicks. *Poultry Science*. 1989; 68(5):622–626.
33. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on the risks for animal and public health related to the presence of T-2 and HT-2 toxin in food and feed. *EFSA Journal*. 2011; 9(12):2481.
34. Gjevre AG, Kaldhusdal M, Eriksen GS. Gizzard erosion and ulceration syndrome in chickens and turkeys: A review of causal or predisposing factors. *Avian Pathology*. 2013; 42(4):297–303.
35. Yegani M, Korver DR. Factors affecting intestinal health in poultry. *Poultry Science*. 2008; 87(10):2052–2063.
36. Dorner JW, Cole RJ, Lomax LG, et al. Cyclopiazonic acid production by *Aspergillus flavus* and its effects on broiler chickens. *Applied and Environmental Microbiology*. 1983; 46(3):698–703.
37. Antonissen G, Van Immerseel F, Pasmans F, et al. The mycotoxin deoxynivalenol predisposes for the development of *Clostridium perfringens*-induced necrotic enteritis in broiler chickens. *Plos One*. 2014; 9(9): e108775.
38. Antonissen G, Croubels S, Pasmans F, et al. Fumonisin affect the intestinal microbial homeostasis in broiler chickens, predisposing to necrotic enteritis. *Veterinary Research*. 2015; 46:98.
39. Zhai S, Xia Y, He J, et al. Ochratoxin A: Its impact on poultry gut health and microbiota—An overview. *Animals*. 2021; 11(3):826.
40. Wang W, Zhu J, Cao Q, et al. Dietary catalase supplementation alleviates deoxynivalenol-induced oxidative stress and gut microbiota dysbiosis in broiler chickens. *Toxins*. 2022; 14(12):830.
41. Hassan M, Wang Y, Rajput SA, et al. Ameliorative effects of luteolin and activated charcoal on growth performance, immunity function, and antioxidant capacity in broiler chickens exposed to deoxynivalenol. *Toxins*. 2023; 15(8):478.
42. Guerre P. Mycotoxin and gut microbiota interactions. *Toxins*. 2020;12(12):769.
43. Wan S, Sun N, Li H, et al. Deoxynivalenol damages the intestinal barrier and biota of the broiler chickens. *BMC Veterinary Research*. 2022; 18:311.
44. Kpodo KR, Milliken DJ, Campos PM, et al. Modulating effects of mycotoxin and oxidized oil on intestinal microbiota in broiler chickens. *Plos One*. 2025;20(3): e0314821.
45. Kumar V, Rani A, Mittal P, et al. Kunitz trypsin inhibitor in soybean: Contribution to total trypsin inhibitor activity as a function of genotype and fate during processing. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2019; 13(2):1583–1590.
46. Prandi B, Vacca C, Sforza S, et al. Label-free quantification by liquid chromatography–tandem mass spectrometry of the Kunitz inhibitor of trypsin KTI3 in soy products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2023; 71(22):8648–8655.
47. Kuenz S, Thurner S, Hoffmann D, et al. Effects of gradual differences in trypsin inhibitor activity on the estimation of digestible amino acids in soybean expellers for broiler chickens. *Poultry Science*. 2022; 101(4):101740.

48. Adeleye OO, Melah KL. Appraising the dose sensitivity of 21d-broiler chicks to a mono-component protease in high trypsin inhibitor soybean-based diet. *Nigerian Journal of Animal Production*. 2022; 49(6):121–130.
49. Abdel-Raheem SM, Mohammed ESY, Mahmoud RE, et al. Double-fermented soybean meal totally replaces soybean meal in broiler rations with favorable impact on performance, digestibility, amino acids transporters and meat nutritional value. *Animals*. 2023; 13(6):1030.
50. Hidayat C, Irawan A, Jayanegara A, et al. Effect of dietary tannins on the performance, lymphoid organ weight, and amino acid ileal digestibility of broiler chickens: A meta-analysis. *Veterinary World*. 2021; 14(6):1405–1411.
51. Moritz AH, Bridges WC, Wilson S, et al. Effects of select tannin-free grain sorghum varieties on the performance, carcass traits, intestinal morphology, and gene expression of jejunal mucosa of broiler chickens. *Applied Animal Science*. 2022; 38(6):592–606.
52. Moritz AH. Effects of tannin-free grain sorghum varieties on the metabolizable energy, performance, and intestinal health of poultry [dissertation]. Clemson (SC): Clemson University; 2022. (Clemson University Tiger Prints, No. 3048).
53. Chmiel M, Roszko M, Hać-Szymańczuk E, et al. Changes in the microbiological quality and content of biogenic amines in chicken fillets packed using various techniques and stored under different conditions. *Food Microbiology*. 2022; 102:103920.
54. De Souza RM, De Abreu Glória MB, De Liguori Oliveira A, et al. Bioactive amines in ingredients and feeds of broilers and storage effects on their levels. *Research, Society and Development*. 2022; 11(5): e36211528347.
55. Barnes DM, Kirby YK, Oliver KG. Effects of biogenic amines on growth and the incidence of proventricular lesions in broiler chickens. *Poultry Science*. 2001; 80(7):906–911.
56. Jiao D, Jiao F, Qian ZJ, et al. Formation and detection of gizzerosine in animal feed matrices: Progress and perspectives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2024; 72(7):3247–3258.
57. Jiao D, Luo L, Chen YJ, et al. Fluorescence immunosensor based on a specific monoclonal antibody for highly sensitive and rapid detection of gizzerosine in feed. *Talanta*. 2024; 276:126288.
58. Masumura T, Sugahara M, Noguchi T, et al. The effect of gizzerosine, a recently discovered compound in overheated fish meal, on the gastric acid secretion in chicken. *Poultry Science*. 1985; 64(2):356–361.
59. Tisljar M, Grabarević Z, Artuković B, et al. Gizzerosine-induced histopathological lesions in broiler chicks. *British Poultry Science*. 2002; 43(1):86–93.
60. Ito Y, Terao H, Noguchi T, et al. Gizzerosine raises the intracellular cyclic adenosine-3',5'-monophosphate level in isolated chicken proventriculus. *Poultry Science*. 1988; 67(9):1290–1294.
61. Frempong NS, Nortey TN, Paulk C, et al. Evaluating the effect of replacing fish meal in broiler diets with either soybean meal or poultry by-product meal on broiler performance and total feed cost per kilogram of gain. *Journal of Applied Poultry Research*. 2019; 28(4): 912–918.
62. Premathilaka KT, Nawarathne SR, Nambapana MN, et al. Partial or complete replacement of fishmeal with fermented soybean meal on growth performance, fecal composition, and meat quality in broilers. *Journal of Animal Science and Technology*. 2020; 62(6):824.
63. Raut R, Biswas BK, Taylor-Bowden T, et al. Effects of chronic exposure of specific water quality parameters in poultry drinking water on dietary amino acid digestibility and early broiler performance. *Poultry Science*. 2025; 104(2):104835.
64. Zhang W, Wu B, Wu W, et al. An optimal dietary sodium chloride supplemental level of broiler chicks fed a corn-soybean meal diet from 1 to 21 days of age. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022; 9:1077750.

65. Ebrahimi NA, Nobakht A, İnci H, et al. Drinking water quality management for broiler performance and carcass characteristics. *World*. 2024; 5(4):952–961.
66. Esmaeili H, Bagherzadeh-Kasmani F, Khalaji S, et al. Effect of water salinity, dietary potassium carbonate, vitamin D3 levels, and vitamin D3 form (1 α -hydroxycholecalciferol) on calcium and phosphorus digestibility and tibia bone properties in broilers. *The Journal of Poultry Science*. 2025; 62:2025020.
67. Gautier AE, Latorre JD, Matsler PL, et al. Longitudinal characterization of coccidiosis control methods on live performance and nutrient utilization in broilers. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020; 6:468.
68. Skřivan M, Skřivanová E, Marounek M, et al. Dietary supplementation with xylanase suppresses the antinutritional effect of non-starch polysaccharides of flaxseed and increases bone strength in broiler chickens. *Animals*. 2024; 14(9):1842.
69. Ebbing MA, Yacoubi N, Naranjo V, et al. Towards large particle size in compound feed: Using expander conditioning prior to pelleting improves pellet quality and growth performance of broilers. *Animals*. 2022; 12(19):2707.
70. Novotný J, Horáková L, Řiháček M, et al. Effect of different feed particle size on gastrointestinal tract morphology, ileal digesta viscosity, and blood biochemical parameters as markers of health status in broiler chickens. *Animals*. 2023; 13(15):2532.
71. Wang Y, Wu Y, Wang L, et al. Dietary emulsifier supplementation enhances fat utilization and gut fatty acid uptake in broilers fed reduced energy diets. *BMC Veterinary Research*. 2024; 20:240.
72. Yu X, Zhang D, Wang M, et al. Bile acids improve growth performance and feed efficiency by regulating lipid metabolism in broilers. *Poultry Science*. 2025; 104:102215.
73. Bedford MR, Apajalahti JH. The influence of nutrition on intestinal disease with emphasis on coccidiosis. *Avian Pathology*. 2022; 51(6):529–546.
74. Lai Y, Sun M, He Y, et al. Mycotoxins binder supplementation alleviates aflatoxin B₁ toxic effects on the immune response and intestinal barrier function in broilers. *Poultry Science*. 2022; 101(3):101683.
75. Obianwuna UE, Chang X, Oleforuh-Okoleh VU, et al. Phytobiotics in poultry: Revolutionizing broiler chicken nutrition with plant-derived gut health enhancers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2024; 15:101.
76. Kers JG, Velkers FC, Fischer EAJ, et al. Intestinal health in broilers: Evaluation of macroscopic scoring systems. *Frontiers in Physiology*. 2020; 11:1235.
77. Liu J, Broomhead J, Kreifels B, et al. Assessment of intestinal permeability: Fluorescein isothiocyanate dextran (FITC-d) as an indicator in broiler chickens. *Poultry Science*. 2021; 100(5):101164.
78. Wiersema ML, De Haas V, Zonnenberg BJ, et al. Comparison of *in vivo*, *ex vivo*, and *in vitro* intestinal permeability assays in broiler chickens. *Birds*. 2023; 4(3):250–264.

BÖLÜM 6

YAPIŞKAN DIŞKI (STICKY DROPPINGS)

Cevdet Gökhan TÜZÜN¹

GİRİŞ

Kanatlı hayvanlarda yapışkan dışkı (sticky droppings), modern endüstriyel üretim sistemlerinde sıkça karşılaşılan hem ekonomik hem de hayvan refahı açısından önemli sonuçlar doğuran bir metabolik durumdur. Sindirim bozukluklarının en yaygın yansımalarından biri olan yapışkan dışkı tek başına bir hastalık olmayıp farklı nedenlere bağlı gelişen bir semptomdur. Kanatlı hayvanların dışkısının kıvamı, rengi ve dokusu, sindirim sisteminin sağlık durumunun ve genel refahının önemli bir göstergesidir (1). Yapışkan dışkı, dışkının normal kıvamından sapma göstererek aşırı nemli, jelatinimsi ve yapışkan hale gelmesiyle tanımlanır (2,3,4,5). Özellikle civciv ve genç piliçlerde kloaka bölgesinde dışkının yapışması; tüylerin ve kloaka bölgesinin kirlenmesine, altlık materyalinin hızla kirlenmesi sonucu amonyak birikiminin artmasına, ayak ve deri lezyonları gibi mikrobiyal bulaşmayı artırarak hayvan sağlığını ve kümes hijyenini olumsuz etkilemekte ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır (6,7,8,9).

Kanatlı yetiştiriciliğinde performans, hayvan refahı ve ekonomik verimlilik açısından sindirim sağlığı büyük önem taşımaktadır. Sindirim sisteminde ortaya çıkan her türlü mikrobiyal dengesizlik, doğrudan hayvanlarda yemden yararlanmayı ve büyüme hızını etkiler. Ekonomik açıdan bakıldığında yapışkan dışkı; yemden yararlanma oranının düşmesi, büyüme performansının yavaşlaması ve ölümlerde artış gibi kayıplara neden olabilir (10,11). Ayrıca altlık yönetiminde zorluk çıkarak iş gücü ve bakım maliyetlerini yükseltebilir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, yapışkan dışkının tek başına bir hastalık değil; çok faktörlü metabolik ve fizyolojik bir semptom olduğudur. Yani, altta yatan nedenlerin doğru teşhis edilmesi ve kontrol edilmesi gerekir (12,13,14,15,16). Kanatlı hayvanların sağlığı, aynı zamanda hastalık ve sindirim sağlığının önemli bir göstergesi olan dışkılarıyla doğrudan belirlenebilir. Bakteriyel, viral veya parazitik hastalıkların yanı sıra beslenme yetersizliklerinin yol açtığı potansiyel bağırsak sağlığı sorunları, kanatlı

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, gokhantuzun@isparta.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-4778-6202

Gelecek araştırmaların odak noktası, yapışkan dışkı oluşum mekanizmalarının daha derinlemesine anlaşılmasına yönelik olmalıdır. Özellikle mikrobiyal ekoloji, nutrigenetik ve hassas beslenme alanlarında elde edilecek bulgular, bireysel farklılıkları dikkate alan yenilikçi besleme stratejilerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Ayrıca, erken tanı sistemleri ve akıllı izleme teknolojileri gibi yeni nesil teknolojilerin uygulanması hem tanı hem de önleme süreçlerinde önemli ilerlemeler sunabilir.

Sonuç olarak, bu bölümde incelenen tüm literatür bilgileri, kanatlılarda yapışkan dışkı oluşumuna neden olan faktörlerin yapısını ortaya koymakta ve olası anormalliklerin anlaşılmasına yönelik bir çerçeve sunmaktadır. Kanatlı besleme alanında çalışan bilim insanları, sahada görev yapan veteriner hekimler ve zootekni ziraat mühendisleri açısından ise multidisipliner bir yaklaşım benimsenmesi büyük önem taşımaktadır. Koruyucu hekimliğin ön planda tutulması, sürekli eğitim ve bilimsel güncellemelerin takip edilmesi, çiftlik koşullarına özel protokollerin geliştirilmesi ve uygulamaya aktarılması, sorunun kalıcı biçimde kontrol altına alınmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Perera WNU, Abdollahi MR, Zaefarian Fet al. Barley, an undervalued cereal for poultry diets: limitations and opportunities. *Animals*; 2022; 12(19), 2525, 1-35. <https://doi.org/10.3390/ani12192525>
2. Choct M, Hughes RJ, Bedford MR. Effects of a xylanase on individual bird variation, starch digestion throughout the intestine, and ileal and caecal volatile fatty acid production in chickens fed wheat-based diets. *Poultry Science*; 2008; 87(10), 2052-2063.
3. Slominski BA, Recent advances in research on enzymes for poultry diets. *Poultry Science*; 2011; 90 (12), 2013-2023. ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01372>
4. Washington State University Extension 2010; Sticky droppings: a feed-related poultry problem. Erişim: https://wpcdn.web.wsu.edu/wp-extension/uploads/sites/2093/2023/06/StickyDroppings_WSUFS002E.pdf
5. Jacob JP, Pescatore AJ. Barley β -glucan in poultry diets. *Annals of Translational Medicine*; 2014; 2(2), 20, 1-7. doi: 10.3978/j.issn.2305-5839.2014.01.02.
6. Svihus B. Function of the digestive system. *Journal of Applied Poultry Research*; 2014; 23(2), 306-314.
7. Ducatelle R, Goossens E, De Meyer F, et al. Biomarkers for monitoring intestinal health in poultry: present status and future perspectives. *Veterinary Research*; 2018; 49(1), 43. <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0538-6>
8. Raza A, Bashir S, Tabassum R. An update on pathogenicity, diagnosis, prevention, and control of coccidiosis in poultry. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*; 2019; 8(3), 1602-1611.
9. Ahmed RM, Rymer C, Junipper DJ. A review of the aetiology, prevention and control of foot pad dermatitis in turkeys and broilers. *Heliyon*; 2023; <https://doi.org/10.2139/ssrn.4574909>
10. Jha R, Singh AK, Yadav S, et al. Early nutrition programming (in ovo and post-hatch feeding) as a strategy to modulate gut health of poultry. *Frontiers Veterinary Science*; 2019; 6, 82. doi: 10.3389/fvets.2019.00082

11. Summers J, Adams CE, Leeson S. Metabolic disorders of poultry. *International Journal of Veterinary Science*; 2022; 29. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01372>.
12. Kogut MH, Arsenault RJ. Gut health: the new paradigm in food animal production. *Frontiers Veterinary Science*; 2016; 3,71. doi: 10.3389/fvets.2016.00071
13. Aderibigbe A, Cowieson A, Sorbara JO, et al. Intestinal starch and energy digestibility in broiler chickens fed diets supplemented with α -amylase. *Poultry Science*; 2020; 99(11), 5907-5914. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.036>.
14. Shehata AM, Paswan VK, Attia YA, et al. Managing gut microbiota through in ovo nutrition influences early-life programming in broiler chickens. *Animals*; 2021; 11(12):3491. <https://doi.org/10.3390/ani11123491>
15. Proszkowiec-Weglarz M, Miska KB, Ellestad LE, et al. Delayed access to feed early post-hatch affects the development and maturation of gastrointestinal tract microbiota in broiler chickens. *BMC Microbiology*; 2022; 24; 22(1): 206. doi: 10.1186/s12866-022-02619-6.
16. Yehia N, Salem HM, Yasser M, et al. Common viral and bacterial avian respiratory infections: an updated review. *Poultry Science*; 2023; 102(5),102553. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102553>.
17. Montagne L, Pluske JR, Hampson DJ. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*; 2003; 108(1-4), 95-117. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00163-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00163-9)
18. Tancharoenrat P, Ravindran V, Zaefarian F, et al. Digestion of fat and fatty acids along the gastrointestinal tract of broiler chickens. *Poultry Science*; 2014; 93(2), 371-379. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03344>
19. Mozurienne E, Mockus E, Klupsaite D, et al. Physical and chemical characteristics of droppings as sensitive markers of chicken health status. *Animals*; 2024; 14, 1389. <https://doi.org/10.3390/ani14091389>
20. Ouachem D, Kaboul N, Meredef A, et al. Effects of clay on performance, moisture of droppings and health status of poultry: an overview. *World's Poultry Science Journal*; 2015; 71(1):184-189. doi:10.1017/S004393391500015X
21. Hofacre CL, Smith JA, Mathis GF. An optimist's view on limiting necrotic enteritis and maintaining broiler gut health and performance in today's marketing, food safety, and regulatory climate. *Poultry Science*; 2018; 97(6), 1929-1933. <https://doi.org/10.3382/ps/pey082>.
22. Nguyen HT, Wu SB, Bedford MR, et al. Dietary soluble non-starch polysaccharide level and xylanase influence the gastrointestinal environment and nutrient utilisation in laying hens. *British Poultry Science*; 2021; 63(3), 340-350. <https://doi.org/10.1080/00071668.2021.2003754>
23. Józefiak D, Rutkowski A, Kaczmarek S, et al. Effect of β -glucanase and xylanase supplementation of barley- and rye-based diets on caecal microbiota of broiler chickens. *British Poultry Science*; 2010; 51(4), 546-557. <https://doi.org/10.1080/00071668.2010.507243>
24. Dunlop MW, Moss AF, Groves PJ, et al. The multidimensional causal factors of 'wet litter' in chicken-meat production. *Science of The Total Environment*; 2016; 562, 766-776, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.147>.
25. Morgan NK, Keerqin C, Wallace A, et al. Effect of arabinoxyloligosaccharides and arabinoxylans on net energy and nutrient utilization in broilers. *Animal Nutrition*; 2019; 5(1), 56-62, <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.05.001>.
26. Sanchez J, Barbut S, Patterson R, et al. Impact of fiber on growth, plasma, gastrointestinal and excreta attributes in broiler chickens and turkey poults fed corn- or wheat-based diets with

- or without multienzyme supplement. Poultry Science; 2021; 100(8):101219. doi: 10.1016/j.psj.2021.101219.
27. Rzeznitzek J, Hoerr FJ, Rychlik I, et al. Morphology, microbiota, and metabolome along the intestinal tract of female turkeys. Poultry Science; 2022; 101(11):102046. doi: 10.1016/j.psj.2022.102046.
 28. Attia YA, Al-Khalaifah HS, Alqhtani AH, et al. The impact of multi-enzyme fortification on growth performance, intestinal morphology, nutrient digestibility, and meat quality of broiler chickens fed a standard or low-density diet. Frontiers in Veterinary Science; 2022; 9,1012462. doi: 10.3389/fvets.2022.1012462
 29. Hsu JC, Lu TW, Chiou PWS, et al. Effects of different sources of dietary fibre on growth performance and apparent digestibility in geese. Animal Feed Science and Technology; 1996; 60(1,2), 93-102. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00918-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00918-3).
 30. Han HY, Zhang KY, Ding XM, et al. Effect of dietary fiber levels on performance, gizzard development, intestinal morphology, and nutrient utilization in meat ducks from 1 to 21 days of age. Poultry Science; 2017; 96(12), 4333-4341. <https://doi.org/10.3382/ps/pex268>
 31. Wang X, Li D, Xu Y, et al. Xylanase supplement enhances the growth performance of broiler by modulating serum metabolism, intestinal health, short-chain fatty acid composition, and microbiota. Animals; 2024; 14(8),1182. <https://doi.org/10.3390/ani14081182>
 32. Kim E, Morgan NK, Moss AF, et al. The flow of non-starch polysaccharides along the gastrointestinal tract of broiler chickens fed either a wheat- or maize-based diet. Animal Nutrition; 2021; 14(9), 138-142. doi: 10.1016/j.aninu.2021.11.004.
 33. Choct M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. World's Poultry Science Journal; 2006; 62(1), 5-16. <https://doi.org/10.1079/WPS200480>
 34. Sugiharto S, Raza, MA. Optimization of poultry physiological condition in the post-antibiotic era through nutritional intervention - A review. Jurnal Medik Veteriner; 2024; 7(2), 388-406. <https://doi.org/10.20473/jmv.vol7.iss2.2024.388-406>
 35. Melaku M, Zhong R, Han H, et al. Butyric and citric acids and their salts in poultry nutrition: effects on gut health and intestinal microbiota. International Journal of Molecular Sciences; 2021; 22(19), 10392. <https://doi.org/10.3390/ijms221910392>
 36. Morgan N, Bhuiyan MM, Hopcroft R. Non-starch polysaccharide degradation in the gastrointestinal tract of broiler chickens fed commercial-type diets supplemented with either a single dose of xylanase, a double dose of xylanase, or a cocktail of non-starch polysaccharide-degrading enzymes. Poultry Science; 2022; 101(6),101846. doi: 10.1016/j.psj.2022.101846.
 37. Biagini L, Galosi L, Roncarati A, et al. The role of nutraceuticals and phytonutrients in chickens gastrointestinal diseases. Animals; 2022; 12(7):892. <https://doi.org/10.3390/ani12070892>
 38. Cardoso V, Fernandes EA, Santos HMM, et al. Variation in levels of non-starch polysaccharides and endogenous endo-1,4- β -xylanases affects the nutritive value of wheat for poultry. British Poultry Science; 2018; 59(2), 218-226. doi: 10.1080/00071668.2018.1423674.
 39. Ravindran V. Feed enzymes: the science, practice, and metabolic realities. Journal of Applied Poultry Research; 2013; 22(3), 628-636. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00739>
 40. Van Immerseel F, De Buck J, Pasmans F, et al. *Clostridium perfringens* in poultry: an emerging threat for animal and public health. Avian Pathology; 2004; 33(6), 537-549. <https://doi.org/10.1080/03079450400016162>
 41. Crhanova M, Hradecka H, Faldynova M, et al. Immune response of chicken gut to natural colonization by gut microflora and to *Salmonella enterica* serovar enteritidis infection. Infection and Immunity; 2011; 79(7), 2755-2763. <https://doi.org/10.1128/IAI.01375-10>

42. Aruwa CE, Pillay C, Nyaga MM. Poultry gut health-microbiome functions, environmental impacts, microbiome engineering and advancements in characterization technologies. *Journal of Animal Science Biotechnology*; 2021; 12, 119. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00640-9>
43. Yegani M, Korver DR. Factors affecting intestinal health in poultry. *Poultry Science*; 2008; 87, 2052–2063. doi:10.3382/ps.2008-00091
44. Van der Hoeven-Hangoor E, Rademaker CJ, Paton ND, et al. Evaluation of free water and water activity measurements as functional alternatives to total moisture content in broiler excreta and litter samples. *Poultry Science*; 2014; 93(7), 1782-1792. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03776>.
45. Apajalahti JHA, Kettunen A, Bedford MR, et al. Percent G+C profiling accurately reveals diet-related differences in the gastrointestinal microbial community of broiler chickens. *Applied and Environmental Microbiology*; 2001; 67, 5656-5667.
46. Apajalahti JHA, Kettunen A, Graham H. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities with special reference to the chicken. *World's Poultry Science Journal*; 2004; 60, 223-232.
47. Hume ME, Kubena LF, Edrington TS, et al. Poultry digestive microflora biodiversity as indicated by denaturing gradient gel electrophoresis. *Poultry Science*; 2003; 82, 1100-1107.
48. Gibson GR, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*; 1995; 125, 1401-1412.
49. Gibson GR. Dietary modulation of the human gut microflora using prebiotics. *British Journal of Nutrition*; 1998; 80, 209-212.
50. McBain AJ, Macfarlane GT. Modulation of genotoxic enzyme activities by nondigestible oligo-saccharide metabolism in in-vitro human gut bacterial ecosystems. *Journal of Medical Microbiology*; 2001; 50, 833-842.
51. Glunder G. Influence of diet on the occurrence of some bacteria in the intestinal flora of wild and pet birds. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift*; 2002; 109, 266-270.
52. Schiffrin EJ, Blum S. Interactions between the microbiota and the intestinal mucosa. *European Journal of Clinical Nutrition*; 2002; 56 (3), 60-64.
53. Wang W, Li Z, Han Q, et al. Effects of dietary non-starch polysaccharides on intestinal morphology, barrier function, and gut microbiota in broilers. *Poultry Science*; 2019; 98(8), 3363–3373. <https://doi.org/10.3382/ps/pez087>
54. Bedford MR, Cowieson AJ. Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology and function in poultry. *Animal Feed Science and Technology*; 2020; 250, 114356. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114356>
55. Khattak FM, Pasha TN, Hayat Z, et al. Enzymes in poultry nutrition. *Journal of Animal and Plant Sciences*; 2006; 16(1-2), 1-7.
56. Yegani M, Korver DR. Effects of corn source and exogenous enzymes on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*; 2013; 92(5), 1208-1220. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02390>.
57. Lemme A, Ravindran V, Bryden WL. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poultry Science Journal*; 2004; 60(4), 423-438. <https://doi.org/10.1079/WPS20040032>
58. Huang L, Xue M, Zhao X, et al. T-2 toxin induces intestinal oxidative stress and disrupts barrier function in broilers via inflammatory pathways. *Toxins*; 2023; 15(2), 104–120. <https://doi.org/10.3390/toxins15020104>
59. Poorghasemi M, Seidavi A, Qotbi AA, et al. Influence of dietary fat source on growth performance responses and carcass traits of broiler chicks. *Asian-Australas Journal of Animal Science*

- ce; 2013; 26(5), 705-710. doi: 10.5713/ajas.2012.12633.
60. Moradi S, Moradi A, Atabaigi Elmi V, et al. Influence of grain type and fat source on performance, nutrient utilization, and gut properties in broilers fed pelleted diets. *Poultry Science*; 2024; 103(10), 104093. ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104093>.
 61. Jouany JP. Methods for preventing, decontaminating and minimizing the toxicity of mycotoxins in feeds. *Animal Feed Science and Technology*; 2007; 137(3-4), 342-362. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.06.009>
 62. Lara LJ, Rostagno MH. Impact of heat stress on poultry production. *Animals*; 2013; 3(2), 356-369. <https://doi.org/10.3390/ani3020356>
 63. Engberg RM, Hedemann MS, Steinfeldt S, et al. Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. *Poultry Science*; 2004; 83, 925-938.
 64. Timbermont L, Haesebrouck F, Ducatelle R, et al. Necrotic enteritis in broilers: an updated review on the pathogenesis. *Avian Pathology*; 2011; 40(4), 341-347. <https://doi.org/10.1080/03079457.2011.590967>
 65. Shojadoost B, Yitbarek A, Alizadeh M, et al. Centennial Review: Effects of vitamins A, D, E, and C on the chicken immune system. *Poultry Science*; 2021; 100(4): 1-15. ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.027>.
 66. Havenstein GB, Ferket PR, Qureshi MA. Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science*; 2003; 82(10), 1500-1508. <https://doi.org/10.1093/ps/82.10.1500>
 67. Klasing KC. Nutrition and the immune system. *British Poultry Science*; 2007; 48(5), 525-537. <https://doi.org/10.1080/00071660701671336>
 68. Tona K, Voemesse K, N'nanlé O, et al. Chicken incubation conditions: role in embryo development, physiology and adaptation to the post-hatch environment. *Frontiers in Physiology*; 2022; May 23(13), 895854. doi: 10.3389/fphys.2022.895854.
 69. Cowieson AJ, Ravindran V. Effect of exogenous enzymes in maize-based diets varying in nutrient density for young broilers: growth performance and digestibility of energy, minerals and amino acids. *British Poultry Science*; 2008; 49(1), 37-44. <https://doi.org/10.1080/00071660701812989>
 70. Hussain M, Aizpurua O, Pérez de Rozas A, et al. Positive impact of early-probiotic administration on performance parameters, intestinal health and microbiota populations in broiler chickens. *Poultry Science*; 2024; 103(12), 104401. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104401>.
 71. Iji PA, Tivey DR. The use of oligosaccharides in broiler diets. *Proceedings of 12th European Symposium on Poultry Nutrition*; 1999; 193-199. Netherlands.
 72. Apajalahti J, Vienola K. Interaction between chicken intestinal microbiota and protein digestion. *Animal Feed Science and Technology*; 2016; 221, 323-330. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.05.004>
 73. De Jong IC, Gunnink H, Van Harn J. Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*; 2014; 23(1), 51-58. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00803>
 74. Bedford MR, Cowieson AJ. Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology. *Animal Feed Science and Technology*; 2012; 173(1-2), 76-85. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.018>
 75. Patterson JA, Burkholder KM. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poultry Science*; 2003; 82(4), 627-631. <https://doi.org/10.1093/ps/82.4.627>
 76. Dhama K, Latheef SK, Mani S, et al. Multiple beneficial applications and modes of action of

- herbs in poultry health and production-A review. *International Journal of Pharmacology*; 2015; 11(2), 152-176. <https://doi.org/10.3923/ijp.2015.152.176>
77. Craig AD, Khattak F, Hastie P, et al. Xylanase and xylo- oligosaccharide prebiotic improve the growth performance and concentration of potentially prebiotic oligosaccharides in the ileum of broiler chickens. *British Poultry Science*; 2019; 61(1), 70–78. <https://doi.org/10.1080/00071668.2019.1673318>].
78. Dibner JJ, Buttin P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *Journal of Applied Poultry Research*; 2002; 11(4), 453-463. <https://doi.org/10.1093/japr/11.4.453>
79. Windisch W, Schedle K, Plitzner C, et al. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*; 2008; 86(14_suppl), 140-148. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459>
80. Sklan D. Development of the digestive tract of poultry. *World's Poultry Science Journal*; 2001; 57(4), 415-428. <https://doi.org/10.1079/WPS20010030>
81. Newell DG, Koopmans M, Verhoef L, et al. Food-borne diseases—the challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. *International Journal of Food Microbiology*; 2010; 139, 3-15. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.021>
82. Butterworth A, De Jong IC, Keppler C. Welfare quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). 2016; Welfare Quality® Consortium.
83. Wideman N, O'Bryan CA, Crandall PG. Factors affecting poultry meat colour and consumer preferences—A review. *World's Poultry Science Journal*; 2016; 72(2), 353-366. <https://doi.org/10.1017/S0043933916000015>
84. Borda-Molina D, Vital M, Sommerfeld V, et al. Insights into broilers' gut microbiota fed with phosphorus, calcium, and phytase supplemented diets. *Frontiers in Microbiology*; 2016; 7, 2033. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02033>
85. Aggrey SE, Karnuah AB, Sebastian B, et al. Genetic properties of feed efficiency parameters in meat-type chickens. *Genetics Selection Evolution*; 2010; 42(1), 25. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-42-25>.

BÖLÜM 7

VİTAMİN YETERSİZLİĞİ / TOKSİSİTESİ

Figen KIRKPINAR¹

GİRİŞ

Vitaminler, canlı metabolizmasının düzenli çalışması ve yaşamın aksaksız sürdürülmesi için mikro düzeylerde ihtiyaç duyulan, yeterli düzeyde alınmadıklarında organizmada belirli aksaklıkların ortaya çıkmasına neden olan, bazıları hariç esansiyel organik moleküllerdir. Örneğin C vitamini yavrularda veya stres koşulları dışında bazı türler tarafından sentezlenebilir. Benzer şekilde, birçok türde niyasin, triptofan amino asidinden, D vitamini, ultraviyole ışığın etkisiyle derideki öncül bileşikler üzerinden sentezlenebilir. Günümüzde vitamin grubuna giren çok sayıda organik madde bilinmektedir. Bunların büyük bir kısmı amin grubu taşımadığı halde, vitamin kapsamında değerlendirilmektedir. Vitaminlerin en yaygın sınıflandırması yağda veya suda çözünürlüklerine göre yapılandır. Buna göre A, D, E ve K vitaminleri yağda çözünen, B kompleksi ve C vitamini suda çözünenler olarak sınıflandırılır. Suda çözünen vitaminlerin tümü ve K vitamini, metabolik olaylar sırasında koenzim rolü oynarken; yağda çözünen A, D ve E vitaminlerinin ise koenzim rolü olmamakla birlikte belirli fizyolojik olayların gerçekleştirilmesinde önemli görevleri bulunmaktadır. Yağda çözünen vitaminlerde karbon, hidrojen ve oksijen bulunurken, suda çözünen vitaminlerin bazıları azot, kükürt veya kobalt içerir (1-5). Tablo 1'de yağda ve suda çözünen vitaminler ve eşanlamlıları verilmiştir (4).

Tablo 1. Yağda ve suda çözünen vitaminler ve eşanlamlıları

Vitaminler	Eşanlamlıları
Yağda çözünen vitaminler	
A ₁ vitamini	Retinol, retinal, retinoik asit
A ₂ vitamini	Dehidroretinol
D ₂ vitamini	Ergokalsiferol

¹ Prof. Dr., Ege Üniversitesi Yemler ve Hayvan Besleme AD., figen.kirkpinar@ege.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2018-755X

B₁₂ vitamini Yetersizliğinin Oluşumu, Genel Semptomları, Metabolik Değişiklikler, Patolojisi, Sebepleri, Yaklaşım, Koruyucu Yöntemler ve Toksisitesi

B₁₂ vitamini yetersizliğinde yemden yararlanmanın azalması, yavaş büyüme, kötü tüylenme, kalp, karaciğer ve böbrekte yağlanma, ölüm oranında artış, kuluçka randımanında azalma görülür. Yemlerde kolin ve metiyonin yetersizliğinin eşlik ettiği durumlarda perozis ortaya çıkabilir.

Tedavi genellikle bir hafta içinde olumlu sonuç verir. Hasta hayvanlara intramüsküler olarak 2 mcg enjeksiyon önerilir.

Yemlere ihtiyacın çok üzerinde B₁₂ vitamini ilavesinin herhangi bir tehlikesi olmadığı bildirilmektedir. Gerekisinin en az birkaç bin katı olan seviyeler güvenlidir (11).

SONUÇ

Kanatlı hayvanların vitamin ihtiyaçlarını yeterli ve dengeli bir şekilde karşılamak, onların sağlığı, refahı ve üretkenliği için hayati önem taşır. Bu nedenlerle kanatlı hayvanların yemleri, optimum üretim elde etmek için vitaminlerce takviye edilerek formüle edilir. Böylece, beslenme bozukluklarının görülme sıklığı, ortadan kaldırılmasa da önemli ölçüde azalır. Ticari koşullarda, vitamin alımının yetersiz olması, klinik eksiklik belirtileri göstermeden sürü performansının düşmesine ve ciddi ekonomik kayıplara neden olabilir.

Kanatlı hayvanlarda vitamin yetersizliğini önlemek ve tedavi etmek, yem değişiklikleri, takviye, enjeksiyon ve oral uygulama gibi stratejileri kapsar. Bu stratejilerin etkinliği, pratikte uygulanabilirliği ve olası zorluklarını belirli şartlara göre değerlendirmek gerekmektedir. Vitamin beslenmesi ele alınırken, bilimsel komiteler tarafından sağlanan ihtiyaç tahminleri ve toleranslar ile yetiştirme şirketlerinin önerileri arasında denge kurmak önemlidir.

KAYNAKLAR

1. Combs GF. The vitamins: Fundamental aspects in nutrition and health (4th ed.). Academic Press. ISBN-978-0128102442. 2012.
2. Klasing KC. Comparative avian nutrition. CAB International. 1998.
3. Leeson S, Summers JD. Nutrition of the chicken (4th ed.). University Books. 2001.
4. McDowell LR. Vitamins in animal and human nutrition. Second Edition. Iowa State University Press 2121 South State Avenue, Ames, Iowa 50014, 812 page, 2000.
5. Scott ML, Nesheim MC, Young RJ. Nutrition of the Chicken, Scott, Ithaca, New York 1982.
6. Blaner WS. Vitamin A and provitamin A carotenoids. In: Marriott BP, Birt DF, Stallings VA, Yates AA, eds. Present Knowledge in Nutrition. 11th ed. Cambridge, Massachusetts: Wiley-Blackwell; 2020:73-91.

7. Ross A. Vitamin A. In: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. 11th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2014:260-77.
8. NRC. *Nutrient Requirements of poultry*. National Research Council, Washington, D.C. 9th Ed. 1994.
9. Bains BS. *A manual of poultry diseases*. F. Hoffmann-La Roche & Co. Limited Company. Basle, Switzerland. 1979.
10. Kirk JE. Variations with age in the tissue content of vitamins and hormones. *Vitamins & Hormones*, 1962, 20: 67-139.
11. NRC. *Vitamin tolerance of animals*. National Academy of Sciences- National Research Council, Washington, D.C. 1987

BÖLÜM 8

TAVUKLARDA İSKELET HASTALIKLARI

Yusuf KONCA ¹ Yusuf CUFADAR ²

GİRİŞ

İskelet sistemi hastalıkları, modern kümes hayvanı üretiminde hem hayvan refahını hem de ekonomik kârlılığı önemli ölçüde olumsuz yönde etkileyen problemlerin başında gelmektedir. Hızlı büyüme ve yüksek yumurta verimi gibi özellikler için yapılan yoğun seleksiyonlar tavukların iskelet bozukluklarına yatkınlığının artmasına neden olmuştur. Aynı zamanda, hatalı sürü yönetim uygulamaları ve birim alanda yoğun yetiştirme sistemleri ve hayvanların hareket alanlarının kısıtlanması, sağlık sorunlarının daha da artmasına ve hayvan refahının azalmasına ve çeşitli ekonomik parametrelerde kayıpların artmasına yol açmaktadır. Osteoporoz, raşitizm, tibial diskondroplazi, bakteriyel kondronekroz ve perosis gibi rahatsızlıklar tavuklarda giderek daha yaygın hale gelmiştir ve kafeste barındırılan yumurta tavuklarının yaşamları boyunca %30'unun bir kırık yaşadığı tespit edilmiştir (1,2). Bu iskelet hastalıklarının yaygınlığı genetik, beslenme ve çevresel faktörlerle yakından ilişkilidir (3).

Osteoporoz, özellikle kalsiyum (Ca) gereksinimlerinin arttığı yumurta veriminin yüksek olduğu dönem yumurta tavuklarında sıklıkla görülür. Yetersiz ve dengesiz beslenme ve özellikle kafes sistemlerinde sınırlı hareket, bu hastalığın gelişimine katkıda bulunarak kırılğan kemiklere, felce ve hatta ölüme yol açabilmektedir (2,4,5). Raşitizm ise genç kanatlılarda Ca, fosfor (P) veya D vitamini eksikliğinden kaynaklanır ve kemik mineralizasyonunun bozulmasına ve deformitelere neden olur (6). Özellikle hızlı gelişen piliçlerde görülen tibial diskondroplazi, normal kemik gelişimini bozar ve sıklıkla topallık ve büyüme geriliğine neden olur (7). Bakteriyel kondronekroz, bacak kemiklerinin büyüme plaklarında enfeksiyöz lezyonlarla karakterize olup ağrı ve hareket kısıtlılığına neden olur (8). Çoğunlukla civcivlerde görülen perosis, manganez ve diğer temel mineral ve vitamin eksikliklerinden kaynaklanan bacak deformiteleriyle ilişkilidir.

¹ Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, yusufkonca@erciyes.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-6231-1512

² Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, yucufadar@selcuk.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-9606-791X

SONUÇ

Tavuklarda osteoporoz, raşitizm, tibial diskondroplazi, bakteriyel kondronekroz ve perosis gibi iskelet sistemi hastalıkları hem hayvan sağlığını hem de kanatlı sektörünün verimliliğini ciddi şekilde azaltabilir. Yüksek verim beklentisiyle birlikte artan Ca ve mineral talebinin karşılanamaması, hareket kısıtlılığı ve yetersiz besleme uygulamaları, özellikle modern üretim sistemlerinde bu hastalıkların yaygınlaşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle büyüme döneminde hayvanın iskelet gelişimin istenen şekilde tamamlanması, ilerleyen dönemde kemiğin yumurta kabuğu oluşumuna vereceği Ca desteğini maksimum seviyede sağlaması için gereklidir. Yumurtalama dönemine geçişten itibaren rasyonların dönemsel olarak yeterli besin madde teminini sağlayacak şekilde hazırlanması bu hastalıkların görülme sıklığını azaltacaktır.

Tavukların kemik gelişiminin tamamlanması, büyüme döneminden itibaren uygun canlı ağırlığa ulaşmaları ve dönemine uygun rasyonlarla beslenmeleri gereklidir. Hayvanların iskelet sisteminin sağlığını korumak için D₃ vitamini, Ca ve P gibi temel besin maddelerinin yeterli düzeyde alınması, iri partiküllü Ca kaynaklarının tercih edilmesi ve hayvanlara yeterli hareket alanı sağlanması iskelet problemlerini azaltmanın en etkili yolu olacaktır. Hayvanların tercihinde genetik potansiyel yanında yaşlanma ile ortaya çıkabilecek problemler ve çevresel koşulların dikkate alınması gerekir. İskelet sistemi hastalıklarının neden olduğu verim kayıpları ve hayvan ölümleri, erken teşhis, düzenli sağlık kontrolleri ve sürü yönetiminde alınacak önlemlerle önemli ölçüde azaltılabilir. Sonuç olarak, tavuklarda iskelet sistemi hastalıklarının önlenmesi ve kontrolü için bütüncül bir yaklaşım benimsenmelidir. Bunun için sürdürülebilir, verimli ve hayvan sağlığını gözetim yetiştiricilik yöntemlerine öncelik verilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Fleming RH. Nutritional factors affecting poultry bone health: Symposium on 'Diet and bone health.' Proceeding of the Nutrition Society. 2008; 67(2).
2. Whitehead CC, Fleming RH. Osteoporosis in cage layers. Poultry Science; 2000; 79(7): 1033–1041.
3. Chen P, Xu T, Zhang C, et al. Effects of Probiotics and Gut Microbiota on Bone Metabolism in Chickens: A Review. Metabolites; 2022; 12(10).
4. Olgun O, Aygun A. Nutritional factors affecting the breaking strength of bone in laying hens. World's Poultry Science; J.2016;72(4):821–832.
5. Webster AB. Welfare implications of avian osteoporosis. In: Poultry Science; 2004: 184–192.
6. Dinev I. Leg weakness pathology in broiler chickens. The Journal of Poultry Science; 2012;49(2).
7. Pines M, Hasdai A, Monsonego-Ornan E. Tibial dyschondroplasia - Tools, new insights and future prospects. World's Poultry Science Journal; 2005;61(2).
8. Julian RJ. Osteochondrosis, dyschondroplasia, and osteomyelitis causing femoral head necrosis in turkeys. Avian Diseases Journal; 1985; 29(3): 854–866.

9. Rath NC, Huff GR, Huff WE, Balog JM. Factors regulating bone maturity and strength in poultry. *Poultry Science*; 2000; 79(7): 1024–1032.
10. Whitehead CC. Overview of bone biology in the egg-laying hen. *Poultry Science*; 2004;83(2): 193–199.
11. Wilson S, Duff SRI, Whitehead CC. Effects of age, sex and housing on the trabecular bone of kaying strain domestic fowl. *Research Veterinary Science*; 1992; 53(1).
12. Whitehead CC. Skeletal disorders in laying hens: the problem of osteoporosis and bone fractures. In: *Welfare of the laying hen. Papers from the 27th Poultry Science Symposium of the World's Poultry Science Association (UK Branch), Bristol, UK, July 2003.* 2009.
13. Wilson S, Duff SRI. Effects of vitamin or mineral deficiency on the morphology of medullary bone in laying hens. *Research Veterinary Science*; 1991; 50(2).
14. Xu D, Shu G, Liu Y, et al. Farm Environmental Enrichments Improve the Welfare of Layer Chicks and Pullets: A Comprehensive Review. *Animals*; 2022; 12(19).
15. Newman S, Leeson S. Skeletal integrity in layers at the completion of egg production. *Worlds Poultry Science Journal*; 1997; 53(3).
16. Yilmaz Dikmen B, Dpek A, Şahan U, Petek M, Sözcü A. Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). *Poultry Science*; 2016; 95(7): 1564–1572.
17. Gregory NG, Wilkins LJ, Eleperuma SD, Ballantyne AJ, Overfield ND. Broken bones in domestic fowls: Effect of husbandry system and stunning method in end-of-lay hens. *British Poultry Science*; 1990; 31(1).
18. Korver DR. Symposium: Avian osteoporosis - Measurement and ethical consideration. Introduction. In: *Poultry Science*; 2004.
19. Zhao SC, Teng XQ, Xu DL, Chi X, Ge M, Xu SW. Influences of low level of dietary calcium on bone characters in laying hens. *Poult Science*; 2020; 99(12): 7084–7091.
20. Fleming RH, McCormack HA, McTeir L, Whitehead CC. Relationships between genetic, environmental and nutritional factors influencing osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science* 2006; 47(6):742–755.
21. Knott L, Bailey AJ. Collagen biochemistry of avian bone: Comparison of bone type and skeletal site. *British Poultry Science*;1999; 40(3): 371–379.
22. Fleming RH, McCormack HA, McTeir L, Whitehead CC. Effects of dietary particulate limestone, vitamin K3 and fluoride and photostimulation on skeletal morphology and osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science*; 2003; 44(5): 683–689.
23. Itakura C, Yamasaki K, Goto M. Pathology of experimental vitamin D deficiency rickets in growing chickens. II. Parathyroid gland. *Avian Pathology*; 1978; 7(4): 515–532.
24. Itakura C, Yamasaki K, Goto M, Takahashi M. Pathology of experimental vitamin D deficiency rickets in growing chickens. I. Bone. *Avian Pathology*; 1978; 7(4): 491–513.
25. Xu L, Li N, Farnell YZ, et al. Effect of feeding a high calcium: Phosphorus ratio, phosphorous deficient diet on hypophosphatemic rickets onset in broilers. *Agriculture*; 2021;11(10).
26. Aksoy A, Haşımoğlu S, Çakır A. Besin Maddeleri ve Hayvan Besleme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:256. 1981.
27. Lewis PD, Gous RM. Responses of poultry to ultraviolet radiation. *World's Poultry Science Journal*; 2009; 65(3): 499–510.
28. Ogbonna AC, Chaudhry AS, Asher L. Effect of dietary vitamin D3 and ultraviolet-B light on the behaviour and growth of broilers challenged with social isolation stress. 2023 Epub.
29. Liu S kwang. Metabolic disease in animals. *Seminars Musculoskeletal Radiology*; 2002; 6(4).

30. Jahejo AR, Tian WX. Cellular, molecular and genetical overview of avian tibial dyschondroplasia. *Research Veterinary Science*; 2021; 135: 569–579.
31. Huang S, Kong A, Cao Q, Tong Z, Wang X. The role of blood vessels in broiler chickens with tibial dyschondroplasia. *Poultry Science*; 2019; 98(12): 6527–6532.
32. Karamüftüoğlu Ş, Kocabağlı N. Farklı Kalsiyum Düzeyleri ve Anyonların Broylerlerde Kan Asit-Baz Dengesi, Besi Performansı ve Tibial Diskondroplazi Oluşumuna Etkisi. *Turkish Journal Veterinary Animal Science*; 2001;25(1): 7–14.
33. Orth MW, Cook ME. Avian Tibial Dyschondroplasia: A Morphological and Biochemical Review of the Growth Plate Lesion and Its Causes. *Veterinary Pathology*; 1994; 31(4): 403–414.
34. Choppa VSR, Kim WK. A Review on Pathophysiology, and Molecular Mechanisms of Bacterial Chondronecrosis and Osteomyelitis in Commercial Broilers. *Biomolecules*. 2023;13(7).
35. Alharbi K, Ekesi N, Hasan A, et al. Deoxynivalenol and fumonisin predispose broilers to bacterial chondronecrosis with osteomyelitis lameness. *Poultry Science*; 2024; 103(5).
36. Anthney A, Do ADT, Alrubaye AAK. Bacterial chondronecrosis with osteomyelitis lameness in broiler chickens and its implications for welfare, meat safety, and quality: a review. *Front Physiol.*; 2024;15(August):1–15.
37. Wideman RF. Bacterial chondronecrosis with osteomyelitis and lameness in broilers: A review. *Poultry Science*; 2016;95(2): 325–344.
38. Wijesurendra DS, Chamings AN, Bushell RN, et al. Pathological and microbiological investigations into cases of bacterial chondronecrosis and osteomyelitis in broiler poultry. *Avian Pathology*; 2017;46(6): 683–694.
39. Huang Y, Eeckhaut V, Goossens E, et al. Bacterial chondronecrosis with osteomyelitis related *Enterococcus cecorum* isolates are genetically distinct from the commensal population and are more virulent in an embryo mortality model. *Veterinary Research*; 2023; 54(1): 13.
40. McNamee PT, Smyth JA. Bacterial chondronecrosis with osteomyelitis ('femoral head necrosis') of broiler chickens: A review. *Avian Pathology*; 2000;29(4): 253–270.
41. Wideman RF, Prisby RD. Bone circulatory disturbances in the development of spontaneous bacterial chondronecrosis with osteomyelitis: A translational model for the pathogenesis of femoral head necrosis. *Front Endocrinol (Lausanne)*; 2013;3(1): 1–14.
42. Lyons M, Insko WM, Martin JH. The Effect of Intraperitoneal Injections of Manganese, Zinc, Aluminum, and Iron Salts on the Occurrence of Slipped Tendon in Chicks. *Poultry Science*; 1938; 17(1): 12–16.
43. Thomas KW, Lowther DA. Manganese levels and the morphology of the epiphyseal plate in broilers with slipped tendons. *Poultry Science*; 1976; 55(5): 1962–1968.
44. www.Poultrydvm.com. 2025. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Pankaj-Patel-11/publication/330727562_Clinical_management_of_spastic_leg_with_curled_toe_paralysis_in_birds/links/5e103d9392851c8364b0225d/Clinical-management-of-spastic-leg-with-curled-toe-paralysis-in-birds.pdf.
45. Phillips PH, Engel RW. The Histopathology of Neuromalacia and 'Curled Toe' Paralysis in the Chick Fed Low Riboflavin Diets: Eight Figures. *J Nutr.*; 1938;16(5): 451–463. Curly Toe Paralysis: <https://poultrydvm.com/condition/curly-toed-paralysis>. Erişim: 10.11.2025

BÖLÜM 9

KANATLI HAYVANLARDA AYAK TABANI (FOOTPAD) DERMATİTİ

Kalbiye KONANÇ¹, Ergin ÖZTÜRK²

GİRİŞ

Ayak tabanı dermatiti olarak bilinen Footpad Dermatitis (FPD), ticari kanatlı üretiminde özellikle etlik piliç ve hindilerde yaygın olarak gözlenen, ayak tabanı derisinde ödem, ülserasyon ve zamanla doku nekrozuna dönüşebilen inflamatuvar bir deri hastalığıdır. Hayvan refahı için kritik öneme sahip bu durum, aynı zamanda karkas kalitesini düşürerek ekonomik kayıplara neden olmakta ve nihai ürünün pazar değerini olumsuz etkilemektedir (1; 2).

FPD'nin ortaya çıkışı genellikle çok faktörlü bir yapıya sahiptir. Önemli çevresel faktörler arasında altlık materyalinin tipi, altlık nemi ve altlıkta biriken dışkı miktarı yer almaktadır. Altlık nemi %30'un üzerine çıktığında FPD insidansında belirgin bir artış gözlenmektedir (3). Ancak bu çevresel faktörlerin dışında, beslenme stratejileri de FPD'nin ilerlemesinde önemli rol oynamaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, protein seviyesi yüksek rasyonların dışkıdaki azot miktarını artırarak altlıkta amonyak oluşumunu hızlandırdığını ve bunun da ayak tabanında deri hasarına yol açabileceğini ortaya koymuştur (4; 5).

Metiyonin, çinko, biyotin, A vitamini gibi bazı mikro ve makro besin öğelerinin eksikliği epitel bütünlüğünü bozarak deri bariyerini zayıflatmakta ve FPD'ye karşı duyarlılığı artırmaktadır (6). Buna karşın, bu öğelerin yeterli ve biyoyararlanabilir formlarda verilmesi, lezyonların oluşumunu azaltmakta ve doku iyileşmesini desteklemektedir. Ayrıca, fonksiyonel yem katkıları (örneğin enzimler, organik asitler, antioksidanlar, probiyotikler ve fitobiyotikler) sindirim sağlığını destekleyerek dışkı kıvamını iyileştirmekte, böylece

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ordu Üniversitesi, Ulubey Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, kalbiye-serdaroglu@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0001-7984-6129

² Prof.Dr., Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, eozturk@omu.edu.tr
ORCID iD: 0000-0002-6266-1117

Sonuç olarak, FPD'ye karşı etkin bir mücadele, lokal deri bütünlüğü ile sınırlı kalmayan, metabolik, immünojenik ve beslenme temelli bütüncül bir yaklaşımı gerektirir. Bu bağlamda, modern kanatlı yetiştiriciliğinde FPD kontrolü, sadece altlık yönetiminin değil, aynı zamanda beslenme planlaması ve sistemik destek stratejilerinin entegrasyonu ile mümkün olabilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Shepherd EM & Fairchild BD. Footpad dermatitis in poultry. *Poultry Science*; 2010; 89(10): 2043–2051. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00744>
2. Haslam SM, Knowles TG, Brown SN, et al. Factors affecting the prevalence of foot pad dermatitis, hock burn and breast burn in broiler chicken. *British Poultry Science*; 2007; 48(3): 264–275. <https://doi.org/10.1080/00071660701371341>
3. Mayne RK. A review of the aetiology and possible causative factors of foot pad dermatitis in growing turkeys and broilers. *World's Poultry Science Journal*; 2005; 61(2): 256–267. <https://doi.org/10.1079/WPS200458>
4. Kaukonen E, Norring M & Valros A. Effect of litter quality on foot pad dermatitis, hock burns and breast blisters in broiler breeders during the production period. *Avian Pathology*; 2016; 45: 667–673. DOI: 10.1080/03079457.2016.1197377
5. Shao D, Shen Y, Zhao X, et al. Low-protein diets with balanced amino acids reduce nitrogen excretion and foot pad dermatitis without affecting the growth performance and meat quality of free-range yellow broilers. *Italian Journal of Animal Science*; 2018; 17(3), 698-705. DOI: 10.1080/1828051X.2017.1400414
6. Świątkiewicz S, Arczewska-Włosek A & Józefiak D. The nutrition of poultry as a factor affecting litter quality and foot pad dermatitis—an updated review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*; 2017; 101(5): e14–e20. <https://doi.org/10.1111/jpn.12630>
7. Abd El-Hack ME, El-Saadony MT, Shafi ME, et al. Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*; 2020; 104(6): 1835–1850. <https://doi.org/10.1111/jpn.13454>
8. Vieira R, Ferket P, Malheiros R. Feeding low dietary levels of organic trace minerals improves broiler performance and reduces excretion of minerals in litter. *British poultry science*; 2020; 61(5): 574-582. <https://doi.org/10.1080/00071668.2020.1764908>
9. Ayala DI, Grum DS, Evans NP, et al. Identification and characterization of the causative agents of Focal Ulcerative Dermatitis in commercial laying hens. *Frontiers in Veterinary Science*; 2023; 10, 1110573. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1110573>
10. Mayne RK, Powell F, Else RW, et al. Foot pad dermatitis in growing turkeys is associated with cytokine and cellular changes indicative of an inflammatory immune response. *Avian Pathology*; 2007a; 36(6): 453–459. <https://doi.org/10.1080/03079450701639327>
11. Surai PF. Antioxidant systems in poultry biology: superoxide dismutase. *Journal of Animal Research and Nutrition*, 2016; 1(1): 8. DOI: 10.21767/2572-5459.100008
12. Mayne RK, Else RW & Hocking PM. High litter moisture alone is sufficient to cause footpad dermatitis in growing turkeys. *British Poultry Science*; 2007; 48(5): 538–545. <https://doi.org/10.1080/00071660701573045>
13. Allain V, Mirabito L, Arnould C, et al. Skin lesions in broiler chickens measured at the slau-

- ghthouse: relationships between lesions and between their prevalence and rearing factors. *British Poultry Science*; 2009; 50(4): 407-417. <https://doi.org/10.1080/00071660903110901>
14. Estevez I. Density allowances for broilers: where to set the limits? *Poultry Science*; 2007; **86**(6): 1265–1272. <https://doi.org/10.1093/ps/86.6.1265>
 15. Freihold D, Bartels T, Bergmann S, et al. Animal Well-Being and Behavior. *Poultry Science*; 2019; 98: 18. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey473>
 16. Taira K, Nagai T, Obi T, et al. Effect of litter moisture on the development of footpad dermatitis in broiler chickens. *Journal of Veterinary Medical Science*; 2014; 76(4): 583-586. <https://doi.org/10.1292/jvms.13-0321>
 17. Ekstrand C, Carpenter TE, Andersson I. Prevalence and control of foot-pad dermatitis in broilers in Sweden. *British Poultry Science*; 1998; 38(4): 355-362. <https://doi.org/10.1080/00071669888845>
 18. Mangus LM, França MS, Shivaprasad HL, et al. Relevant background lesions and conditions in common avian and aquatic species. *ILAR journal*; 2021; 62(1-2): 169-202. <https://doi.org/10.1093/ilar/ilab008>
 19. Yilmaz E. Nutritional manipulations for preventing contact dermatitis in poultry–A review. *CABI Reviews*; 2024; 19(1). <https://doi.org/10.1079/cabireviews.2024.0003>
 20. Wijesurendra DS, Chamings AN, Bushell et al. Pathological and microbiological investigations into cases of bacterial chondronecrosis and osteomyelitis in broiler poultry. *Avian pathology*; 2017; 46(6): 683-694. <https://doi.org/10.1080/03079457.2017.1349872>
 21. Shi L, Jin X, Xu Y, et al. Effects of total flavonoids of artemisia ordosica on growth performance, oxidative stress, and antioxidant status of lipopolysaccharide-challenged broilers. *Antioxidants*; 2022; 11(10): 1985. <https://doi.org/10.3390/antiox11101985>
 22. Brenes A & Roura E. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*; 2010; 158 (1-2): 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds-ci.2010.03.007>
 23. Zhang C, Wang C, Zhao X, et al. Effect of l-theanine on meat quality, muscle amino acid profiles, and antioxidant status of broilers. *Animal Science Journal*; 2020; 91(1): e13351. <https://doi.org/10.1111/asj.13351>
 24. Leeson S & Summers JD. *Commercial Poultry Nutrition*; 2005; Nottingham University Press.
 25. Mujahid A, Yoshiki Y, Akiba Y, et al. Superoxide radical production in chicken skeletal muscle induced by acute heat stress. *Poultry Science*; 2005; **86**(3): 608–614. <https://doi.org/10.1093/ps/84.2.307>
 26. Brugaletta G, De Cesare A, Zampiga M, et al. Effects of alternative administration programs of a synbiotic supplement on broiler performance, foot pad dermatitis, caecal microbiota, and blood metabolites. *Animals*; 2020; 10(3): 522. <https://doi.org/10.3390/ani10030522>
 27. Soltan MA, Shewita RS, Matroud OA, et al. Lignocellulose and probiotic supplementation in broiler chicken diet: effect on growth performance, digestive health, litter quality, and genes expression. *Poultry Science*; 2024; 103(6): 103735. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103735>

BÖLÜM 10

ELEKTROLİT DENGESİZLİĞİ: ASİDOZİS VE ALKOLOZİS

Ladine BAYKAL ÇELİK¹ Mehmet ÇELİK²

GİRİŞ

Kanatlı hayvan üretiminde hayvan sağlığı, yüksek verimin esasını teşkil eder. Kümes hayvanının sağlığı, gıda üretim miktarını ve gıda zincirinin güvenliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle hayvan sağlığının korunması, sektörün sürdürülebilirliği ve karlılığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kanatlı hayvanların besin madde gereksinimleri son 50-60 yıldır ortaya koyulmuştur. Bu gereksinimler, ıslah çalışmalarındaki ilerlemeler, küresel çevre sıcaklığındaki artış eğilimi başta olmak üzere çevresel farklılıklara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kanatlı hayvanlar, hızlı büyüme veya yüksek yumurta üretimi gibi verimleri nedeniyle vücut sıcaklıkları artmakta ve kaçınılmaz olarak strese girmektedirler. Hayvanların yaşadığı bu stres, organ veya sistem üzerindeki iş yükünün artması nedeniyle vücut sisteminin bozulmasına neden olmakta, verimi olumsuz yönde etkilemektedir. Yemin besin madde kompozisyonu, su kalitesi ile sağlık koruma amaçlı vitamin-mineral, hepatoprotektif ve enzim preparatları, prebiyotik ve probiyotiklerle önleyici tedavilerin eksikliği metabolik bozukluklara yol açabilir. Protein, lipit, karbonhidrat, vitamin, makro ve mikromineral metabolizması bozukluklarından kaynaklanan hastalıklar verimliliği düşürerek çiftliklerde büyük ekonomik kayıplara neden olabilmektedir (1). Öyle ki, metabolik bozukluklardan kaynaklanan yaygın hastalıklar kümes hayvanı hastalıklarının en büyük grubunu oluşturmakta ve hatta infeksiyöz etkenlerden bile daha fazla ekonomik kayıplara neden olmaktadır (2).

Metabolik bozuklukların bir bölümü kardiyovasküler rahatsızlıklar, bir bölümü kas-iskelet sistemi bozuklukları, bir kısmı ise elektrolit dengesizlikler ile şekillenir. Kanatlı hayvanlarda özellikle de etlik piliçler ve yumurtacı tavukların yüksek çevre sıcaklığına maruz kalması sonucu oluşan elektrolit dengesizliği, solunum alkalozuna yol açmakta ve

¹ Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yemler ve Hayvan Besleme AD., ladine@cu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-3352-9181

² Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Ceyhan Veteriner Fakültesi Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD., mcelik@cu.edu.tr, ORCID iD: 0009-0001-1585-0660

temi ve sirkülasyon fanı gibi soğutma sistemlerinin dahil edilmesinin kanatlı hayvanların performansını optimize etmede olumlu etkileri olduğu kanıtlanmıştır. Kapalı sistemlerde tünel ve giriş havalandırma sistemlerinin kullanımının, sıcaklık stresini azaltmada etkili olduğu, hayvan sağlığı ve üretim miktarını artırdığı ortaya koyulmuştur (37).

Farmakolojik ve Destekleyici Yöntemler:

Elektrolit degesizliği sonucu ortaya çıkan metabolik ve solunum yolu asidoz/alkaloz durumlarında destekleyici önlemlerin alınması, etkilerin hafifletilmesine katkı sağlayacaktır. Hayvanlara daha serin ortamın oluşturulması, temiz ve soğuk suyun sağlanması, stres kaynaklarının azaltılması veya ortadan kaldırılması, fiziksel aktivitenin kısıtlanması, dengeli ve kolay sindirilebilir bir diyetin sağlanması son derece önemlidir.

Ciddi şekilde etkilenen tavuklara elektrolit dengesinin sağlanması ve rehidrasyona yardımcı olmak amacıyla ağızdan elektrolit solüsyonları verilmesi uygun olacaktır. Ciddi vakalarda veteriner gözetiminde ilaç tedavisi gerekebilir. Anti-asidik veya anti-alkalojenik ajanlar kullanılabilir, intravenöz tuz çözeltilerinin (“kristaloidler”) verilmesi, hayvan sağlığı, verim düzeyi ve kalitesini iyileştirecektir (38).

SONUÇ

Elektrolit dengesizliği, kanatlıların sağlığı ve üretim performansı üzerinde ciddi etkiler yaratır. Asidoz ve alkalozun önlenmesi ve yönetimi; diyet optimizasyonu, çevresel kontrol, elektrolit takviyesi ve veteriner gözetimi ile mümkündür.

Önümüzdeki yıllarda da metabolik sorunlar, kümeslerde ölüm oranının artmasına, performansın düşmesine katkıda bulunmaya devam edecektir. Sektör önümüzdeki yıllarda da büyümeye devam ederken diyet elektrolit dengesi ve bunun kanatlıların asit-baz dengesi üzerindeki etkisine daha fazla dikkat edilmesini zorunlu hale getirmiştir.

Gelecek çalışmalarda, genetik ve metabolik faktörlerin detaylı analizi, sürdürülebilir ve verimli üretim sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, bilimsel araştırmaların artırılması ve kanatlı beslenmesi ile yönetim stratejilerinin sürekli güncellenmesi kritik önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Melnyk A, Sakara V, Vovkotrub N, et al. Metabolic disorders in poultry (review). Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences; 2021; 23(103): 125-135. doi.org/10.32718/nvlvet10317
2. Julian RJ. Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry – A review, The Veterinary Journal; 2005; 169(3): 350-369. doi: 10.1016/j.tvjl.2004.04.015

3. Mushtaq MMH, Pasha TN, Mushtaq T, et al. Electrolytes, dietary electrolyte balance and salts in broilers: An updated review on growth performance, water intake and litter quality. *World's Poultry Science Journal*. 2013; 69(04): 789-802. doi: 10.1017/S0043933913000810
4. Borges SA, Da Silva AVE, Maiorka A. Acid-base balance in broilers. *World's Poultry Science Journal*; 2007; 63(1): 73–81. doi:10.1017/S0043933907001286
5. Borges SA, Fischer Da Silva AV, Ariki J, et al. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and relative humidities. *Poultry Science*; 2003; 82(2): 301-308. doi:10.1093/ps/82.2.301
6. Popoola I, Popoola O, Ojiniyi M, et al. The roles of key electrolytes in balancing blood acid-base and nutrient in broiler chickens reared under tropical conditions. *Natural Science*; 2020; 12: 4-11. doi: 10.4236/ns.2020.121002
7. Hurwitz S, Cohen I, Bar A. Sodium and chloride requirements of chick: relationship to acid-base balance. *Poultry Science*; 1973; 52: 903-909. doi:10.3382/ps.0520903
8. Robinson N. Acid-base homeostasis. In: Cunningham JG ed. *Textbook of veterinary physiology*, 2nd Ed., WB. Saunders Company, New York; 1997. p. 621-633.
9. Mongin P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications in poultry. *Proceedings of the Nutrition Society*; 1981; 40(83): 285-294. doi:10.1079/pns19810045
10. Mushtaq MMH, Pasha TN. Electrolytes, dietary electrolyte balance and salts in broilers: an updated review on acid-base balance, blood and carcass characteristics. *World Poultry Science Journal*. 2013; 69: 833–851. doi: 10.1017/S0043933913000846
11. Baloš, MZ, Jakšić S, Knežević S, et al. Electrolytes – sodium, potassium and chlorides in poultry nutrition. *Archives of Veterinary Medicine*; 2016; 9(1): 31-42. doi:10.46784/e-avm.v 9i1.95
12. Leeson S, Summers JD. *Scott's nutrition of the chicken*. Chapter 5 – Minerals. 4th edition. Published by University books, Guelph, Ontario, Canada; 2001. p. 341-363.
13. Saki AA, Maleckey M, Johari R, et al. The effects of protein, amino acid, and dietary electrolyte balance on broiler chicken performance and blood parameters under heat stress. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*; 2016; 38(3): 285-292. doi: 10.4025/actascianimsci.v38i3.30747
14. Ibrahim A, Kenéz Á, Pfannstiel J, et al. Responses of the blood acid-base balance and blood plasma metabolomics of broiler chickens after change to diets with high free amino acid levels. *Poultry Science*; 2024; 103(8):103956. doi: 10.1016/j.psj.2024.103956.
15. Kapetanov M, Pajić M, Ljubojević D, et al. Heat stress in poultry industry. *Arhiv Veterinarske Medicine*; 2015; 8(2): 87-101. doi: 10.46784/e-avm.v8i2.117
16. Borges SA. Potassium chloride and sodium bicarbonate supplementation for broiler chickens during the summer. MS Thesis; Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil; 1997.
17. Belay T, Teeter RG. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. *Poultry Science*; 1993; 72: 116-124. doi: 10.3382/ps.0720116
18. Shaw I, Gregory K. Acid-base balance: a review of normal physiology. *BJA Educ.*; 2022; 22(10): 396-401. doi: 10.1016/j.bjae.2022.06.003
19. Cunningham JG. *Tratado de Fisiologia Veterinária*. 1999; Guanabara, Rio de Janeiro, 454 pp.
20. Portsmouth J. Changes needed in nutrient input data relating to leg problems in poultry. *Feedstuffs*; 1984; 56: 43-52.
21. March BE. Sodium chloride supplementation of all plant protein broiler diets. *Poultry Science*; 1984; 63:703-705. doi.org/10.3382/ps.0630703
22. Gamba JP, Rodrigues MM, Garcia Neto M, et al. The strategic application of electrolyte balance to minimize heat stress in broilers. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*; 2015; 17(2): 237-245.

- doi:10.1590/1516-635x1702237-246
23. Moura FADS, Silva DRSE, Araújo RDS, et al. Insights of dietary electrolyte balance in broilers raised under natural heat stress conditions. *British Poultry Science*; 2024; 65(6): 781-789. doi: 10.1080/00071668.2024.2379959
 24. Borges AS, Fischer da Silva AV, Moura ASAMT, et al. Electrolyte balance in broiler growing diets. *International Journal of Poultry Science*; 2004;3(10): 623-628. doi:10.3923/ijps.2004.623.628
 25. Whiting TS, Andrews LD, Stamps L. Effects of sodium bicarbonate and potassium chloride drinking water supplementation. *Poultry Science*; 1991; 70:53-59. doi:10.3382/ps.0700053
 26. Silva VCd, Araújo WAGd, Valentim JK, et al. Total electrolyte balance for laying hens. *Ciência Rural*; 2021; 51(1): e20190255. doi: 10.1590/0103-8478cr20190255
 27. Smith MO, Teeter RG. Carbon dioxide, ammonium chloride, potassium chloride, and performance of heat distressed broilers. *Journal of Applied Poultry Research*; 1993; 2: 61-66. doi:10.1093/japr/2.1.61
 28. Teeter RG, Belay T. Broiler management during acute heat stress. *Animal Feed Science and Technology*; 1996; 58: 127-142. [https://doi:10.1016/0377-8401\(95\)00879-9](https://doi:10.1016/0377-8401(95)00879-9)
 29. Olanrewaju HA, Thaxton JP, Dozier WA, et al. Electrolyte diets, stress, and acid-base balance in broiler chickens. *Poultry Science*; 2007; 86(7): 1363-1371. doi:10.1093/ps/86.7.1363.
 30. Johnson RJ, Karunajeewa H. The effects of dietary minerals and electrolytes on the growth and physiology of the young chick. *Journal of Nutrition*; 1985; 115(12): 1680-1690. doi:10.1093/jn/115.12.1680
 31. Borgatti LMO, Albuquerque R, Meister NC, et al. Performance of broilers fed diets with different dietary electrolyte balance under summer conditions. *Brazilian Journal of Poultry Science*; 2004; 6(3): 153-157. doi: 10.1590/S1516-635X2004000300004
 32. Ahmad T, Sarwar M. Dietary electrolyte balance: implications in heat stressed broilers. *World's Poultry Science Journal*; 2006; 62(4): 638-653. doi:10.1017/S0043933906001188
 33. Arantes UM, Stringhini JH, Oliveira MC, et al. Effect of different electrolyte balances in broiler diets. *Brazilian Journal Poultry Science*; 2013; 15(3): 169-286. doi:10.1590/S1516-635X2013000300010
 34. Teeter RG, Smith MO, Owens FN, et al. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. *Poultry Science*; 1985; 64: 1060-1064. doi:10.3382/ps.0641060
 35. Mangan M, Siwek M. Strategies to combat heat stress in poultry production—A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*; 2024; 108: 576–595. doi:10.1111/jpn.13916
 36. Wasti S, Sah N, Mishra B. Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. *Animals*; 2020; 10(8):1266. doi:10.3390/ani10081266
 37. Oloyo A, Ojerinde A. *Poultry Housing and Management*. Poultry - An Advanced Learning. Edited by Asghar Ali Kamboh. Chapter 1, IntechOpen, London 2019; doi: 10.5772/intechopen.83811
 38. Muir W. Effect of intravenously administered crystalloid solutions on acid-base balance in domestic animals. *Journal of Veterinary Internal Medicine*; 2017; 31(5): 1371-1381. doi: 10.1111/jvim.14803.

BÖLÜM 11

YAĞLI KARACİĞER HEMORAJİK SENDROMU

Mehmet Akif YÖRÜK¹, Mükremin ÖLMEZ²

GİRİŞ

Yağlı Karaciğer Hemorajik Sendromunun (FLHS), özellikle yumurtlayan tavuklarda görülen ve karaciğerde aşırı yağ birikiminin yol açtığı, karaciğer dokusunun hasarıyla seyreden ve ölümle sonuçlanabilen metabolik bir hastalıktır. Bu durum, karaciğerde retikulin ağının bozulması, yağ birikiminin hepatositleri şişirerek mekanik strese yol açması ve/veya yağ yüklü hepatositlerde görülen biyokimyasal değişiklikler nedeniyle karaciğerin fonksiyon kaybıyla karakterizedir (1-3). FLHS, özellikle ticari yumurtacı tavuk kümeslerinde büyük ekonomik kayıplara yol açan bir hastalık olarak öne çıkmaktadır (1, 2).

FLHS karaciğerde yağlı enflamasyon ve retikulin dokusunun yıkımıyla ilişkili subklinik veya klinik seyreden bir hastalıktır. Retikulin bütünlüğünün bozulması, hastalığın ana lezyonlarından biri olarak vurgulanır ve yağ birikimiyle ilişkili mekanik strese veya retikulin hedefli patolojik süreçlere bağlı olarak ortaya çıkabilir (2, 3). Bu kapsamda FLHS'nin etiolojisi çok yönlü olup beslenme, egzersiz düzeyi ile karaciğer dokusundaki yapısal değişiklikler rol oynar (2).

FLHS'nin özellikle bağırsak ve karaciğer üzerinde düzenleyici etkiler gösteren probiyotik vb. yem katkı maddeleri ile diyetin düzenlenmesi FLHS'nin gelişimini etkileyebilmektedir. *Lactiplantibacillus plantarum* FRT4 gibi mikroorganizmaların diyetle ilavesinin karaciğer yağlanması azalttığına dair çalışmalar bulunmaktadır. Ancak bu alandaki çalışmaların, FLHS'nin patofizyolojisi hakkında tam manasıyla bilgi vermemektedir (4, 5).

FLHS, yumurta üretimini doğrudan etkileyen önemli bir metabolik hastalıktır. Hastalık yağ birikimi ve karaciğerin hasarıyla birlikte yumurtlama performansında belirgin düşüşe yol açabilmektedir. Bu durum, üreticilerin ekonomik kayıplarını artırır. Ayrıca karaciğer dokusunun bütünlüğünün bozulması ve kanamaların görülmesiyle ölümler şekillenmekte ve büyük sürü kayıpları yaşanmaktadır (2, 3).

¹ Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., mayoruk@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-5003-3383

² Doç. Dr., Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., mukremin.olmez@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-5833-9803

ğerde lipid birikimi ve inflamasyon riskini artırabilir veya azaltabilir. Bu nedenle genotipe özel bakım ve besleme programları FLHS'ye yatkın hatlarda koruyucu etki sağlayabilir.

Çevresel ve yönetsel faktörler de kritik rol oynar. Kafes sistemleri gibi fiziksel aktiviteyi kısıtlayan barındırma koşulları karaciğer lipid birikimini artırabilir. Aynı şekilde sıcaklık stresi, enerji dengesini bozarak karaciğer lipid metabolizmasını olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle uygun barındırma koşulları, stres yönetimi ve serinletme sistemlerinin optimize edilmesi gereklidir.

SONUÇ

FLHS'nin kontrolü, tek bir önleme bağı kalınmadan, beslenme, genetik, epigenetik, çevresel ve yönetsel faktörlerin bir arada ele alınmasını gerektirir. Enerji ve protein dengesi ile yem katkı maddeleri, hepatik metabolik stresi azaltır. Barındırma ve çevresel koşullar enerji dengesi ve stres yönetimi açısından düzenlenir. Bu bütüncül yaklaşım, FLHS görülme sıklığını düşürmek ve sürü sağlığını korumak için temel bir çerçeve sunar (2, 23, 38).

KAYNAKLAR

1. Shini A. Fatty Liver Haemorrhagic Syndrome in Laying Hens: Field and Experimental Investigations. doi:10.14264/uql.2015.74
2. Trott KA, Giannitti F, Rimoldi G, et al. Fatty Liver Hemorrhagic Syndrome in the Backyard Chicken. *Veterinary Pathology*. 2013; 51(4): 787-795. doi:10.1177/0300985813503569
3. Walzem RL, Simon CD, Morishita TY, et al. Fatty Liver Hemorrhagic Syndrome in Hens Overfed a Purified Diet. Selected Enzyme Activities and Liver Histology in Relation to Liver Hemorrhage and Reproductive Performance. *Poultry Science*. 1993; 72(8): 1479-1491. doi:10.3382/ps.0721479
4. Li D, Cai H, Liu G, et al. Lactiplantibacillus Plantarum FRT4 Attenuates High-Energy Low-Protein Diet-Induced Fatty Liver Hemorrhage Syndrome in Laying Hens Through Regulating Gut-Liver Axis. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2024; 15(1). doi:10.1186/s40104-023-00982-6
5. Kumar YR. Fatty Liver Haemorrhagic Syndrome (FLHS) in Broilers. *Journal of Animal Research*. 2019; 9(6). doi:10.30954/2277-940x.06.2019.13
6. Zhu Y, Mao H, Peng G, et al. Effect of JAK-STAT Pathway in Regulation of Fatty Liver Hemorrhagic Syndrome in Chickens. *Animal Bioscience*. 2021; 34(1): 143-153. doi:10.5713/ajas.19.0874
7. So HH, Jeon E-O, Byun S, et al. Early Diagnosis of Fatty Liver-Hemorrhagic Syndrome Using Blood Biochemistry in Commercial Layers. *Korean Journal of Poultry Science*. 2009; 36(2): 165-175. doi:10.5536/kjps.2009.36.2.165
8. Rozenboim I, Mahato J, Cohen N, et al. Low Protein and High-Energy Diet: A Possible Natural Cause of Fatty Liver Hemorrhagic Syndrome in Caged White Leghorn Laying Hens. *Poultry Science*. 2016;95(3): 612-621. doi:10.3382/ps/pev367
9. Shini A, Shini S, Bryden WL. Fatty liver haemorrhagic syndrome occurrence in laying hens:

- impact of production system. *Avian Pathol.* 2019;48(1): 25-34. doi:10.1080/03079457.2018.1538550
10. Cui Z, Jin N, Amevor FK, et al. Salidroside Alleviates Lipid Metabolism Disorder and Inflammatory Response, and Promotes Hepatocyte Proliferation in Fatty Liver-Hemorrhagic Syndrome of Laying Hens. *Research Square.* 2021; Preprint. doi:10.21203/rs.3.rs-885594/v1
 11. Meral Y, Kara Ç. Geçiş Dönemindeki Süt Sığırlarında Karaciğer Yağlanması Ve Kolinin Önemi. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.* 2014;32(1): 39-46. doi:10.30782/uluvfd.163497
 12. Lv Z, Xing K, Li G, et al. Dietary Genistein Alleviates Lipid Metabolism Disorder and Inflammatory Response in Laying Hens With Fatty Liver Syndrome. *Frontiers in Physiology.* 2018; 9. doi:10.3389/fphys.2018.01493
 13. Wei F, Yang X, Zhang M, et al. Akkermansia Muciniphila Enhances Egg Quality and the Lipid Profile of Egg Yolk by Improving Lipid Metabolism. *Frontiers in Microbiology.* 2022; 13. doi:10.3389/fmicb.2022.927245
 14. Yang X, Li D, Zhang M, et al. Ginkgo Biloba Extract Alleviates Fatty Liver Hemorrhagic Syndrome in Laying Hens via Reshaping Gut Microbiota. *Journal of Animal Science and Biotechnology.* 2023; 14(1). doi:10.1186/s40104-023-00900-w
 15. Han GP, Kim JH, Kim JM, et al. Transcriptomic Analysis of the Liver in Aged Laying Hens With Different Eggshell Strength. *Poultry Science.* 2023; 102(1): 102217. doi:10.1016/j.psj.2022.102217
 16. Zhu Y, Zeng Q, Li F, et al. Dysregulated H3K27 Acetylation Is Implicated in Fatty Liver Hemorrhagic Syndrome in Chickens. *Frontiers in Genetics.* 2021; 11(11). doi:10.3389/fgen.2020.574167
 17. Friedman SL, Neuschwander-Tetri BA, Rinella ME, et al. Mechanisms of NAFLD Development and Therapeutic Strategies. *Nature Medicine.* 2018; 24(7): 908-922. doi:10.1038/s41591-018-0104-9
 18. Yao Y, Li L, Wang H, et al. Activated AMP-activated Protein Kinase Prevents Hepatic Steatosis, Oxidative Stress and Inflammation in Primary Chicken Hepatocytes. *Frontiers in Physiology.* 2022; 13. doi:10.3389/fphys.2022.974825
 19. Meng J, Ma N, Liu H, et al. Untargeted and Targeted Metabolomics Profiling Reveals the Underlying Pathogenesis and Abnormal Arachidonic Acid Metabolism in Laying Hens With Fatty Liver Hemorrhagic Syndrome. *Poultry Science.* 2021; 100(9): 101320. doi:10.1016/j.psj.2021.101320
 20. Yang F, Ruan J, Wang T, et al. Improving Effect of Dietary Soybean Phospholipids Supplement on Hepatic and Serum Indexes Relevant to Fatty Liver Hemorrhagic Syndrome in Laying Hens. *Animal Science Journal.* 2017; 88(11): 1860-1869. doi:10.1111/asj.12832
 21. Dankel SN, Bjørndal B, Lindquist C, et al. Hepatic Energy Metabolism Underlying Differential Lipidomic Responses to High-Carbohydrate and High-Fat Diets in Male Wistar Rats. *Journal of Nutrition.* 2021; 151(9): 2610-2621. doi:10.1093/jn/nxab178
 22. Agu PC, Lu J. Hidden Hunger: A Forgotten Comorbidity of Metabolic-Syndrome-Associated Fatty Liver Disease. *Molecular Nutrition & Food Research.* 2025; 69(19). doi:10.1002/mnfr.70134
 23. Wu J, Meng Q. Current Understanding of the Metabolism of Micronutrients in Chronic Alcoholic Liver Disease. *World Journal of Gastroenterology.* 2020; 26(31): 4567-4578. doi:10.3748/wjg.v26.i31.4567
 24. Li X, Swaggerty CL, Kogut MH, et al. Gene Expression Profiling of the Local Cecal Response of Genetic Chicken Lines That Differ in Their Susceptibility to *Campylobacter jejuni* Colonization

- on. Plos One. 2010; 5(7): e11827. doi:10.1371/journal.pone.0011827
25. Muir WI, Akter Y, Bruerton K, et al. The Role of Hen Body Weight and Diet Nutrient Density in an Extended Laying Cycle. Poultry Science. 2023; 102(2): 102338. doi:10.1016/j.psj.2022.102338
 26. Jian H, Xu Q, Wang X, et al. Amino Acid and Fatty Acid Metabolism Disorders Trigger Oxidative Stress and Inflammatory Response in Excessive Dietary Valine-Induced NAFLD of Laying Hens. Frontiers in Nutrition. 2022; 9. doi:10.3389/fnut.2022.849767
 27. Drozd R, Pilarczyk R, Pilarczyk B, et al. Activity of Selected Antioxidant Enzymes, Selenium Content and Fatty Acid Composition in the Liver of the Brown Hare (*Lepus Europaeus L.*) in Relation to the Season of the Year. Biological Trace Element Research. 2015; 168(2): 421-428. doi:10.1007/s12011-015-0385-5
 28. Moghaddam AKZ, Hamzekolaei MHM, Khajali F, et al. Role of Selenium From Different Sources in Prevention of Pulmonary Arterial Hypertension Syndrome in Broiler Chickens. Biological Trace Element Research. 2017; 180(1): 164-170. doi:10.1007/s12011-017-0993-3
 29. Tanguy S, Grauzam SE, Leiris Jd, et al. Impact of Dietary Selenium Intake on Cardiac Health: Experimental Approaches and Human Studies. Molecular Nutrition & Food Research. 2012; 56(7): 1106-1121. doi:10.1002/mnfr.201100766
 30. Cheng X, Hu Y, Yu X, et al. Sodium Butyrate Alleviates Free Fatty Acid-Induced Steatosis in Primary Chicken Hepatocytes via Regulating the ROS/GPX4/Ferroptosis Pathway. Antioxidants. 2024; 13(2): 140. doi:10.3390/antiox13020140
 31. Lee BK, Kim JS, Ahn HS, et al. Changes in Hepatic Lipid Parameters and Hepatic Messenger Ribonucleic Acid Expression Following Estradiol Administration in Laying Hens (*Gallus Domesticus*). Poultry Science. 2010;89(12): 2660-2667. doi:10.3382/ps.2010-00686
 32. You M, Zhang S, Shen Y, et al. Quantitative Lipidomics Reveals Lipid Perturbation in the Liver of Fatty Liver Hemorrhagic Syndrome in Laying Hens. Poultry Science. 2023; 102(2): 102352. doi:10.1016/j.psj.2022.102352
 33. Guo L, Kuang J, Zhuang Y, et al. Serum Metabolomic Profiling to Reveal Potential Biomarkers for the Diagnosis of Fatty Liver Hemorrhagic Syndrome in Laying Hens. Frontiers in Physiology. 2021; 12. doi:10.3389/fphys.2021.590638
 34. Zhang Y, Liu Z, Liu R, et al. Alteration of Hepatic Gene Expression Along With the Inherited Phenotype of Acquired Fatty Liver in Chicken. Genes. 2018; 9(4): 199. doi:10.3390/genes9040199
 35. Horta P, Eusébio T, Santos A, et al. Comparison of Parabolic Troughs and Solar Photovoltaic as Solar Field Technology in Dispatchable Solar Power Plants. Solarpaces Conference Proceedings. 2024; 2. doi:10.52825/solarpaces.v2i.751
 36. Chuwatthanakhajorn S, Chang C-S, Ganapathy K, et al. Comparison of Immune-Related Gene Expression in Two Chicken Breeds Following Infectious Bronchitis Virus Vaccination. Animals. 2023;13(10): 1642. doi:10.3390/ani13101642
 37. Dansou DM, Chen H, Yu Y, et al. Enrichment Efficiency of Lutein in Eggs and Its Function in Improving Fatty Liver Hemorrhagic Syndrome in Aged Laying Hens. Poultry Science. 2024; 103(2): 103286. doi:10.1016/j.psj.2023.103286
 38. Silva APd, Gallardo RA. The Chicken MHC: Insights Into Genetic Resistance, Immunity, and Inflammation Following Infectious Bronchitis Virus Infections. Vaccines. 2020; 8(4): 637. doi:10.3390/vaccines8040637

BÖLÜM 12

PROLAPSUS

Neşe Nuray TOPRAK¹

GİRİŞ

Kanatlı sindirim sistemi anatomik ve histolojik olarak diğer hayvanlardan farklı özelliklere sahiptir. Özellikle memeli çiftlik hayvanları ile karşılaştırıldığında oldukça basit bir yapıya sahip olmasına rağmen fonksiyonel olarak benzersizdir. Gaga ile başlayıp kloak ile son bulan sindirim sistemi sırasıyla ağız boşluğu, yutak, yemek borusu, kursak, bezli ve kaslı mide, ince bağırsak ve kalın bağırsaktan oluşur. Dışkı ile boşaltım maddelerinin vücuttan atılması için kullanılan kaudal kloak açıklığına ise dışkılık (vent) adı verilir (1). Kalın bağırsağın son bölümü olan kloak, rektumun ucunda çan şeklinde genişlemiş bir yapıdır ve gastrointestinal, üriner ve genital sistemlerin ortak çıkış noktasıdır (2). Sindirim sisteminde rektumdan daha büyük bir çapa sahip olan kloak, kendisi ile ilişkili dokuların karmaşıklığı ve vücuttaki işlevi nedeniyle hayvan sağlığı ve refahı açısından oldukça önemli bir yapıdır. Kloakın temel görevi bağırsak, üreme ve idrar ürünlerinin tutulması ve dışarı atılması olsa da sıvı ve elektrolitlerin geri emiliminde de önemli bir rol oynar (3).

Kloak anatomik olarak üç bölümden oluşur. Kraniyalden kaudale doğru proksimalde kopradeum (rektumla bağlantılı), ortada ürodeum (üreterlerin ve genital kanalın açıldığı yer) ve distalde proktodeum (dışkılık aracılığıyla dışarıya açılan bölüm) olarak sıralanır (4, 5, 6). Bu bölümler enine tam halka şeklinde mukozal kıvrımlarla tamamen veya kısmen birbirlerinden ayrılmış durumdadır (1). Kloakal odacıkların en büyüğü olan koprodeum kolonun uzantısıdır ve oldukça fazla miktarda kan damarına sahiptir. Bu kısım, çiftleşme ve yumurtlama sırasında dışkıyı diğer odacıklardan uzak tutma işlevini yerine getirir. Bu kranial odacık aynı zamanda rektumun boşaldığı yerdir. Bazı kanatlı türlerinde villi ile kaplıdır ve su emiliminin gerçekleşmesine yardımcı olur. Rektum dışkı ile doluysa, bu kıvrım, dışkıyı üratlarla karıştırmadan dışarı atmak için dışkılıktan dışarı çıkabilir ve normal koşullar altında her işlemten sonra hızlı bir şekilde eski haline geri döner. Böylece dışkı ürodeum ve proktodeumdan geçmeden ve bu bölümleri kirletmeden dışarı atılabilir. Di-

¹ Doç. Dr., Ankara Üniversitesi Yemler ve Hayvan Besleme AD., nndede@agri.ankara.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-9884-759X

riskini azaltmanın önemli bir faktörüdür. Ticari olarak formüle edilmiş yemler yumurtlayan tavuklar için yeterli olmayabilir. Bu nedenle, yumurta yeminden ayrı olarak hayvanların kalsiyum kaynağına erişimi faydalı olabilmektedir. Ancak bu aşamada dengeli fosfor alımı da garanti edilmelidir.

Alınan önlemlere rağmen, prolapsus meydana geldiğinde etkili yönetim ve erken müdahale en iyi çözüm yoludur. Bu sayede, kanibalizm gibi ortaya çıkabilecek sekonder sorunların etkileri azaltılabilir. Prolapsus sorunu olan hayvan kafesten veya sürüden uzaklaştırılmalıdır. Prolapsusu olan bir hayvan zamanında uzaklaştırılmazsa ve diğerleri dışarı çıkan dokuyu gagalayarak aşırı prolapsusa ve ciddi hasara neden olursa, hayvan kanamaya bağlı şoktan ölebilir (12).

Prolapsus durumunda, doku dikkatlice temizlenmeli ve yıkanmalıdır. Tüm dışkı ve yumurta kalıntıları temizlenmelidir. Temizlendikten sonra doku hasarı yoksa, su bazlı bir kayganlaştırıcı uyguladıktan sonra, dokuyu dikkatlice kloak içine geri itmeye çalışılabilir. Birkaç denemeden sonra doku içerde kalmazsa, veteriner hekim desteği alınması uygun olacaktır. Bu durumda dokunun yerinde kalması için geçici dikişler, kloakopeksi veya kloak plastisi gibi çeşitli yöntemlerin kullanılabileceği bildirilmiştir (35). Diğer taraftan dokuda herhangi bir hasar varsa veya çok miktarda kalıntı veya dışkı varsa, dokuyu hayvanın vücut içine geri itmeye çalışılmamalıdır. Prolapsus tedavi edildikten sonra yeniden meydana gelme olasılığı her zaman mümkündür ve en sık olarak ilk 48 saat içinde tekrar görüldüğü tespit edilmiştir. Bu nedenle prolapsus görülen hayvanların sık aralıklarla takibi oldukça önemlidir (33).

SONUÇ

Kanatlı yetiştiriciliğinde ekonomik kayıplara neden olan prolapsus, birden fazla etkenin bir araya gelmesi ile oluşan çok faktörlü bir rahatsızlık olarak kabul edilebilir. Bu faktörlerin çoğu, kanatlı hayvanlarda yumurta üretimine başlamadan önce yanlış yetiştirme ve besleme uygulamalarından kaynaklandığı gibi hayvanın sağlık durumu ve bağışıklık sistemi ile de ilgili olabilir. Sebebi ne olursa olsun, prolapsusun etkin bir tedavi yöntemi olmadığından hastalıktan korunma için önlemlerin alınması ve sürüde sık aralıklarla gözlem ve takip en faydalı uygulama olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Warui CN, Erlwanger KH and Skadhauge E. Gross anatomical and histomorphological observations on the terminal rectum and the cloaca in the ostrich *struthio camelus*. *Ostrich*; 2009; 80 (3): 185–191.
2. Greenacre C. Avian and Exotic Animal Dermatology.” In *Small Animal Dermatology*, edited by K. A. Hnilica, 3rd ed., Philadelphia: WB Saunders, Elsevier. 2011. p. 490–549.

3. Macwhirter P. "Basic Anatomy, Physiology and nutrition." In Handbook of Avian Medicine, edited by T. N. Tully, G. M. Dorrestein, A. K. Jones, and J. E. Cooper, 2nd ed., Philadelphia: WB Saunders. 2009. p. 25-55.
4. Lumeij JT. Gastroenterology. In: Ritchie B, Harrison G, and Harrison L (eds). Avian medicine: principles and application. Lake Worth, FL: Wingers; 1994. p. 509-512.
5. Duke GE. Alimentary canal: anatomy, regulation of feeding and motility. In: Sturkie PD (ed). Avian physiology. New York: Springer-Verlag; 1986. p. 269-288.
6. Rupley AE. Manual of avian practice. Philadelphia: WB Saunders; 1997. p. 14-15, 91-133.
7. King AS. Cloaca. In A. S. King & J. McLelland (eds.), Form and function in birds. Vol. 2. London: Academic Press. 1981; p. 63-107.
8. Stewart J. Avian Medicine: Principles and Application. Lake Worth: Wingers Publishing; 1994.
9. Sturkie PD. Kidneys, extrarenal salt excretion, and urine. In Avian Physiology. New York: SpringerVerlag; 1986. p. 359-382.
10. Ritzman T. Cloacal disorders and diseases (Proceedings). 2008. Erişim adresi: <https://www.dvm360.com/view/cloacal-disorders-and-diseases-proceedings>
11. Zuidhof M. Common laying hendisorders Prolapse in laying hens, In: AlbertaAgriculture and Rural Development, 2002.
12. Lera R. 2022. "Prolapse in Laying Hens (Control and Prevention of Conditions That Provoke Prolapse in Laying Hens)." Hendrix Genetics laying hens (online). https://layinghens.hendrix-genetics.com/documents/1776/20220920_Prolapse.pdf
13. Aronson L. Rectum and anus. In Textbook of Small Animal Surgery 3rd ed (Douglass Slatter) Saunders Elsevier science. 2003. 686-68794.
14. Johnson D. Avian cloacal prolapses (Proceedings). 2009. Erişim adresi: <https://www.dvm360.com/view/avian-cloacal-prolapses-proceedings>
15. Akinrinmade JF, Eyarefe OD. Rectal prolapse in an emu (*Dromaius novaehollandiae*): A Case Report. Nigerian Veterinary Journal; 2011; 32(3): 249 – 251.
16. Qasim AM, Musa U, Emennaa PE , et al. Cloacal prolapse in a 9-week old japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*)—A Case Report. Vom Journal of Veterinary Science 2012; 9: 93–95.
17. Fragoso JS, Moreno JCA, Infiesta PC, Benevides WS, Lucio ET, Pizarro M. Braz. J. Poult. Sci.; 2021; 23 (02):1-6.
18. Bezuidenhout, AJ, Penrith ML, Burger WP 1993. Prolapse of the phallus and cloaca in the ostrich (*Struthio camelus*). Journal of the South African Veterinary Association; 1993; 64(4): 156–158.
19. Iordanidis PI, Papazahariadou MG, Georgiades GK, et al. Cloacal prolapse in ostrich chicks with histomoniosis. The Veterinary Record 153, 2003;14: 434–435.
20. Rosen L B. Avian reproductive disorders. Journal of Exotic Pet Medicine 21; 2012 (2): 124–131.
21. Lamglait B. Retrospective study of mortality in captive struthioniformes in a French Zoo (1974–2015). Journal of Zoo and Wildlife Medicine 49; 2018 (4): 967–976.
22. Whiteman CE and Bickford AA. Avian Disease Manual. 3rd ed. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, IA: 1989; p. 181-197.
23. Johnsen PF, Vestergaard KS, and Norgaard Nielsen G. Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. Appl. Anim. Behav. Sci.; 1998; 60:25–41.
24. Riddell C. Developmental, metabolic, and miscellaneous disorders. Diseases of Poultry. 9th ed. Iowa State University Press, Ames, IA: 1991; p. 827.

25. North MO and Bell DD. Lighting management. Commercial Chicken Production Manual. (Ed. M. O. North and D. D. Bell), an AVI Book. Published by Van No strand Reinhold. New York. 1990; p. 407-431.
26. Esmail HM. Fiber nutrition. Poultry International. 1997; (July): 31-34.
27. Hughes BO, Whitehead CC. Behavioural changes associated with the feeding of low-sodium diets to laying hens. Appl. Anim. Ethol., 1979; 5: 255-266.
28. Ray S, Swain PS, Amin RU, et al. Prolapse in laying hens: its pathophysiology and management: A Review Indian J. Anim. Prod. Mgmt; 2013; 29 (3-4) 17-24.
29. Hoppes SM. Nutritional Diseases of Pet Birds.” MSD veterinary manual (online). 2021. Erişim adresi: <https://www.msddvetmanual.com/exotic-and-laboratory-animals/pet-birds/nutritional-diseases-of-pet-birds>.
30. Tekeli A, Bilgeçli K, Tüzün CG. Yumurta Tavuklarında Prolapsus. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi; 2011; 6 (2):86-90.
31. Day SA. The Role(s) of Prostaglandins in the Reproductive Physiology of the Hen. Diss. Abstr. Int., 1976; 37(5): 2106.
32. Shemesh M, Shore L, Lavi M, et al. The role of 17 β -estradiol in the recovery from oviductal prolapse in layers. Poultry Science; 1984; 63:1638-1643.
33. Haschek WM, Haliburton JC. Fusarium moniliforme and zearalenone toxicoses in domestic animals: A review. In: Richard JL, Thurston JR, editors. Diagnosis of Mycotoxicoses. Martinus Nijhoff; Dordrecht, The Netherlands. 1986; p. 213-235.
34. Richardson D. What is Prolapse Vent in Chickens? 2020. Erişim adresi: https://vetericyn.com/blog/what-is-prolapse-vent-in-chickens/?srsltid=AfmBOopOlqyWbcrz3F8muPicVeD-3r1Emw5l4MrOutbXovyf_hlF7k07n
35. Pancer Z, Snapir N, Robinson B, et al. Recovery of ova and their re-insertion into the hen's oviduct through a fistula British Poultry Science; 1989.

BÖLÜM 13

KANATLILARDA ANİ ÖLÜM SENDROMU

Tahir BALEVİ¹

GİRİŞ

Dünya nüfusunun artmasıyla hayvansal ürünlerden biri olan etlik piliç etine talep her geçen gün artmaktadır. Etlik piliç yetiştiriciliği son yıllarda hem ülkemizde hemde dünyada hızla gelişerek büyümektedir. Modern gelişmiş kümes koşulları, genetik ıslah çalışmaları, yem teknolojilerindeki gelişmeler ve dengeli bakım besleme sonucunda etlik piliçler, en düşük yem tüketimiyle en yüksek canlı ağırlığa hızla ulaşmaktadır (1-3). Etlik piliçlerde bu hızlı canlı ağırlık artışı, bazı metabolik bozuklukların oluşmasına sebep olmuştur. Bu metabolik bozukluklardan biride Ani Ölüm Sendromu'dur.

Hızlı gelişen etlik piliçlerde bir belirti göstermeden gerçekleşen ölümlere İngiltere'de "Akciğer ödemi" (4), Avustralya'da ise "Flip-Over Disease" (5) adı verilmiştir. Bu sendrom ilk olarak 1959 yılında İngiltere'de, 1970-80'li yıllarda ise Avustralya ve ABD gibi ülkelerde etlik piliçlerde görülmüştür (6). 1997 yılında Riddel (7) tarafından "Ani Ölüm Sendromu" (AÖS) adı verilen bu metabolik hastalıkta, ölümlerin belirli bir bölgeye özgü olmadığı, farklı iklim ve yetiştirme koşullarında da oluştuğu belirtilmiştir (7, 8). Bu metabolik hastalık; Akciğer Ödemi, Flip-Over Disease, Tepe Taklak Hastalık, Akut Kardiyak Ölüm, İyi Durumda Ölüm ve Ani Ölüm Sendromu olarak da isimlendirilir (9-11). Ani ölüm sendromuyla ilgili araştırmalar uzun yıllardır yapılmasına rağmen, günümüzde nedenleri tam olarak ortaya konamamıştır (8, 12). Genetik faktörler, hızlı büyüme, dengesiz rasyonlar, yüksek enerjili konsantre yemler, çevresel faktörler, stresler, metabolik dengesizliklerle, kalp ve dolaşım sistemi bozuklukları bu sendromun ortaya çıkışında önemli rol oynar (13). Bu metabolik bozukluk; performansı iyi, sağlıklı ve hızlı gelişen etlik piliçlerde, herhangi bir belirti göstermeksizin aniden ölümlerin meydana gelmesiyle karakterizedir. Dünyada ve ülkemizde etlik piliç üretimlerinin yapıldığı bütün bölgelerde, metabolik bir bozukluk olan ani ölüm sendromuna rastlanmaktadır.

¹ Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. AD, tbalevi@gmail.com, ORCID iD: 0000 0002 8830 9170

SONUÇ

Ani ölüm sendromu, etlik piliçlerde hızlı büyüme ve yüksek metabolik aktivitenin bir sonucu olarak ortaya çıkan, çok faktörlü ve kompleks bir metabolik bozukluktur. Temelinde solunum ve dolaşım bozuklukları, aritmiler, oksidatif stres, elektrolit ve hormon dengesizlikleri ile beslenme ve çevresel stres faktörler yer alır. Bu sendromun tamamen ortadan kaldırılması mümkün olmasa da, genetik seleksiyon, metabolik kapasiteye uygun büyüme hızı, dengeli besleme, kısıtlı yemleme, doğru yemleme yönetimi, vitamin, mineral ve yem katkı maddesi ilaveleriyle uygun çevre koşullarının sağlanmasıyla görülme sıklığı azaltılabilir. Bu strateji, hayvan refahını artırarak, ölümlerin dolayısıyla ekonomik kayıpların azalmasını sağlar.

KAYNAKLAR

1. Gous RM. Nutritional limitations on growth and development in poultry. *Livestock Science*; 2010; 130: 25–32. Doi
2. Prasath NB, Selvaraj J. Pathology of sudden death syndrome in chickens: Report on associated pectoral muscle lesions. *Indian Journal of Animal Health*; 2024; 63(2): 375- 379.
3. Zedek A. 2024. Sudden Death Syndrome of Broiler Chickens. (Flip-Over Disease, Acute Death Syndrome, Dead in Good Condition). DVM, PhD, DECPVS, Department of Pathobiology, College of Veterinary Medicine, Auburn University.
4. Hemsley LA. The causes of mortality in fourteen flocks of broiler chickens. *Veterinary Record*; 1965; 77: 467-472.
5. Jackson CA, Kingston DJ. and Hemsley LA. A total mortality survey of nine batches of broiler chickens. *Australian Veterinary Journal*; 1972; 48:481-437.
6. Praveen Kumar GR, Satyanarayana ML, Chandrashekhara N, et al. Serum biochemistry in experimentally induced sudden death syndrome in broiler chickens. *The Pharm Innovation Journal*; 2020; 9(6): 306- 310.
7. Riddell C, 1997. Developmental, metabolic, and other noninfectious disorders. In: *Diseases of Poultry* (Calnek BW, Barnes HJ, Beard CW, McDougald LR and Saif 378.Indian Journal of Animal Health, December, 2024 YM, eds). Iowa State University; (Ames), pp 913-950.
8. Crespo R and Shivaprasad HL. Developmental, metabolic, and other noninfectious disorders. In Saif TM, (eds). *Diseases of Poultry*; 2008. 12th edn. Ames: Iowa State Press, pp 1167-1198.
9. Tuncer, İ. 2001. Ani ölüm sendromu. *Çiftlik Dergisi*. Eylül 2001. Sayı 211: 39-41.
10. Siddiqui MF, Patil MS, Khan KM, et al. Sudden Death Syndrome. An Overview *Veterinary World*; 2009; Vol.2 (11): 444-447.
11. Summers JD, Adams CA and Lesson S. Metabolic disorders in poultry. *Context Products Ltd. Leicestershire*; 2013. England. p. 327.
12. Tekeli A, Aldemir R, Yıldız S. Etlik Piliçlerde Ani Ölüm Sendromu, Nedenleri ve Önlemleri *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*; 2016; 13 (1): 9-15.
13. Julian R. Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry A review. *The Veterinary Journal*; 2005; 169, 350–369. doi: 10.1016/j.tvjl.2004.04.015.
14. Kleyn R. Chicken nutrition. A guide for nutritions and poultry professionals. *Context products*

- Ltd. Leicestershire; 2013. England. p. 347.
15. Olkowski AA, Wojnarowicz C, Nain S, et al. A study on pathogenesis of sudden death syndrome in broiler chickens. *Res Vet Sci*; 2008; 85(1): 131- 140. doi: 10.1111/j.1439-0442.1998.tb00804.x.
 16. Basaki M, Asasi K, Tabandeh MR, et al. Polymorphism identification and cardiac gene expression analysis of the calsequestrin 2 gene in broiler chickens with sudden death syndrome. *Br. Poult. Sci.* 2016; 57:151–160. doi: 10.1080/00071668.2015.1099615.
 17. Swayne DE. Kanatlı Hayvan Hastalıkları (13. Baskı). 2023. Medipres Matbaacılık Yayıncılık Ltd. Şti.;2023. s.1250-1251.
 18. Newberry RC, Gardiner EE and Hunt JR. Behavior of chickens prior to death from sudden death syndrome. *Poult Sci*; 1987; 66 (9): 1446-1450.
 19. Praveen Kumar GR, Satyanarayana ML, Chandrashekhara N, et al. Serum biochemistry in experimentally induced sudden death syndrome in broiler chickens. *The pharma. Innovation*; 2020; 9(6): 306-310.
 20. Gall S, Mitsu Suyemoto M, Sather HML, et al. Wooden breast in commercial broilers associated with mortality, dorsal recumbency, and pulmonary disease. *Avian Dis*; 2019; 63(3): 514-519.
 21. Hessling G. Arrhythmia in adults with congenital heart disease: acute and long-term management. *Herzschrittmacherther. Elektrophysiol*; 2016; 27:81–87. doi: 10.1007/s00399-016-0430-x.
 22. Wu Y, Li J, Xu L, et al. Mechanistic and therapeutic perspectives for cardiac arrhythmias: beyond ion channels. *Sci. China. Life Science*; 2017; 60:348–355. doi: 10.1007/s11427-016-9005-6.
 23. Bruzual JJ, Peak SD, Brake J. Environmental and nutritional factors influencing sudden death syndrome in broilers. *World's Poultry Science Journal*; 2019; 75(1), 93–106.
 24. Czajka ES, Skomorucha I. Sudden death syndrome in broiler chickens: a review on the etiology and prevention of the syndrome. *Ann. Anim. Science*; 2022; Vol. 22, No. 3, 865–871.
 25. Brandenburg S, Arakel EC, Schwappach B, et al. The molecular and functional identities of atrial cardiomyocytes in health and disease. *Biochim. Biophys. Acta*; 2016; 1863:1882–1893. doi: 10.1016/j.bbamcr.2015.11.025.
 26. Safaei P, Khadjeh G, Tabandeh MR, et al. Role of cardiac hypoxia in the pathogenesis of sudden death syndrome in broiler chickens-A metabolic and molecular study. *Acta Vet Hung*; 2021; 69(1): 43-49.
 27. Cerrone M, Priori SG. Genetics of sudden death: focus on inherited channelopathies. *Europ. Heart J.*; 2011; 32: 2109–2118.
 28. Kumari A, Tripathi KU, Boro P, et al. Metabolic disease of broiler birds and its management: A review. *Int J Vet Sci Anim Husb*; 2016; 1(3): 15-16.
 29. Ning, H., Cui, Y. , X., Yin, et al. iTRAQ-based proteomic analysis reveals key proteins affecting cardiac function in broilers that died of sudden death syndrome. *Poultry Science*; 2019; 17;98(12):6472–6482. doi: 10.3382/ps/pez532.
 30. Tekeli A, Aldemir R, Yıldız S. Etlik Piliçlerde Ani Ölüm Sendromu, Nedenleri ve Önlemleri *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*; 2016; 13 (1): 9-15.
 31. Afolayan M, Abeke FO and Atanda A. Ascites versus sudden death syndrome (SDS) in broiler chickens: A review. *J Anim Prod Res*; 2016; 28(2): 76-87.
 32. Mozaffarian D. Fish and N-3 fatty acids for the prevention of fatal coronary heart disease and sudden cardiac death. *Am J Clin Nutr*; 2008; 87(6): 1991S-1996.
 33. Saki, A.A. et al. Electrolyte balance and sudden death syndrome in broilers: A review. *Journal*

- of Poultry Science; 2014; 51(2), 141–150.
34. Olkowski AA. Pathophysiology of heart failure in broiler chickens: structural, biochemical, and molecular characteristics. *Poult Science*; 2007; 86 (5): 999-1005. doi: 10.1093/ps/86.5.999.
 35. Wideman RE. Pathophysiology of heart/lung disorders: Pulmonary hypertension syndrome in broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*; 2001; 57 (3), 289–307.
 36. Suttle NF. *Mineral Nutrition of Livestock* (4th Ed.). CABI Publishing, 2010.
 37. Brown CLJ, Zaytsoff SJM, Montana T, et al. Corticosterone-Mediated Physiological Stress Alters Liver, Kidney, and Breast Muscle Metabolomic Profiles in Chickens. *Animals*; 2021; Oct 26;11(11):3056. doi: 10.3390/ani11113056.
 38. Klein LJ, Visser FC. The effect of insulin on the heart. Part 1: Effects on metabolism and function. *Netherlands Heart Journal*; 2010; Apr; 18 (4) :197–201. doi: 10.1007/BF03091761.
 39. Taati M, Norouzian H and Raisi A. A survey on electrocardiographic parameters in broiler chickens following the intracerebroventricular injection of melatonin. *Iran J Vet Surg*; 2019; 14(2): 173-180.
 40. Bessei W. Welfare of broilers: A review. *World's Poultry Science Journal*; 2006; 62(3), 455–466.
 41. Surai PF. *Antioxidant systems in poultry biology: Superoxide dismutase, glutathione peroxidase and catalase*. *Animal Feed Science and Technology*; 2016; 199, 1–16.
 42. Kittelsen KE, Granquist EG, Kolbjørnsen O, et al. A comparison of postmortem findings in broilers dead on farm and broilers dead on arrival at the abattoir. *Poultry Science*; 2015; 94: 2622–2629.
 43. Meshram PV, Bijoy F. Management and nutritional disease sudden death syndrome in broilers. *Int. J. Sci. Environ. Technology*; 2017; 6: 260–266.
 44. Maxwell, M.H and Robertson, G.W. 1998. UK survey of broiler ascites and sudden death syndromes in 1993. *British Poultry Science*; 1998; 39: 203-215.
 45. Olkowski AA. Pathophysiology of sudden death syndrome in broiler chickens: An overview. *Poultry Science*; 1999; 78, 357–363.
 46. Ahmed ME and Abbas TE. The effect of feeding pellets versus mash on performance and carcass characteristics of broiler chicks. *Bull Env Pharmacol Life Science*; 2013; 2(2): 31- 34.
 47. Azizian M and Saki AA. Effects of the physical form of diet on growth performance and sudden death syndrome incidence in broiler chickens. *J Hellenic Vet Med Soc*; 2020; 71(2): 2087-2094.
 48. Umucalı HD, Gülşen N. Çiftlik Hayvanlarında Beslenme Hastalıkları. 180-182. Selçuk Üniversitesi Basımevi. 2005.
 49. Cherian G, Bautista-Ortega J, Goeger DE. Maternal dietary n-3 fatty acids alter cardiac ventricle fatty acid composition, prostaglandin and thromboxane production in growing chicks. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*; 2009; 80: Issues 5-6, 297-303.
 50. Gregory MK, Geier MS, Gibson RA et al. Effect of dietary canola oil on long chain omega-3 fatty acid content in broiler hearts. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*; 2014; 98: 235-238.
 51. Nain S. Study on dietary factors pertinent to the pathogenesis of heart failure in fast-growing commercial broilers, Ph.D. Thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada, 2008.
 52. Boroumandnia Z, Khosravinia H, Masouri B. et al. Effect of dietary supplementation of guanidino acetic acid on physiological response of broiler chicken exposed to repeated lactic acid injection. *Ital. J. Anim. Science*; 2021; 20: 153–162.
 53. Tan B, Yin Y, Kong X, et al. L-arginine stimulates proliferation and prevents endotoxin-induced death of chicken splenocytes. *Amino Acids*; 2018; 40(3), 569–578.
 54. D'Souza R, et al. Magnesium deficiency in broiler chickens: oxidative stress and mitochondrial

- dysfunction. *Poultry Science*; 2018; 97(5), 1555–1564.
55. Nain S, Laarveld B, Wojnarowicz C. and Olkowski, AA. Excessive dietary vitamin D supplementation as a risk factor for sudden death syndrome in fast growing commercial broilers. *Comparative Biochemistry and Physiology*; 2007; Part A (148): 828–833.
 56. Bar A. Calcium homeostasis and vitamin D metabolism in birds. *Poultry Science*; 2009; 88(3), 631–639.
 57. Lin H, Decuyper E, Buyse J. *Acute heat stress induces oxidative stress in broiler chickens*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*; 2006; 144(1), 11–17.
 58. Khan RU, Chand N, Hayat SU. *Effects of antioxidants on oxidative stress and performance of broilers under heat stress*. *Journal of Applied Animal Research*; 2017; 45 (1), 1–7.
 59. Alloui N, Alloui MN, Bennoune O, et al. Effect of ventilation and atmospheric ammonia on the health and performance of broiler chickens in summer. *J. World's Poultry Res*; 2013; 3(2): 54–56.
 60. Hassanzadeh M, Decuyper E, Lamberigts C, et al. Light as exogenous factor can control metabolic disorders and impact embryonic development in broiler chickens - a review. *Europ. Poultry Science*; 2019; 83, doi: 10.1399/eps.2019.257.
 61. Hassan MR, Sultana S, Sultana F, et al. Effect of monochromatic and mixed LED light color on performance, meat quality and immunity of broilers. *Journal of Animal Science and Technology*; 2014; 56(1), 1–10.
 62. Goo D, Kim JH, Choi HS, et al. Effect of stocking density and sex on growth performance, meat quality, and intestinal barrier function in broiler chickens. *Poult Science*; 2019; 1;98(3):1153–1160. doi: 10.3382/ps/pey491.
 63. Hamid H, Shi HQ, Ma GY, et al. Asitlendirilmiş içme suyunun piliçlerin büyüme performansı ve gastrointestinal fonksiyonu üzerindeki etkisi. *Tavukçuluk. Bilimleri Dergisi*; 2018; 97, 3601–3609.
 64. Ebrahimi NA, Ali Nobakht A, Hakan İnci H, et al. Drinking Water Quality Management for Broiler Performance and Carcass Characteristics. *World* 2024, 5(4), 952–961; <https://doi.org/10.3390/world5040048>.
 65. Banday MT, Islamuddin S, Shahnaz S, et al. Sudden death syndrome in broilers. *Engormix*; 2011; https://en.engormix.com/poultry-industry/poultry-diseases/sudden-death-syndrome-broilers_a34836/
 66. Nassef E, Shukry M, Kamal T. Effect of feed restriction on growth performance, sudden death syndrome and some blood parameters in broiler chickens. *Assiut Vet. Med. J.*; 2015; Vol. 61 No. 147 October 2015.
 67. Sahraei M. Effects of feed restriction on metabolic disorders in broiler chickens: A review. *Bio-technol Anim Husb*; 2014; 30(1): 1–13.
 68. Brickett KE, Dahiya JP, Classen HL, et al. *Influence of dietary nutrient density, feed form, and lighting on growth and carcass characteristics of broiler chickens*. *Poultry Science*; 2007; 86(11), 2172–2181.
 69. Zhou Y, Liu QX, Li XM, et al. Effects of ammonia exposure on growth performance and cytokines in the serum, trachea, and ileum of broilers. *Poultry Science*; 2020; 19;99(5):2485–2493. doi: 10.1016/j.psj.2019.12.063.
 70. Buijs S, Keeling LJ, Rettenbacher S, et al. *Effects of stocking density and housing system on broiler welfare*. *Poultry Science*; 2010; 89(5), 1082–1091.

BÖLÜM 14

YAĞLI BÖBREK SENDROMU

Tarkan ŞAHİN¹, Mükremin ÖLMEZ²

GİRİŞ

Yağlı Böbrek Sendromu (YBS), kümes hayvanlarında, özellikle de kafes tavuklarında görülen, böbrek fonksiyon bozukluğu, karaciğerde yağlanma ve karın bölgesinde aşırı yağ birikimi ile karakterize, bulaşıcı olmayan bir hastalıktır. Bu durum, kümes hayvanı üretim verimliliğini ve hayvan refahını önemli ölçüde etkiler (1).

YBS'nin böbrekler üzerindeki etkileri şiddetli olup bu durum karaciğer ile böbrekler arasındaki işlevsel bağımlılıktan kaynaklanmaktadır. Yağlı karaciğer nedeniyle karaciğer fonksiyonları azaldıkça, ortaya çıkan metabolik bozukluklar sekonder böbrek fonksiyon bozukluklarına ve böbrek lipidozunun görülme sıklığının artmasına neden olur. Zararlı metabolitlerin aşırı üretimi, karaciğer detoksifikasyon süreçlerinin başarısızlığıyla birleşince, böbrekler üzerinde toksik bir yüke yol açarak mevcut böbrek sorunlarını daha da kötüleştirebilir (1, 2).

Modern kanatlı üretiminde YBS kompleks bir hastalıktır ve çoğunlukla yüksek enerji ve protein içeren diyetlerle beslenen piliç ve yumurtacı tavuklarda, stresli üretim koşullarında ve besin madde eksikliklerinde karma metabolik-renal sendrom olarak karşımıza çıkar. YBS'yi anlamak klinik açıdan önemlidir, çünkü böbrekler ürik asit atılımını sağlayan organlardır. Dolayısıyla sağlıklı böbrek kanatlı sağlığı ve üretimi için önemlidir. Ayrıca, artan ölüm oranları, azalan üretim verimliliği ve düşük yumurta üretimi nedeniyle YBS'nin ekonomik etkileri, kanatlı üretiminin gelecekteki sürdürülebilirliği için kritik önemini vurgulamaktadır. Küresel endüstri, sürdürülebilir kanatlı üretimi için çabalarırken, bu sendromun patofizyolojisini, altta yatan nedenleri ve potansiyel müdahale ile önleyici tedbirleri anlamak zorundadır. Bu bölüm, YBS gelişimine neden olan faktörler, kanatlılardaki metabolik ve histopatolojik değişiklikler ve günümüz kanatlı işletmelerinde önleyici tedbirleri kapsamaktadır.

¹ Prof. Dr., Kafkas Üniversitesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., tarkants7@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0003-0155-2707

² Doç. Dr., Kafkas Üniversitesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., mukremin.olmez@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-5003-3383

rı koruyan trans-ovaryan rezervleri sağlar (2, 15). Aynı zamanda, diyetlerin enerji-protein oranına dikkat etmek kritik öneme sahiptir. Proteine kıyasla yüksek metabolize edilebilir enerji seviyeleri riski önemli ölçüde artırırken, protein içeriğini artırarak elde edilen düşük oranlar duyarlılığı azaltır ve karaciğer fonksiyonunu stabilize eder (14, 16). Besin madde dengesi, yağ ilavesinin akılcıca kullanımıyla daha da güçlendirilebilir (16). Çevresel ve yönetimsel uygulamalar, riskin belirleyici değiştiricileri olarak hizmet eder. Yüksek stok yoğunluğu, yetersiz havalandırma ve sıcaklık stresi metabolik talebi artırarak, klinik öncesi dengesizlikleri belirgin hastalık tablolarına dönüştürür. Düşük stok yoğunluklarının, havalandırma ve sıcaklık kontrolünün (özellikle sıcaklık stresi sırasında soğutma sağlanması) sürdürülmesi, beslenme yönetiminin olmazsa olmaz tamamlayıcılarıdır (1, 14). Geçici içme suyunu temini bile ani ölümleri tetikleyebileceğinden, içme suyunun sürekli bulundurulması özellikle kritik bir süreçtir. Bu önlemler bir araya getirildiğinde, yeterli biyotin takviyesi, dengeli enerji-protein oranları, hedefe yönelik yağ ve bakliyat kullanımı, devamlı su teminin ve etkili çevre yönetimi, YBS'yi modern kümes hayvanı üretim sistemlerinde öngörülemeyen bir tehlikeden önlenabilir bir bozukluğa dönüştürülebilir.

SONUÇ

YBS, hem kanatlı sağlığını hem de üretimin ekonomik sürdürülebilirliğini etkileyerek modern kümes hayvancılığı için önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Metabolik bozukluklar ve diyet dengesizlikleri de dahil olmak üzere etiyolojik faktörlerinin kapsamlı bir şekilde anlaşılması, etkili yönetim ve önleme stratejileri için zorunludur. Biotin eksikliği, enerji-protein oranı ve çevresel stres faktörleri gibi unsurları ele alarak, YBS yaygınlığını önemli ölçüde azaltabilir. Biotin takviyesi ve optimize edilmiş diyet formülasyonları gibi hedefli müdahalelerin uygun çevresel kontrollerle birlikte sürdürülmesi, bu sendromun yönetilmesi ve önlenmesinde hayati önem taşımaktadır. Besleme, stres azaltma ve mikro besin yeterliliğini kapsayan bütünleşik bir kümes yönetimi yaklaşımının teşvik edilmesi, kanatlı refahının artırılması ve kanatlı üretim sistemlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliğinin sağlanması için hayati önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Pearce J, Balnave D. A review of biotin deficiency and the fatty liver and kidney syndrome in poultry. *British Veterinary Journal*. 1978;134(6):598–609.
2. Whitehead CC. Assessment of biotin deficiency in animals. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1985;447:86–96.
3. Navarro-Villa A, Pérez-Bonilla A, García J, ve ark. Nutritional dietary supplements to reduce the incidence of fatty liver syndrome in laying hens and the use of spectrophotometry to predict liver fat content. *Journal of Applied Poultry Research*. 2019;28(2):435–446. doi:10.3382/japr/pfz005

4. Riddell C, Olsen G, Grimson R. Case report: fatty liver and kidney syndrome in a broiler flock. *Avian Diseases*. 1971;15(2):398–405.
5. Bannister DW. Recent advances in avian biochemistry: the fatty liver and kidney syndrome. *International Journal of Biochemistry*. 1979;10(3):193–199.
6. Karadaş E, Aksoy H, Tunca R, ve ark. Pathological and biochemical studies on “fatty liver and kidney syndrome” in white broiler chickens fed with ration including rendering oil. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 1999;23(1):93–104.
7. Lohr J. Fatty liver and kidney syndrome in New Zealand chickens. *New Zealand Veterinary Journal*. 1975;23(8):167–174.
8. Bannister D, Evans A, Whitehead C. Evidence for a lesion in carbohydrate metabolism in fatty liver and kidney syndrome in chicks. *Research in Veterinary Science*. 1975;18(2):149–156.
9. Whitehead C, Bannister D, Cleland ME. Metabolic changes associated with the occurrence of fatty liver and kidney syndrome in chicks. *British Journal of Nutrition*. 1978;40(2):221–234. doi:10.1079/bjn19780117
10. Evans A, Whitehead C, Bannister D, ve ark. Changes in plasma lipid and glucose levels during the onset of fatty liver and kidney syndrome in chicks. *Research in Veterinary Science*. 1977;23(3):275–279.
11. Balnave D, Pearce J, Whitehead C, ve ark. Studies of fatty liver and kidney syndrome in chickens: dynamics of glucose metabolism. *British Journal of Nutrition*. 1977;38(3):329–334. doi: 10.1079/bjn19770097
12. Boone-Villa D, López-García R, Márquez-Mendoza O, ve ark. Effects of biotin supplementation in the diet on adipose tissue cGMP concentrations, AMPK activation, lipolysis, and serum-free fatty acid levels. *Journal of Medicinal Food*. 2015;18(10):1150–1156.
13. Hemsley L, Marshall L. The influence of parent stock on the susceptibility of chicks to the fatty liver and kidney syndrome. *British Veterinary Journal*. 1973;129(5):lxii–lxiv.
14. Whitehead C, Hlair R. Fatty liver and kidney syndrome in chicks: the involvement of dietary energy-protein ratio and house temperature. *Research in Veterinary Science*. 1974;17(1):86–90.
15. Whitehead C, Bannister D, Cleland M, ve ark. The involvement of biotin in preventing the fatty liver and kidney syndrome in chicks. *Research in Veterinary Science*. 1976;20(2):180–184.
16. Blair R, Whitehead C, Teague P. The effect of dietary fat and protein levels, form and cereal type on fatty liver and kidney syndrome in chicks. *Research in Veterinary Science*. 1975;18(1):76–81.

BÖLÜM 15

KANATLILARDA YUVARLAK KALP HASTALIĞI VE AORT YIRILMASI

Tuncay TUFAN¹, Kıvanç İRAK²

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması, hayvancılık sektöründe konvansiyonel yetiştiricilikten endüstriyel üretim modellerine doğru köklü ve önemli değişimlere yol açmıştır. Bu dönüşüm, artan nüfusun besin maddesi ve özellikle de hayvansal protein ihtiyacının karşılanabilmesi için stratejik adımların atılmasını zorunlu kılmıştır. Yapılan araştırmalar, endüstriyel hayvancılık üretiminin yıllık artış hızının geleneksel karma çiftçilik sistemlerinin iki katına, otlatmaya dayalı üretim sistemlerinin ise altı katından fazlasına ulaştığını göstermektedir (1, 2).

Bu süreçte, kanatlı sektöründe yürütülen yoğun seleksiyon programları sayesinde etlik piliçlerin 5–6 hafta, ticari etlik hindilerin ise 12–16 hafta gibi oldukça kısa sürelerde kesim ağırlığına ulaşması sağlanmıştır. Özellikle kanatlı endüstrisinde son 50 yılda piliçlerin büyüme hızının yaklaşık 400 kat artması ve yemden yararlanma oranının %50 düzeyinde iyileşmesi, endüstriyel yetiştiriciliğin etkisini daha belirgin hâle getirmiştir (3).

Ticari etlik kanatlı yetiştiriciliğinde uzun yıllardır uygulanan genetik seleksiyon programları ve yoğun besleme stratejileri, hızlı büyüme hızına ve yüksek kas dokusu oranına sahip broyler tavuk ve hindi gibi ticari hatların geliştirilmesini sağlamıştır (6). Kanatlı üretiminde, civcivlik döneminden kesim ağırlığına ulaşmaya kadar geçen süreçte hayvanlar yüksek düzeyde beslemeye tabi tutulmaktadır (4, 5). Ancak bu uygulamalar, hızlı büyümeye bağlı olarak kardiyovasküler sistem üzerinde artan fizyolojik yük oluşturmakta ve çeşitli işlev bozukluklarının ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır (7).

Ticari broyler ve hindiler, yüksek büyüme hızları, üstün yem dönüşüm verimleri ve artmış metabolik aktiviteleri nedeniyle kardiyovasküler sistem üzerinde belirgin bir fizyo-

¹ Prof. Dr., Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.
tuncaytufan@siirt.edu.tr. ORCID iD: 0000-0001-8420-4235

² Prof.Dr., Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya AD. kivancirak@siirt.edu.tr.
ORCID iD: 0000-0001-9765-0330

iyi anlamak için ileri/yeni araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, aort ve koroner arter rüptürlerinin nedenlerini ortaya koymak amacıyla lizil oksidaz gibi enzim düzeylerini içeren detaylı biyokimyasal çalışmaların gerçekleştirilmesi ve kolajen ile elastin metabolizmasının incelenmesi son derece önemlidir. Elde edilecek bu veriler, ticari hindi sürülerinde aort ve koroner arter rüptürlerinden kaynaklanan mortaliteyi azaltacak veya ortadan kaldıracak yönetim stratejilerinin ve genetik seleksiyon programlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir (8).

KAYNAKLAR

1. FAO. FAO, 1996. World livestock production systems: current status, issues and trends. FAO Animal Production and Health Paper 127, 1996; FAO, Rome.
2. Moekti GR. Industrial livestock production: A review on advantages and disadvantages. In IOP conference series: Earth and Environmental Science (Vol. 492, No. 1, p. 012094). IOP Publishing, April, 2020.
3. Bordbar F, Guo W, Wadood AA, et al. Skeletal muscle myopathies and cardiovascular diseases in poultry: challenges for meat production. World's Poultry Science Journal; 2025; 81: 705-729. doi:10.1080/00439339.2025.2506400
4. Clark D, Nestor K, Velleman S. Continual selection for increased 16 wk body weight on turkey growth and meat quality: 50 generation update. Journal of Applied Poultry Research; 2019; 28(3): 658-668. doi: 10.3382/japr/pfz017
5. Gadzama IU. Improving broiler chicken production trends and techniques 2024. Wikifarmer. 16/06/2015 tarihinde <https://www.researchgate.net/publication/384293335> adresinden ulaşılmıştır.
6. Cherian G. Metabolic and cardiovascular diseases in poultry: role of dietary lipids. Poultry Science; 2007; 86(5): 1012-1016.
7. Julian RJ. Production and growth-related disorders and other metabolic diseases of poultry-A review. The Veterinary Journal; 2005; 169(3): 350-369. doi: 10.1016/j.tvjl.2004.04.015
8. Shivaprasad HL, Crespo R, Puschner B. Coronary artery rupture in male commercial turkeys. Avian Pathology; 2004; 33(2): 226-232.
9. Magwood SE, Bray DF. Disease condition of turkey poulters characterized by enlarged and rounded hearts. Canadian Journal of Comparative Medicine and Veterinary Science; 1962; 26(11): 268.
10. Czarnecki CM, Jankus EF. Observations on cardiac glycogen in spontaneous round heart disease. Avian Diseases; 1974; 18(4):614-618.
11. Dinev I. Diseases of Poultry: A Colour Atlas. Author, Publisher, Ceva Sante Animal; 2007 (ISBN, 9549411125, 9789549411126. Length, 212 pages).
12. Frame DD, Buckner RE, Anderson GL. Causes and control of spontaneous cardiomyopathy or roundheart disease in Utah turkeys 1999. İnternet (Erişim Tarihi:28.09.2025 tarihinde https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1025&context=extension_histall adresinden ulaşılmıştır).
13. Frame DD, Hooge DM, Cutler R. Interactive effects of dietary sodium and chloride on the incidence of spontaneous cardiomyopathy (round heart) in turkeys. Poultry Science; 2001; 80(11): 1572-1577.

14. Stenzel T, Tykalowski B, Koncicki A. Cardiovascular system diseases in turkeys. *Polish Journal of Veterinary Sciences*; 2008; 11(3): 245-250.
15. Crespo R, Shivaprasad HL. Developmental, metabolic, and other noninfectious disorders. In: *Diseases of Poultry*, 10th ed. B.W. Calnek, H.J. Barnes, C.W. Beard, L.R. McDougald, and Y.M. Saif, eds. Iowa State University Press, Ames, Iowa; 1997; 923-924.
16. Crespo R, Shivaprasad HL. Developmental, metabolic, and other noninfectious disorders. In: *Diseases of Poultry*, 12th ed. Y.M. Saif, A.M. Fadly, J.R. Glisson, L.R. McDougald, L.K. Nolan, and D.E. Swayne, eds. Blackwell Publishing Professional, Ames, Iowa. 1149–1195; 2008.
17. Zhang M, Wei J, Shan H, et al. Calreticulin-STAT3 signaling pathway modulates mitochondrial function in a rat model of furazolidone-induced dilated cardiomyopathy. *PloS one*; 2013; 8(6): e66779.
18. Huang R, Liu T, Wu W, et al. Furazolidone induces dilated cardiomyopathy in rats. *Chinese Journal of Pathophysiology*; 2000; 12: ID: wpr-526140.
19. Imran M, Saleemi MK, Gul AHST, et al. Metabolic disorders of poultry. In: Abbas RZ, Khan A, Liu P and Saleemi MK (eds), *Animal Health Perspectives*, Unique Scientific Publishers, Faisalabad, Pakistan, Vol. I, pp: 221-226, 2022 (<https://doi.org/10.47278/book.ahp/2022.29>).
20. Koncicki A. Choroba okręłego serca u indyków. *Medycyna Weterynaryjna*; 1989; 35: 545-547.
21. Beaufrère H, Wakamatsu N. *Backyard Poultry Medicine and Surgery: A Guide for Veterinary Practitioners*. Editör(ler): Cheryl B. Greenacre, Teresa Y. Morishita. Chapter 15: Cardiovascular Diseases, pp: 204-219. First published: 28 November 2014. John Wiley & Sons, Inc. Print (ISBN:9781118335437), 2021.
22. Hunsaker WG, Robertson A, Magwood SE. The effect of round heart disease on the electrocardiogram and heart weight of turkey poults. *Poultry Science*; 1971; 50(6): 1712-1720.
23. Simpson S, Rutland P, Rutland C. Genomic Insights into Cardiomyopathies: A Comparative Cross-Species Review. *Veterinary Sciences*; 2017; 4(4): 19.
24. Tintu A, Rouwet E, Verlohren S, et al. Hypoxia induces dilated cardiomyopathy in the chick embryo: mechanism, intervention, and long-term consequences. *PloS one*; 2019; 4(4): e5155.
25. Genao A, Seth K, Schmidt U, et al. Dilated cardiomyopathy in turkeys: an animal model for the study of human heart failure. *Laboratory Animal Science*; 1996; 46(4): 399-404.
26. Simpson CF, Boucek RJ, Noble NL. Similarity of aortic pathology in Marfan's syndrome, copper deficiency in chicks and B-aminopropionitrile toxicity in turkeys. *Experimental and Molecular Pathology*; 1980; 32(1): 81-90.
27. Czarnecki CM. Changes in myocardial ultrastructure during development of furazolidone-induced cardiomyopathy in turkeys. *Journal of Comparative Pathology*; 1986; 96: 77-88.
28. Leeson S, Summers JD, Ferguson AE. Dietary salt and round heart disease in turkey poults with a note on the minimum level of supplementary salt necessary in corn-soybean diets. *Poultry Science*; 1976; 55(6): 2455-2460.
29. Roberson KD. Induction of round heart disease in turkey poults by feed texture. *International Journal of Poultry Science*; 2005; 4: 177-181.
30. Madej JA, Gawel A, Kuryszko J, et al. Badania nad patomechanizmem lateryzmu jako przyczyny tzw. samorzutnego pęknięcia tętnic u indyków. *Medycyna Weterynaryjna*; 1994; 50: 598-561.
31. Van Veen L. Aortic rupture in poultry: a review. *Tijdschr Diergeneeskde*; 1999; 124: 244-7.
32. Vanhooser SL, Stair E, Edwards WC, et al. Aortic rupture in ostrich associated with copper deficiency. *Veterinary and Human Toxicology*; 1994; 36: 226-7.
33. Krista LM, Beckett SD, McDaniel GR, et al. Rupture of elastic and muscular aortic segments from hypertensive and hypotensive turkeys. *British Poultry Science*; 1986; 27: 207-13.

34. Ergün A, Çolpan İ, Yıldız G, et al. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. Ankara: *Baskı Pozitif Yayınları*; 2017.
35. Karagül H, Altıntaş A, Fidancı UR, et al. Klinik biyokimya. Medisan Yayınevi. Yayın. Serisi: 45. 1. Baskı, Ankara, 2000.
36. Chowdhury SD. Lathyrism in poultry—a review. *World's Poultry Science Journal*; 1988; 44(1): 07-16.
37. Chen CY, Huang YF, Ko YJ, et al. Obesity-associated cardiac pathogenesis in broiler breeder hens: Development of metabolic cardiomyopathy. *Poultry Science*; 2017; 96(7): 2438-2446.
38. Griffin HD, Goddard C. Rapidly growing broiler (meat-type) chickens. Their origin and use for comparative studies of the regulation of growth. *International Journal of Biochemistry*; 1994; 26(1): 19-28.
39. Wideman RE, Rhoads DD, Erf GF, et al. Pulmonary arterial hypertension (ascites syndrome) in broilers: a review. *Poultry Science*; 2013; 92(1): 64-83.

BÖLÜM 16

KAFES YORGUNLUĞU

Yusuf CUFADAR¹, Yusuf KONCA²

GİRİŞ

Yumurta tavuklarında kafes yorgunluğu 20. yüzyılın ortalarında yumurta tavuklarının kafes sisteminde barındırılmaya başlanmasıyla fark edilmiştir (1). Yumurta tavukları besin maddeleri bakımından yeterli ve dengeli formüle edilmiş rasyonlarla yemlenseler bile kafes yorgunluğu görülebilmekte ve ölümlere sebep olmaktadır. Bu durum genellikle tavuklarda yumurta üretiminin en yüksek olduğu pik dönemde görülmekte ve kırılğan kemiklere neden olduğu için osteoporoz ile de ilişkilendirilmektedir (2,3). Kafes yorgunluğunun birincil nedeninin, genellikle yüksek verim döneminde yüksek kalsiyum ihtiyacından dolayı rasyonla alınan kalsiyumun yetersiz kalması ve vücuttaki kalsiyum depolarının tükenmesi olduğu düşünülmektedir. Durum ayrıca yumurta üretim döneminde kalsiyum emilimini veya kemik kalsifikasyonunu bozan metabolik bir arazdan da kaynaklanabilmektedir. Kafes yorgunluğundan mustarip tavuklar bacaklarının kontrolünü kaybeder ve yan yatarak hareketsiz kalırlar. Genellikle yumurta verimi ve yumurta kabuk kalitesinde düşüş olmaz fakat kemikler kırılğan hale geldiğinden kemik kırığı vakaları sıklıkla gözlenir (4). Tavukların yaklaşık %30'unda yaşamları boyunca kemik zayıflığı ile ilişkili bir veya daha fazla kez kemik kırılması ile karşı karşıya kalırlar (5).

Kafes yorgunluğu, kafeste barındırılan yumurta tavuklarında egzersiz eksikliğinden dolayı serbest gezen tavuk sistemlerinde yetiştirilen tavuklara kıyasla çok daha yüksek sıklıkta görülmektedir. Kafes yorgunluğu görülen yumurta tavukları kafeslerden çıkarılıp zeminde normal şekilde yürümelerine izin verildiğinde iyileşme gösterebilirler. Kafes yorgunluğu birden fazla tavuğun bulunduğu kafes bölmelerine göre tek tavuk bulundurulmuş kafeslerde daha yaygın olarak gözlemlenmektedir. Çünkü bir kafes bölmesinde birden fazla tavuğun bulunması yem ve su için rekabete sebep olduğundan hayvanların daha fazla egzersiz yapmalarına sebep olmaktadır (6).

¹ Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, yucufadar@selcuk.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-9606-791X

² Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, yusufkonca@erciyes.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-6231-1512

edilmesi için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Gerekli tüm önlemlerin alınması durumunda dahi yumurta veriminin yüksek olduğu dönemlerde kafes yorgunluğu görülebilse de ciddi verim ve hayvan kayıplarının önüne geçilebilmesi için tedbirlerin alınması ve uygulanması önemlidir.

KAYNAKLAR

1. Couch JR. Cage layer fatigue. *Feed Age*. 1955; 5:55–57.
2. Urist MR, Deutsch NM. Osteoporosis in the laying hen. *Endocrinology*. 1960;66:377–391.
3. Zhao SC, Teng XQ, Xu DL, et al. Influences of low level of dietary calcium on bone characters in laying hens. *Poult Science*. 2020;99(12):7084–7091. doi:10.1016/j.psj.2020.08.057.
4. Wilson S, Hughes BO, Appleby MC, et al. Effects of perches on trabecular bone volume in laying hens. *Research Veterinary Science*. 1993; 54:207–211.
5. Olgun O, Aygun A. Nutritional factors affecting the breaking strength of bone in laying hens. *World's Poultry Science Journal*. 2016; 72(4):821–832. doi:10.1017/S0043933916000696.
6. Leeson S, Summers JD. *Commercial poultry nutrition*. Nottingham: Nottingham University Press; 2009.
7. Pottgüter R. Feeding laying hens to 100 weeks of age. *Lohmann Information* 2016; 50:18–21.
8. Wilson S, Thorp BH. Estrogen and cancellous bone loss in the fowl. *Calcified Tissue International*. 1998; 62:506–511.
9. Cransberg PH, Parkinson GB, Wilson SS, et al. Sequential studies of skeletal calcium reserves and structural bone volume in a commercial layer flock. *British Poultry Science*. 2001; 42:260–265.
10. Fu Y, Wang J, Schroyen M, et al. Effects of rearing systems on the eggshell quality, bone parameters and expression of genes related to bone remodeling in aged laying hens. *Frontiers in Physiology*. 2022; 13:962330. doi:10.3389/fphys.2022.962330.
11. Elaroussi MA, Forte LR, Eber SL, et al. Calcium homeostasis in the laying hen. 1. Age and dietary calcium effects. *Poultry Science*. 1994; 73:1581–1589.
12. Webster AB. Welfare implications of avian osteoporosis. *Poultry Science*. 2004; 83(2):184–192.
13. Swiatkiewicz S, Arczewska-Wlosek A, Jozefiak D. Bone quality, selected blood variables and mineral retention in laying hens fed with different dietary concentrations and sources of calcium. *Livestock Science*. 2015; 181:194–199.
14. Kim WK, Bloomfield SA, Sugiyama T, et al. Concepts and methods for understanding bone metabolism in laying hens. *World's Poultry Science Journal*. 2012; 68:71–82.
15. Clunies M, Etches RJ, Fair C, et al. Blood, intestinal and skeletal calcium dynamics during egg formation. *Canadian Journal Animal Science*. 1993; 73:517–532. doi:10.4141/cjas93-056.
16. Gautron J, Stapane L, Le Roy N, et al. Avian eggshell biomineralization: an update on its structure, mineralogy and protein tool kit. *BMC Molecular and Cell Biology*. 2021; 22:11. doi:10.1186/s12860-021-00350-0.
17. Nys Y, Le Roy N. Calcium homeostasis and eggshell biomineralization in female chicken. In: Feldman D, editor. *Vitamin D*. 4th ed. Cambridge: Academic Press; 2018. p. 361–82.
18. Dake CG, Sugiyama T, Gay C. The role of hormones in the regulation of bone turnover and eggshell calcification. In: Scanes CG, editor. *Sturkie's Avian Physiology*. 6th ed. Elsevier; 2015. p. 576–603.

19. Van de Velde JP, Vermeiden JP, Touw JJA, et al. Changes in activity of chicken medullary bone cell populations in relation to the egg-laying cycle. *Metabolic Bone Disease and Related Research*. 1984; 5(4):191–193.
20. Whitehead CC, Fleming RH. Osteoporosis in cage layers. *Poultry Science*. 2000; 79:1033–1041.
21. Veterinaria Digital. Physiology of bone and calcium in laying hens [Internet]. [cited 2025 Nov 10]. Available from: <https://www.veterinariadigital.com/en/articulos/physiology-of-bone-and-calcium-in-laying-hens/>
22. Hendrix Genetics. Understanding cage layer fatigue and calcium deficiency in your birds [Internet]. 2019 [cited 2025 Nov 10]. Available from: <https://layinghens.hendrix-genetics.com/en/articles/understanding-cage-layer-fatigue-and-calcium-deficiency-your-birds/>
23. Hy-Line Technical Update. Understanding the role of the skeleton in egg production [Internet]. [cited 2025 Nov 10]. Available from: <https://www.hyline.com/Upload/Resources/TU%20SKELTON%20ENG.pdf>

BÖLÜM 17

GUT VE BÖBREK ÜROLİTİYAZİS

Zeynep ŞAHAN¹, Mehmet GÜDÜL²

GİRİŞ

Gut, kanatlı hayvan sektöründe, özellikle ticari broyler ve yumurta tavuğu yetiştiriciliğinde yaygın olarak görülen; önemli ekonomik kayıplara ve hayvan refahı sorunlarına yol açan metabolik bir bozukluktur. Bu hastalık, kanatlılarda böbrek fonksiyonlarının çeşitli nedenlerle bozulması sonucunda, dokularda ürik asit veya ürat kristalleri birikimi ile karakterizedir (1, 2).

Kanatlılarda protein metabolizmasının son ürünü olan ürik asit; proteinler, NPN (protein yapıda olmayan azot bileşikleri) ve pürinlerin (adenin, guanin) katabolizması sonucu oluşur. Sağlıklı bir kanatlıda kan ürik asit düzeyi 2–15 mg/dl arasındadır. Ancak yem protein içeriğinin yüksek olması nedeniyle ürik asit üretiminin artması ya da böbrek fonksiyonlarının bozulması sonucu ürik asidin vücuttan yeterince atılamaması gibi sebepler bu değerin 20 mg/dl'nin üzerine çıkmasına yol açar. Bu durum, gutun ön aşamalarından biri olan hiperürisemi ile sonuçlanır. Hiperürisemi, gut gelişimi açısından temel bir risk faktörüdür (3).

Kanatlılarda böbrekler, ürik asidin üretildiği ve aynı zamanda vücuttan uzaklaştırıldığı organdır. Dolayısıyla böbreğin yapısı ve işlevi, ürik asit metabolizmasının normal işleyişini doğrudan belirler. Böbrek fonksiyonu durduğunda, normalde idrarla atılan ürik asit, kanın dolaştığı herhangi bir bölgede birikmeye başlar. Böbrek fonksiyonu tamamen kaybolan kanatlıda, yaklaşık 36 saat içinde ölebilir (4). Kanda normal seviyenin üzerindeki ürik asit; eklem kapsülü, eklem kıkırdağı, periartiküler dokular, torasik ve abdominal boşluklar ile diğer mezenkimal dokular ve çeşitli organ yüzeylerinde çökerek ürat kristalleri şeklinde birikir (1). Bu kristaller, çevre dokuda inflamatuvar yanıtı, fibroze ve fonksiyon kaybına neden olur.

Kanatlılarda ürik asitin birikim bölgelerine göre farklılaşan iki ana tip gut formu vardır. Bunlar visceral gut (organ yüzeylerinde kristal birikimi) ve artiküler gut (eklemlerde

¹ Doç. Dr., Adıyaman Üniversitesi Veterinerlik Bölümü zsahan@adiyaman.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-7878-5117

² Veteriner Hekim, gudulmehmet93@gmail.com, ORCID iD: 0009-0003-6834-7158

enfeksiyöz ajanlar ve toksik etkiler bir araya gelerek böbrek fonksiyonlarını bozmakta ve ürik asit birikimine zemin hazırlamaktadır.

Erken tanı, uygun beslenme stratejileri, çevresel düzenlemeler ve biyogüvenlik önlemleri hem bireysel hayvan sağlığını korur hem de sürü performansının sürdürülmesine yardımcı olur. Bu nedenle, gutun patogenezi, klinik bulguları, tanı yöntemleri ve koruyucu yaklaşımların güncel ve kapsamlı şekilde değerlendirilmesi, kanatlı üretiminde sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahiptir (4, 1, 3).

KAYNAKLAR

1. Merck Veterinary Manual. Urate deposition (gout) in poultry. 2023, Merck Sharp & Dohme Corp. Retrieved from (29/09/2025 tarihinde <https://www.merckvetmanual.com/poultry/miscellaneous-conditions-of-poultry/urate-deposition-gout-in-poultry> adresinden ulaşılmıştır.)
2. Krautwald-Junghanns M, Orosz SE, Tully TN. et al Essentials of Avian Medicine and Surgery. Wiley; 2008
3. Choi HK, Atkinson K, Karlson EW, et al. Purine-rich foods, dairy and protein intake, and the risk of gout in men. The New England Journal of Medicine; 2004; 350(11): 1093-1103
4. Chen W, Li N, Ding M, et al. Pathogenesis and prevention of avian gout. In: Abbas RZ, Khan A, Liu P and Saleemi MK (eds), Animal Health Perspectives, Unique Scientific Publishers, Faisalabad, Pakistan, 2022; 1: 202-207
5. Austic RE and Cole RK. Impaired renal clearance of uric acid in chickens having hyperuricemia and articular gout. American Journal of Physiology; 1972 ;223: 525-530
6. Lumeij JT. Avian clinical biochemistry. In: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML (ed.) Clinical biochemistry of domestic animals. Academic Press. 1994
7. Barr WG. Uric Acid. In: Walker HK, Hall WD, Hurst JW, (ed.) Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations. 3rd edition. Boston: Butterworths; 1990
8. Adomako E and Moe OW. Uric Acid and Urate in Urolithiasis: The Innocent Bystander, Instigator, and Perpetrator. Seminars in nephrology; 2020; 40(6): 564–573
9. McFarland DC and Coon CN. Purine metabolism in high- and low-uric acid lines of chickens: hypoxanthine/guanine phosphoribosyltransferase activities. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine; 1983; 173(1): 41-47
10. Ali MdZ and Sultana S. Gout Of Poultry. 2012. (29/09/2025 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/279201331_GOUT_OF_POULTRY adresinden ulaşılmıştır.)
11. Onderka DK, Hanson JA, Leggett FL, et al. Renal pathology in chicks following water deprivation. Avian Diseases; 1987; 31(4): 735-739
12. Cole RK and Austic RE. Hereditary uricemia and articular gout in chickens. Poultry Science; 1980; 59(5): 951-960
13. Roman YM. The role of uric acid in human health: Insights from the uricase gene. Journal of Personalized Medicine; 2023; 13(9):1409
14. Patel NJ, Joshi BP, Prajapati KS, et al. Pathomorphological changes of aceclofenac toxicity in layer chicks. Veterinary World; 2014; 7(2): 90-94
15. Akter R and Sarker MAW. Effect of diclofenac sodium in broilers. Bangladesh Journal of Veterinary Medicine; 2015; 13(1):19-24

16. Lakshmi Namratha M, Kumar YR and Lakshman M. Pathology of visceral gout in layer chicken. *International Journal of Recent Scientific Research*; 2019; 10: 35546-35548
17. Rahimi M, Minoosh Z and Haghighi S. Visceral urate deposition in a little bitter (Ixobrychus minutus). *Veterinary research forum*; 2015; 6(2):177180
18. Ling X, Bochu W. A review of phytotherapy of gout: perspective of new pharmacological treatments. *Die Pharmazie*; 2014;69(4): 243–256.
19. Lakkawar AW, Kumar R, Venugopal S, et al. Pathology and management of gout in Giriraja breeder chicks. *Journal of Entomology and Zoology Studies*; 2018; 6(1): 550-554
20. Sandhyarani K, Madhuri D, Jeevanalatha M, et al. Haemato-biochemical and anti-oxidant alterations in chicks of visceral gout induced by diclofenac and its amelioration by Ayurved product. *The Pharma Innovation Journal*; 2019; 8(3): 414-418
21. Hong F, Zheng A, Xu P, et al. High-protein diet induces hyperuricemia in a new animal model for studying human gout. *International Journal of Molecular Sciences*, 2020; 21(6), 2147
22. Shafi M, Hussain K, Garg UK et al. Haemato biochemical and Immunological Study on NSAIDs Induced Acute Toxicity in Broiler Chicken. *Journal of Animal Research*; 2015; 5(2): 297
23. Bollman JL and Schlotthauer CF. Experimental gout in turkeys. *American Journal of Digestive Disease*; 1936; 3: 483-488
24. Li D, Zhang M, Teng Zhu La A, et al. Quercetin-enriched *Lactobacillus aviarius* alleviates hyperuricemia by hydrolase-mediated degradation of purine nucleosides. *Pharmacological Research*; 2023; 196:106928
25. Liu RH, Shi W, Zhang YX et al. Selective inhibition of adenylyl cyclase subtype 1 reduces inflammatory pain in chicken of gouty arthritis. *Molecular Pain*; 2021; 17: <https://doi.org/10.1177/17448069211047863>
26. Li XM, Deng MX, Li QY, et al. Experimental study on the clinical pathology of urate deposition in chickens. *Chinese Journal of Veterinary Science*; 1998; 18(1): 49-51
27. Mitchell A. Gout management in poultry. 2015 (30.09.2025 tarihinde <https://www.thepoultry-site.com/articles/gout-management-in-poultry> adresinden ulaşılmıştır).
28. Schmidt MI, Watson RL, Duncan BB, et al. Clustering of dyslipidemia, hyperuricemia, diabetes, and hypertension and its association with fasting insulin and central and overall obesity in a general population. *Metabolism*; 1996; 45(6): 699 -706
29. Giromini AP, Salvatore SR, Maxwell BA, et al. Obesity-Associated Hyperuricemia in Female Mice: A Reevaluation. *Gout, Urate, and Crystal Deposition Disease*; 2024; 2(3): 252-265
30. Mir MS, Darzi MM, Khan AA, et al. Investigation of an outbreak of Gout in Kashmir Favorella Poultry. *Indian Journal of Veterinary Pathology*; 2005; 29(1): 35-37.
31. Xi YM, Yan JS, Ying SJ, et al. Effects of High Protein and Calcium Diets on Visceral Gout Development, Kidney Function and Intestinal Microbial Community of Goslings. *Chinese Journal of Animal Nutrition* 2019;31: 612621 (Çince).
32. Guo X, Huang K and Tang J. Clinicopathology of gout in growing layers induced by high calcium and high protein diets. *British Poultry Science*; 2005; 46(5): 641-646
33. Lin ZJ, Zhang B, Liu XQ, et al. Abdominal fat accumulation with hyperuricemia and hypercholesterolemia quail model induced by high fat diet. *Chinese Medical Sciences Journal*; 2009; 24(3): 191-194
34. Yousaf A, Ditta YA, Al-Rothea AM, et al. Comprehensive Review on Visceral Gout in Commercial Broilers. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*; 2025;62(4): BJSTR.MS.ID.009786.
35. Srivastava N, Joshi BP, Jani PB, et al. Epidemiological studies on visceral gout in broiler chicks.

National symposium on Recent Advance in Diagnosis of: Livestock, Poultry and Wildlife with special Emphasis on Hill Area Diseases and XIX Annual Conference of Indian Association of Veterinary Pathologists. Palampur, Hamnchal Pradesh, India. 2002

36. Panigrahi S. Epidemiological studies on chicken astroviruses in gout affected broiler chicken flocks. Doctoral Dissertation LUVAS. 2017
37. Sayed A. Gout in poultry. Kemin Direct; 2001; 2(3): 10-12.
38. Bulbule NR, Mandakhalikar KD, Kapgate SS, et al. Role of chicken astrovirus as a causative agent of gout in commercial broilers in India. Avian Pathology; 2013; 42(5): 464-473.
39. Gaba A, Hanish D, Pal JK, et al. Isolation, identification and molecular characterization of IBV variant from out break of visceral gout in commercial broilers. Veterinary World; 2010; 3(8): 375-377.
40. Krogh P, Elling F, Hald B, et al. Experimental avian nephropathy. Acta Pathologica Microbiologica Scandinavica Section A Pathology; 1976; 84A: 215-221
41. Awad W, Ghareeb K, Böhm J, et al. The Toxicological Impacts of the Fusarium Mycotoxin, Deoxynivalenol, in Poultry Flocks with Special Reference to Immunotoxicity. Toxins; 2013; 5(5): 912-925
42. Witkowska D, Sowińska J, Iwańczuk-Czernik K. et al. The effect of a disinfectant on the ammonia concentration on the surface of litter, air and the pathomorphological picture of kidneys and livers in broiler chickens. Archiv fur Tierzucht; 2006; 49: 249-256
43. Banday MT, Bhakt M, Hamid SA. Avian Gout: Causes Treatment and Prevention, 2009. (29/09/2025 tarihinde https://en.engormix.com/poultry-industry/poultry-diseases/avian-gout-causes-treatment_a34423/ adresinden ulaşılmıştır)
44. Cavanagh D. Coronavirus avian infectious bronchitis virus. Veterinary Research; 2007;38(2): 281-297.