

YEMLER BİLGİSİ VE TEKNOLOJİSİ

Editör

Huzur Derya ARIK



© Copyright 2025

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi AŞ'ne 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	Sayfa ve Kapak Tasarımı
978-625-375-770-0	Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı	Yayıncı Sertifika No
Yemler Bilgisi ve Teknolojisi	47518
Editör	Baskı ve Cilt
Huzur Derya ARIK ORCID iD: 0000-0002-4046-9386	Vadi Matbaacılık
Yayın Koordinatörü	Bisac Code
Yasin DİLMEN	MED089000
	DOI
	10.37609/akya.3910

Kütüphane Kimlik Kartı

Yemler Bilgisi ve Teknolojisi / ed. Huzur Derya Arık.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2025.
439 s. : resim, tablo, şekil. ; 195x275 mm.
Kaynakça var.
ISBN 9786253757700

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 bütün 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 tecrübelerine dayanak oluşturması, hekimin kendi sorumluluğundadır.

Akademisyen Kitabevi, üçüncü bir taraftarafından yapılan ürüne dair değişiklikler, tekrar paketlemeler ve özelleştirmelerden sorumlu değildir.

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Kitabevi AŞ

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1	Su	1
	<i>Hikmet TİTREK</i>	
Bölüm 2	Karbonhidratlar	7
	<i>Emre YILMAZ</i>	
	<i>Zekeriya Safa İNANÇ</i>	
Bölüm 3	Proteinler	19
	<i>Derya Merve KARAGÖZ</i>	
Bölüm 4	Yağlar.....	33
	<i>Habip MURUZ</i>	
	<i>Zehra SELÇUK</i>	
Bölüm 5	Vitaminler	51
	<i>Şermin TOP</i>	
Bölüm 6	Mineraller	63
	<i>Huzur Derya ARIK</i>	
	<i>Zekeriya Safa İNANÇ</i>	
Bölüm 7	Tek Midelilerde ve Ruminantlarda Sindirim ve Emilim.....	93
	<i>Kadir Emre BUĞDAYCI</i>	
Bölüm 8	Karbonhidrat Metabolizması.....	107
	<i>Hıdır GÜMÜŞ</i>	
Bölüm 9	PROTEİN METABOLİZMASI	121
	<i>Çağrı KALE</i>	
	<i>Şirin Duygu YEŞİL</i>	
Bölüm 10	Yağ Metabolizması	129
	<i>Eren KUTER</i>	
Bölüm 11	Sindirilebilirliğin Belirlenmesi ve Sindirilebilirliği Etkileyen Faktörler.....	141
	<i>Oğuzhan KAHRAMAN</i>	
	<i>Tahir BALEVİ²</i>	
Bölüm 12	Enerji Kullanım Etkinliği ve Yemlerin Enerji Değerlerinin Belirlenmesi	159
	<i>Abdullah ÖZBİLGİN</i>	
Bölüm 13	Protein Değerlendirme Sistemleri	169
	<i>Mehmet Ali BAL</i>	
	<i>Metehan SANCAR</i>	
Bölüm 14	Yeşil Yemler	181
	<i>Şermin TOP</i>	
	<i>Huzur Derya ARIK</i>	

Bölüm 15	Konserve Yemler	199
	<i>Şermin TOP</i>	
	<i>Huzur Derya ARIK</i>	
Bölüm 16	Kök ve Yumru Yemler	223
	<i>Şermin TOP</i>	
Bölüm 17	Dolgu Maddesi Bakımından Zengin Yemler.....	229
	<i>Şermin TOP</i>	
Bölüm 18	Buğdaygil Tane Yemleri	235
	<i>Tarkan ŞAHİN</i>	
	<i>Mükremin ÖLMEZ</i>	
Bölüm 19	Baklagil Tane Yemleri.....	249
	<i>Özlem KARADAĞOĞLU</i>	
	<i>Tarkan ŞAHİN</i>	
Bölüm 20	Endüstri Yan Ürünleri	263
	<i>Hasan Hüseyin ŞENYÜZ</i>	
Bölüm 21	Hayvansal Kökenli Yemler.....	283
	<i>Abdullah ÖZBİLGİN</i>	
Bölüm 22	Yemlik Yağlar	291
	<i>Hikmet TİTREK</i>	
Bölüm 23	Mineral Yemler.....	297
	<i>Mehmet Ali BAL</i>	
	<i>Metehan SANCAR</i>	
Bölüm 24	Alternatif Yem Kaynakları	311
	<i>Özlem KARADAĞOĞLU</i>	
	<i>Mükremin ÖLMEZ</i>	
Bölüm 25	Yem Katkı Maddeleri	327
	<i>Eray AKTUĞ</i>	
Bölüm 26	Numune Alma ve Analizler.....	349
	<i>Derya Merve KARAGÖZ</i>	
Bölüm 27	Karma Yem Üretim Teknolojisi	367
	<i>Tahir BALEVİ</i>	
	<i>Emre YILMAZ</i>	
Bölüm 28	Yem Hijyeni	383
	<i>Soner UYSAL</i>	
Bölüm 29	Yemlerin Çevresel Etkileri-İklim Değişikliği.....	401
	<i>Taylan AKSU</i>	
	<i>Taner LEVENDOĞLU</i>	
Bölüm 30	Gelecek Perspektifleri-Yem ve Hayvan Besleme.....	419
	<i>Muhittin ZENGİN</i>	

YAZARLAR

Prof. Dr. Taylan AKSU

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi,
Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan
Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Dr. Öğr. Üyesi Eray AKTUĞ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü,
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Prof. Dr. Huzur Derya ARIK

Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootečni
ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları AD

Prof. Dr. Mehmet Ali BAL

Dokuz Eylül Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan
Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Prof. Dr. Tahir BALEVİ

Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni
ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları AD

Doç. Dr. Kadir Emre BUĞDAYCI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü,
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Doç. Dr. Hıdır GÜMÜŞ

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü,
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Araş. Gör. Dr. Zekeriya Safa İNANÇ

Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootečni
ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları AD

Doç. Dr. Oğuzhan KAHRAMAN

Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni
ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları AD

Dr. Öğr. Üyesi Çağrı KALE

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan
Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Prof. Dr. Özlem KARADAĞOĞLU

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootečni
ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları AD

Dr. Öğr. Üyesi Derya Merve KARAGÖZ

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü,
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Doç. Dr. Eren KUTER

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü,
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Öğr. Gör. Dr. Taner LEVENDOĞLU

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Özalp Meslek
Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü,
Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Pr.

Doç. Dr. Habip MURUZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan
Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Doç. Dr. Mükremin ÖLMEZ

Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni
ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları AD

Doç. Dr. Abdullah ÖZBİLGİN

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan
Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Arş. Gör. Metehan SANCAR

Dokuz Eylül Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan
Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Prof. Dr. Zehra SELÇUK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan
Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Prof. Dr. Tarkan ŞAHİN

Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni
ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları AD

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Hüseyin ŞENYÜZ

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan
Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Öğr. Gör. Dr. Hikmet TİTREK

Trakya Üniversitesi, Keşan Meslek Yüksekokulu,
Veterinerlik Bölümü, Laborant ve Veteriner Sağlık Pr.

Dr. Öğr. Üyesi Şermin TOP

Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootečni
ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları AD

Dr. Öğr. Üyesi Soner UYSAL

Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni
ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları AD

Arş. Gör. Şirin Duygu YEŞİL

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan
Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD

Dr. Öğr. Üyesi Emre YILMAZ

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootečni
ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları AD

Dr. Öğr. Üyesi Muhittin ZENGİN

Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootečni
ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve
Beslenme Hastalıkları AD

1. Giriş

Su, bir oksijen atomuna bağlı iki hidrojen atomundan oluşur. Yaşamı sürdürmek için en temel besin olan su, çoğu hayvanda vücut ağırlığının %50'si ile %70'ini oluştururken, yenidoğanlarda ve çok küçük hayvanlarda %80'inden fazlasını oluşturabilmektedir.

Hayvanların yaşam için suya ihtiyacı bulunmaktadır. Su, vücudun tüm temel fizyolojik işlevlerinde rol oynamakta, diğer besinlere kıyasla daha büyük miktarlarda tüketilmektedir. Vücut ağırlığının yaklaşık %20'si kadar su kaybı çoğu hayvan için ölümcüldür.

2. Su Kaynakları ve Su Kaybı

Hayvanların su ihtiyacı 3 kaynaktan sağlanmaktadır.

1. İçme suyu,
2. Tüketilen yemlerde bulunan su,
3. Organik maddelerin oksidasyonundan açığa çıkan metabolik su. Metabolik oksidasyon sırasında, 1 gram yağdan 1.07 ml, 1 gram proteinden 0.40 ml ve 1 gram karbonhidrat-

tan 0.50 ml su açığa çıkmaktadır.

Su kaybı akciğer, deri, idrar, dışkı ve terleme yoluyla olmaktadır.

3. Suyun Fonksiyonları

Hayvanların bol miktarda temiz suya ihtiyacı olmasına rağmen su, çoğu zaman fazla önem verilmeyen bir besin maddesidir. Aşağıda suyun fonksiyonları sıralanmıştır.

- Normal rumen fermantasyonunu ve metabolizmasını, sindirim sisteminde düzenli yem akışını, besin maddelerinin sindirimini ve emilimini sağlar.
- Normal kan hacmini sağlar ve homeostazını korur.
- Besin maddelerinin, metabolitlerin, hormonların ve gazların taşınmasında görev alır.
- Çeşitli organ sistemleri ve fetüs için bir destek sağlar.
- Termoregülasyonda ve gaz değişiminde fonksiyonu vardır.
- İyi bir çözücü olan su, ayrıca kimyasal reaksiyonlara ortam sağlar.
- Duyu organlarının işlevinde görev alır.

¹ Öğr. Gör. Dr., Trakya Üniversitesi, Keşan Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Laborant ve Veteriner Sağlık Pr., hikmettitrek@trakya.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-7573-7523

bileşenlerin arındırılması amacıyla kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

- Ozonlama,
- Mekanik filtreler, Çoklu ortam filtresi, Biyolojik filtreler, Oksitleyici filtreler, Yavaş kum filtreleri, Aktif karbon filtreleri, Nano-filtrasyon, Ultra-filtrasyon,
- Klorlama,
- Distilasyon,
- Ultraviyole radyasyon,
- Havayla sıyırma,
- Ters ozmoz,
- Koagülasyon,
- Katyon-Anyon değişimi

KAYNAKLAR

- Adams RS, Sharpe WE. *Water intake and quality for dairy cattle*. (21/04/2025 tarihinde <https://semspub.epa.gov/work/03/139975.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
- Araújo GGLD, Voltolini TV, Chizzotti ML, et al. Water and small ruminant production. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2010;39: 326-336.
- Beede DK. Evaluation of water quality and nutrition for dairy cattle. In: *High plains dairy conference*, 2006, Albuquerque, New Mexico, (pp. 129-154).
- Beede DK. Water nutrition and quality for dairy cattle. In: *Western Large Herd Dairy Management Conference*, 22-24 April 1993, Las Vegas, Nevada, USA, (pp. 194-204).
- Beede DK. What will our ruminants drink?. *Animal Frontiers*. 2012;2(2): 36-43. doi: 10.2527/af.2012-0040
- do Amaral LA. Drinking water as a risk factor to poultry health. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2004;6(4): 191-199.
- El Mahdy C, Boaru A, Popescu S, et al. Water Quality, Essential Condition Sustaining the Health, Production and Reproduction in Cattle. A Review. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*. 2016;73(2): 113-125. doi: 10.15835/buasvmcn-asb:12156
- El Sabry MI, Romeih ZU, Stino FKR, et al. Water scarcity can be a critical limitation for the poultry industry. *Tropical Animal Health and Production*. 2023;55(3): 215. doi: 10.1007/s11250-023-03599-z
- Giri A, Bharti VK, Kalia S, et al. A review on water quality and dairy cattle health: a special emphasis on high-altitude region. *Applied Water Science*. 2020;10(3): 79. doi: 10.1007/s13201-020-1160-0
- Golher DM, Patel BHM, Bhoite SH, et al. Factors influencing water intake in dairy cows: a review. *International Journal of Biometeorology*. 2021;65(4): 617-625. doi: 10.1007/s00484-020-02038-0
- Khelil-Arfa H, Boudon A, Maxin G, et al. Prediction of water intake and excretion flows in Holstein dairy cows under thermoneutral conditions. *Animal*. 2012;6(10): 1662-1676. doi: 10.1017/S175173111200047X
- LeJeune JT, Besser TE, Merrill NL, et al. Livestock drinking water microbiology and the factors influencing the quality of drinking water offered to cattle. *Journal of Dairy Science*. 2001;84(8): 1856-1862.
- Meyer U, Everinghoff M, Gädeken D, et al. Investigations on the water intake of lactating dairy cows. *Livestock Production Science*. 2004;90(2-3): 117-121.
- National Research Council (NRC). *Mineral tolerance of animals*. (2nd ed.). Washington DC: The National Academies Press; 2005.
- National Research Council (NRC). *Nutrient Requirement of Dairy Cattle*. (7th ed.). Washington DC: National Academy Press; 2001.
- National Research Council (NRC). *Nutrient Requirement of Poultry*. (9th ed.). Washington DC: The National Academy Press; 1994.
- National Research Council (NRC). *Nutrient Requirement of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. Washington DC: The National Academies Press; 2007.
- Olkowski AA. *Livestock water quality: A field guide for cattle, horses, poultry and swine*. (22/04/2025 tarihinde https://www.ag.ndsu.edu/waterquality/livestock/Livestock_Water_QualityFINALweb.pdf adresinden ulaşılmıştır).
- Paneva M, Panev P. Methods of cleaning and disinfection of drinking water in livestock farms. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2024;30(3): 547-551.
- Pfost DL, Fulhage CD, Casteel S. *Water quality for livestock drinking*. (28/04/2025 tarihinde <https://core.ac.uk/download/pdf/62768476.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
- Singh AK, Bhakat C, Singh P. A review on water intake in dairy cattle: associated factors, management practices, and corresponding effects. *Tropical Animal Health and Production*. 2022;54(2): 154. doi: 10.1007/s11250-022-03154-2
- Socha MT, Ensley SM, Tomlinson DJ, et al. Variability of water composition and potential impact on animal performance. In: *Intermountain Nutrition Conference*, 2003, Salt Lake City, Utah, USA, (pp. 85-96).
- Tulu D, Hundessa F, Gadissa S, et al. Review on the influence of water quality on livestock production in the era of climate change: perspectives from dryland regions. *Cogent Food & Agriculture*. 2024;10(1): 2306726. doi: 10.1080/23311932.2024.2306726
- Umar S, Munir MT, Azeem T, et al. Effects of water quality on productivity and performance of livestock: A mini review. *Veterinaria*. 2014;2(2): 11-15.
- Van der Klis JD, de Lange L. Water intake in poultry. In: *19th European Symposium on Poultry Nutrition*, 26-29 August 2013, Postdam, Germany, (pp. 102-107).
- Wagner JJ, Engle TE. Invited Review: Water consumption, and drinking behavior of beef cattle, and effects of wa-

ter quality. *Applied Animal Science*. 2021;37(4): 418-435. doi: 10.15232/aas.2021-02136

Zayed, MAI. Impact of drinking saline water on meat production and muscles structures of Barki lambs. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2022;10(4): 753-762.

KARBONHİDRATLAR

Emre YILMAZ¹
Zekeriya Safa İNANÇ²

1. Giriş

Karbonhidratlar hem insanlar hem de hayvanlar için temel enerji kaynağıdır ve özellikle hayvanların enerji ihtiyacının büyük bir kısmını karşılar. Kimyasal yapıları karbon, hidrojen ve oksijenden oluşur ve genelde $(CH_2O)_n$ formülüyle ifade edilir. Ortalama sindirilebilirlik oranı %84 olarak kabul edildiğinde, 1 gram karbonhidrat yaklaşık 3,5 kcal enerji sağlar. Tahıllar ve kaba yemler gibi kaynaklar, hayvanların günlük enerji ihtiyacını karşılamada önemli rol oynar. Karbonhidratlar, hayvanların fizyolojik süreçlerinde kritik bir öneme sahiptir. Gıdalardan alınan basit karbonhidratlar ve nişasta, organizma tarafından enerji üretimi için glikoz kaynağı olarak değerlendirilir. Bu enerji üretimi, glikoliz ve TCA döngüsü gibi metabolik yollarla gerçekleşir. Ayrıca, karbonhidratların metabolize edilmesi sırasında ortaya çıkan karbondioksit ve su, vücuda ısı sağlar. Bunun yanı sıra, karbonhidratlar metabolik süreçlerde ilerlerken, diğer besin maddelerinin yapı taşlarının oluşumunda da görev alabilirler. Örneğin, esansiyel olmayan

amino asitler, glikoproteinler, glikolipitler ve C vitamini gibi maddelerin sentezinde kullanılabilirler.

Karbonhidratların sindirimi ruminant ve ruminant olmayan hayvanlarda farklılık gösterir. Tek mideli hayvanlarda sindirim, enzimler yardımıyla basit şekerlere kadar parçalanırken, ruminantlarda bu süreç rumendeki mikroorganizmaların fermentasyonu ile gerçekleşir. Fermentasyon sonucu oluşan kısa zincirli yağ asitleri hem mikroorganizmaların enerji ihtiyacını karşılar hem de hayvanın enerji metabolizmasında kullanılır. Karbonhidratlar yalnızca enerji kaynağı olarak değil, aynı zamanda sindirim, metabolik denge ve mikrobiyal aktivite açısından da merkezi bir rol oynar. Bu nedenle, yem formülasyonlarında karbonhidratların kimyasal yapısı, sindirilebilirliği ve fermentasyon özelliklerinin doğru şekilde değerlendirilmesi, hayvan besleme uygulamalarının etkinliği açısından büyük önem taşır. Karbonhidratlar kimyasal yapılarına göre sınıflandırılmanın yanı sıra, fermentasyon hızları, sindirilebilir ve sindirileme-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, emre.yilmaz@atauni.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-1004-6531

² Araş. Gör. Dr., Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, zsafa.inanc@selcuk.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-0832-9209

sıra nişastalı endospermdeki arabinoksilanlardan daha fazla esterleşmiş arabinoksilan içerir. Yulaf tahıl taneleri arasında en yüksek arabinoksilan konsantrasyonuna sahiptir, bunu çavdar ve tritikale takip eder ancak sorgum ve pirinç en az içeriğe sahiptir. Arabinoksilanlar, genellikle endosperm hücre duvarlarında yoğunlaşır, ancak dış tabakalarda glukuronik asit ve galaktoz varlığı nedeniyle farklı bir yapı gösterebilir. Bu asidik arabinoksilanlar glukuronoarabinoksilan olarak adlandırılır ve tahıl tanelerinin kabuğu ve kepeğinde bulunur. Tane içinde ve bitki türleri arasında arabinoksilanların yapıları ve özellikleri bakımından arabinoz-ksiloz oranı, yapıdaki çeşitli bağların dizisi ve oranları ile yan zincirlerdeki ikame edici bileşenlerin kompozisyonu gibi farklılıklar da olabilir. Buğday ve çavdardaki arabinoksilan, başlıca yapısal özelliklerindeki farklılıklar nedeniyle arpa ve yulaftaki arabinoksilanlarla karşılaştırıldığında daha yüksek çözünürlüğe sahiptir.

Buğday ve çavdardaki arabinoksilan fraksiyonunun üçte biri suda çözünür, bu oran arpa ve yulaftaki ile karşılaştırıldığında daha fazladır. Arabinoksilan arabinoz yan zincirlerini kaybetğinde su bağlama yeteneği azalır ve dolayısıyla daha az çözünür hale gelir. Arabinoz-ksiloz oranı, buğday ve arpanın nişastalı endospermiyle karşılaştırıldığında çözünmez aleuron arabinoksilanda daha düşüktür. Tahıl taneleri arasında sorgum, 1:1'den büyük bir arabinoz-ksiloz oranına sahipken yulaf 0,25:1'den az bir orana sahiptir. Bu da sorgumun yulafa kıyasla daha fazla su bağlayabildiğini ve daha çözünür olduğunu gösterir.

4.2. Yağlı Tohumlar ve Küspeleri

Yağlı tohumların hücre duvarı tohumları koruma işlevi gören selüloz, pektik polisakkaritler, lignin ve ksiloglukanlardan oluşmuştur. Soya fasulyesi gibi protein kaynaklarının birincil hücre duvarları serbest arabinogalaktanlar olarak bulunabilen ramnogalakturonanlar, selüloz, ksiloglukanlar, glikoproteinler, arabinanlar

(kolzada) ve arabinogalaktanlar (soya fasulyesi ve kolzada) gibi daha karmaşık bir kompozisyona sahiptir. Yağlı tohumlar protein açısından zengin kaynaklardır, ancak soya fasulyesi diğer baklagiller ile birlikte önemli miktarlarda galakto-oligosakkarit, rafinoz, stakiyoz ve verbaskoz da içerir. Galaktooligosakkaritler veya α -galaktozidler, bitkilerin depolama organlarında birikir ve yapraklarda yalnızca düşük konsantrasyonlarda bulunur. Bu oligosakkaritler en fazla soya küspesinde bulunur ve kuru maddenin %5-%7'sini oluşturabilir. Pamuk tohumu ürünleri yüksek rafinoz konsantrasyonlarına sahipken, soya küspesi en yüksek stakiyoz konsantrasyonuna sahiptir.

4.3. Baklagil Bitkileri

Fasulye, mercimek, acı bakla ve bezelye gibi baklagil bitkileri protein ve diğer besin maddeleri bakımından zengin kaynaklardır. Bezelye, bakla ve mercimekte nispeten yüksek miktarda nişasta bulunması bunları alternatif enerji kaynakları haline getirir. Yağlı tohum bitkilerine benzer şekilde, baklagil bitkilerinin hücre duvarlarında yüksek konsantrasyonlarda selüloz, ksiloglukan ve pektin bulunur ve bunlar koruyucu rol oynar. Baklagil bitkileri önemli miktarda galakto-oligosakkarit (rafinoz, stakiyoz ve verbaskoz) içerir. Acı bakla nişasta içermez, ancak diğer baklagil bitkilerinden daha yüksek selüloz, rafinoz ve stakiyoz konsantrasyonlarına sahiptir. Verbaskoz ise, baklagil bitkilerinde yağlı tohumlardan daha yüksek miktarlarda bulunur.

KAYNAKLAR

- Anonymus. Plant Cell Wall Diagram. 2017. (22/10/2025 tarihinde https://i0.wp.com/botany.one/wpcontent/uploads/2017/09/Plant_cell_wall_diagram-en.png?ssl=1 adresinden alınmıştır).
- Bauer J, Heinemann K, Lees G. Small animal clinical nutrition. Topeka, KS: Mark Morris Institute; 2010.
- Buyken A, Mela D, Dussort P, Johnson I, Macdonald I, Stowell J, Brouns F. Dietary carbohydrates: a review of international recommendations and the methods used to derive them. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2018; 72:1625–1643.

- Clemente-Suárez V, Mielgo-Ayuso J, Martín-Rodríguez A, Ramos-Campo D, Redondo-Flórez L, Tórnero-Aguilera J. The Burden of Carbohydrates in Health and Disease. *Nutrients*. 2022;14.
- Comerford K, Papanikolaou Y, Jones J, Rodriguez J, Slavin J, Angadi S, et al. Toward an Evidence-Based Definition and Classification of Carbohydrate Food Quality: An Expert Panel Report. *Nutrients*. 2021;13.
- Dryden G. Fundamentals of applied animal nutrition. Wallingford: *CABI*; 2021.
- Golgeri MDB, Mulla SI, Bagewadi ZK, Tyagi S, Hu A, Sharma S, et al. A systematic review on potential microbial carbohydrases: current and future perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022; 64(2): 438-455.
- Grabitske H, Slavin J. Gastrointestinal Effects of Low-Digestible Carbohydrates. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2009;49:327–360.
- Hall M, Mertens D. A 100-Year Review: Carbohydrates—Characterization, digestion, and utilization. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(12):10078–10093.
- Khademian E, Salehi E, Sanaeepur H, Galiano F, Figoli A. A systematic review on carbohydrate biopolymers for adsorptive remediation of copper ions from aqueous environments—part A: Classification and modification strategies. *The Science of the Total Environment*. 2020; 738:139829.
- Kiely L, Hickey R. Characterization and Analysis of Food-Sourced Carbohydrates. *Methods in Molecular Biology*. 2022; 2370:67–95.
- Lim J, Pullicin A. Oral carbohydrate sensing: Beyond sweet taste. *Physiology & Behavior*. 2019; 202:14–25.
- Mata F, Valenzuela P, Gimenez J, Tur C, Ferreria D, Domínguez R, et al. Carbohydrate Availability and Physical Performance: Physiological Overview and Practical Recommendations. *Nutrients*. 2019;11.
- Medeiros FL, Fernandes A, Kraemer M, Padovan M, Bernardo G, Uggioni P, et al. Structural Concepts, Definition, Classification, and Macronutrient and Food Composition of Carbohydrate-Restricted Diets for Individuals with Type 2 Diabetes Mellitus: A Scoping Review. *Nutrients*. 2025;17.
- Mora-Flores L, Casildo RM-T, Fuentes-Cabrera J, Pérez-Vicente H, De Anda-Jáuregui G, Neri-Torres E. The Role of Carbohydrate Intake on the Gut Microbiome: A Weight of Evidence Systematic Review. *Microorganisms*. 2023;11.
- Navarro D, Abelilla J, Stein H. Structures and characteristics of carbohydrates in diets fed to pigs: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2019;10.
- Savino S, Fraaije M. The vast repertoire of carbohydrate oxidases: An overview. *Biotechnology Advances*. 2020:107634.
- Sievenpiper J. Low-carbohydrate diets and cardiometabolic health: the importance of carbohydrate quality over quantity. *Nutrition Reviews*. 2020;78(Supplement_1):69–77.
- Singh K, Sharma S, Tyagi R, Sagar R. Recent progress in the synthesis of natural product inspired bioactive glycohybrids. *Carbohydrate Research*. 2023; 534:108975.
- Sun X, Cheng L, Jonker A, Munidasa S, Pacheco D. A Review: Plant Carbohydrate Types—The Potential Impact on Ruminant Methane Emissions. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022;9.
- Van Zuuren E, Fedorowicz Z, Kuijpers T, Pijl H. Effects of low-carbohydrate- compared with low-fat-diet interventions on metabolic control in people with type 2 diabetes: a systematic review including GRADE assessments. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2018;108(2):300–331.
- Wiercigroch E, Szafraniec E, Czamara K, Pacia M, Majzner K, Kochan K, et al. Raman and infrared spectroscopy of carbohydrates: A review. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2017; 185:317–335.

PROTEİNLER

Derya Merve KARAGÖZ¹

1. Giriş

Proteinler, amino asitlerin peptit bağları aracılığıyla birbirine bağlanmasıyla oluşan ağırlıkları 35.000 ile birkaç yüz bin Da arasında değişen büyük polimerlerdir. Bir proteinde bir veya birden fazla polipeptit zinciri bulunabilir ve bu zincirler azot (N) (%15,5–18), karbon (C) (%51–55), oksijen (O) (%21,5–23,5), hidrojen (H) (%6,5–7,3), kükürt (S) (%0,5–2,0) ve fosfor (P) (%0–1,5) atomlarından meydana gelir. Ayrıca proteinler, fosfor gibi atom ve moleküllerle kovalent bağlar kurabilmekte; kalsiyum, demir, bakır, çinko, magnezyum ve manganez gibi minerallerin yanı sıra bazı vitaminler (ör. B6, B12 ve yağda çözünen vitaminler) ve/veya lipidlerle kovalent olmayan bağlarla da etkileşime girebilmektedir. Proteinler, canlı hücrelerde yaşamın sürdürülmesi için gerekli temel moleküller arasında yer almaktadır. Her canlı türü kendine özgü proteinlere sahiptir ve tek bir organizmanın hücre ve dokularında çok sayıda farklı protein bulunur. Proteinler; amino asit dizilimleri, moleküler ağırlıkları, iyonik yükleri, üç boyutlu yapıları, hidrofobik özellikleri ve biyolojik işlevleri bakımından çeşitlilik göstermektedir.

Protein sentezi, hayvan hücrelerinin çekirdeğinde bulunan ve kalıtsal bilgiyi taşıyan DNA tarafından kontrol edilir. DNA, canlıya türüne özgü özellikleri kazandırmakla birlikte, vücutta üretilecek tüm proteinlerin şifrelerini de taşır. Hücreler, DNA'daki bu genetik bilgiyi kullanarak amino asitlerin hangi sırayla dizileceğini belirler ve buna uygun proteinleri sentezler. Ancak gerekli amino asitler yeterli düzeyde sağlanmadığında, hücreler ihtiyaç duyulan proteinleri üretemez. Protein sentezi için gerekli amino asitler ya hayvanın tükettiği yemlerden ya da sindirim sistemi içerisindeki parçalanma süreçlerinden elde edilir.

Proteinler, gıdalarda başlıca azotlu makro besin olarak bulunur ve hayvan dokularının temel bileşenini oluşturur. Bununla birlikte, yalnızca yapısal bir unsur olmakla kalmayıp, aynı zamanda çeşitli fizyolojik işlevlerde de rol oynamaktadır (Tablo 1). Dolayısıyla, proteinler hem hücresel düzeyde yaşamın devamlılığı hem de organizma genelinde biyolojik süreçlerin düzenlenmesi için gerekli bileşiklerdir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, dmarituluk@mehmetakif.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1179-1317

6. Küresel protein kaynaklarındaki kıtlığı hafifletmek.

Protein eksikliği, hayvanların diyetinde yeterli miktarda protein veya temel amino asit bulunmaması durumunda ortaya çıkar ve şu sonuçlara yol açar:

1. Büyüme ve Gelişim Sorunları: Buzağılarda ve yavru hayvanlarda büyüme geriliği görülür. Doğum ağırlığı düşebilir ve kas gelişimi yetersiz olur.
2. Süt ve Ürün Veriminde Azalma: Laktasyondaki ineklerde süt verimi ve süt proteini azalır. Yumurtlayan kümes hayvanlarında yumurta ağırlığı ve protein içeriği düşebilir.
3. Bağışıklık Sistemi Zayıflığı: Protein eksikliği bağışıklık fonksiyonlarını olumsuz etkiler, hastalıklara karşı direnci azaltır.
4. Hormon ve Enzim Düzeylerinin Bozulması: Büyüme hormonları, enzimler ve metabolik fonksiyonlar etkilenir.
5. Sindirim ve Enerji Kullanımı: Özellikle ruminantlarda rumen fermentasyonu yavaşlar. Yem tüketimi ve enerji verimliliği düşer.

Protein fazlalığı, hayvanların diyetinde gereğinden fazla protein alması durumunda görülür ve şu etkileri yaratır:

1. Ekonomik Kayıplar: Fazla protein, gereksiz maliyet oluşturur.
2. Azot Atılımı ve Çevresel Etkiler: Fazla protein vücutta üreye dönüştürülür ve idrarla atılır. Bu durum çevreye azot kirliliği olarak yansır.
3. Enerji Kullanımında Düşüş: Fazla protein metabolize edilirken enerji verimliliği azalır.
4. Toksikite Riski: Genellikle protein fazlalığı ciddi toksisiteye yol açmaz; toksik etki daha çok protein dışı azot kaynaklarında (üre gibi) görülebilir.

KAYNAKLAR

- Bischoff R, Schlüter H. Amino acids: Chemistry, functionality and selected non-enzymatic post-translational modifications. *Journal of Proteomics*; 2012;75:2275–2296.
- Chiba LI. *Animal nutrition handbook*. 2nd rev. Unpublished manuscript; 2009.
- Dai ZL, Wu ZL, Jia SC et al. Analysis of amino acid composition in proteins of animal tissues and foods as pre-column o-phthalaldehyde derivatives by HPLC with fluorescence detection. *Journal of Chromatography B*; 2014;964:116–127.
- Dukes HH, Reece WO. *Dukes' physiology of domestic animals*. 13th ed. Wiley-Blackwell; 2015.
- Hou YQ, Wu ZL, Dai ZL et al. Protein hydrolysates in animal nutrition: Industrial production, bioactive peptides, and functional significance. *Journal of Animal Science*; 2017.
- İpçak HH, Özüretmen S, Alçiçek A et al. Alternatif protein kaynaklarının hayvan beslemede kullanım olanakları. *Hayvansal Üretim*; 2018;59(1):51–58.
- Jones S. Computational and structural characterisation of protein associations. *Advances in Experimental Medicine and Biology*; 2012;747:42–54.
- Kellems RO, Church DC. *Livestock feeds and feeding*. 5th ed. Prentice Hall; 2002.
- Kellems RO, Church DC. *Çiftlik hayvanlarının yemleri ve beslenmesi*. 6. basım. Önel AG, Pekel AY, Köksal BH, Demirel G, Alp M, Kocabağlı N, çev. Nobel Akademik Yayıncılık; 2016.
- Li XL, Rezaei R, Li P et al. Composition of amino acids in feed ingredients for animal diets. *Amino Acids*; 2011;40:1159–1168.
- McDonald P, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Edwards RA, Sinclair L, Wilkinson RG. *Animal Nutrition*. 7th ed. Pearson; 2011.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD et al. *Animal Nutrition*. 8th ed. Pearson; 2022.
- McDowell LR. *Vitamins in animal and human nutrition*. 2nd ed. Academic Press; 2000.
- National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. Seventh revised edition. The National Academies Press; 2001.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM). *Nutrient requirements of beef cattle*. 8th ed. The National Academies Press; 2016.
- Nelson DL, Cox MM, Hoskins AA. *Lehninger principles of biochemistry*. 8th ed. W. H. Freeman & Company; 2021.
- Shurson GC. The role of biofuels coproducts in feeding the world sustainably. *Annual Review of Animal Biosciences*; 2017;5:229–254.

- Wu G. *Principles of animal nutrition*. 2nd ed. CRC Press; 2025.
- Wu G. *Amino acids: Biochemistry and nutrition*. CRC Press; 2013.
- Wu G. Dietary protein intake and human health. *Food Function*; 2016;7:1251–1265.
- Zhang H, Hu CA, Kovacs-Nolan J, et al. Bioactive dietary peptides and amino acids in inflammatory bowel disease. *Amino Acids*; 2015;47:2127–2141.
- Wu G, Cross HR, Gehring KB et al. Composition of free and peptide-bound amino acids in beef chuck, loin, and round cuts. *Journal of Animal Science*; 2016;94:2603–2613.

YAĞLAR

Habip MURUZ¹
Zehra SELÇUK²

1. Giriş

Yağ ve lipid terimleri çoğu zaman birbirinin yerine kullanılsa da, gerçekte bu iki kavram arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Lipidler, hem gliserol bazlı hem de gliserol içermeyen bileşikler kapsayan, kimyasal açıdan geniş bir gruba ifade eder. Bu heterojen lipid sınıfı; trigliseridler (yağlar), fosfolipitler, steroidler (örneğin kolesterol) ve mumlar gibi çeşitli bileşikler içerir. Yağlar ise, gliserol molekülünün üç yağ asidi ile esterleşmesi sonucu oluşan trigliseridlerden meydana gelir ve genellikle organizmalar için temel enerji kaynağı olarak görev yaparlar. Hayvansal ya da bitkisel kökenli olabilen yağlar, oda sıcaklığında fiziksel durumlarına bağlı olarak katı (örneğin tereyağı, içyağı) veya sıvı (örneğin ayçiçek yağı, zeytinyağı) halde bulunabilirler.

Lipidler, karmaşık kimyasal yapılara sahip bileşikler olup, hücre zarlarının temel yapısal bileşenleri olarak görev yapmanın yanı sıra; vitaminlerin, hormonların, hücre

içi haberci moleküllerin, enzim kofaktörlerinin, sindirimde emülsifiye edici ajanların ve elektron taşıyıcıların yapısında ve işlevlerinde de kritik roller üstlenirler. Bu nedenle lipidler, beslenme açısından temel enerji kaynağı olan yağları içermekle birlikte, organizmanın yapısı ve metabolik fonksiyonları için vazgeçilmez diğer bileşikler de kapsamaktadır. Lipidler, suda çözünmeyen veya çok düşük çözünürlüğe sahip, ancak eter, benzen, kloroform, alkol ve aseton gibi organik çözücülerde çözünebilen, çoğunlukla hidrokarbon esaslı yapılarından ötürü hidrofobik ya da amfipatik (hem hidrofobik hem de hidrofilik bölgelere sahip olan) özellik gösteren organik moleküllerdir. Lipidlerin erime noktası, genel olarak hidrokarbon zincirinin uzunluğu (moleküler ağırlığı) arttıkça yükselirken, doymamışlık derecesinin (çift bağ sayısının) artmasıyla azalır. Her bir lipid sınıfı, kendine özgü yağ asidi profili, erime noktası, hidrofilik-lipofilik denge (HLB) değeri ve organik çözücülerdeki çözünürlük özellikleri ile karakterize edilir.

¹ Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, habip.muruz@omu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1975-4545

² Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim AD, zselcuk@omu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-6060-4514

Steroller, steroid sınıfı bileşikler içerisinde en yaygın bulunan moleküllerdir. Kolesterol, hayvansal dokularda yer alan başlıca sterol bileşiğidir. Bitki hücreleri kolesterol içermemekle birlikte, bunun yerine ergosterol barındırırlar. Kolesterol sentezi, kısmen rasyonla alınan kaynaklardan, kısmen de asetil KoA'dan başlayan biyosentetik yollar aracılığıyla endojen olarak gerçekleşir. Kolesterol, plazmada serbest formda veya esterleşmiş hâlde bulunabilir. Hücre zarı bütünlüğü ve akışkanlığının korunması açısından kritik bir yapısal bileşendir. Bunun yanı sıra, kolesterol organizmada pek çok biyolojik açıdan hayati bileşiğin sentezinde temel prekürsör görevi görür. Özellikle D vitamini, safra asitleri, cinsiyet hormonları (örneğin testosteron, östrojenler ve progesteron), glukokortikoidler ve mineralokortikoidler gibi kortikosteroidlerin biyosentezinde kolesterolden türeyen ara metabolitler kullanılmaktadır. Bu nedenle kolesterol, yalnızca bir lipid molekülü değil, aynı zamanda tüm steroid yapıları bileşiklerin sentezi açısından vazgeçilmez bir öncü madde olarak kabul edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Baião NC, Lara LJC. Oil and fat in broiler nutrition. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2005;7: 129-141. doi: 10.1590/S1516-635X2005000300001
- Bakhtiari S, Asri N, Jahdkaran M, et al. The connection between fatty acids and inflammation in celiac disease; a deep exploring. *Tissue Barriers*. 2025;13(1): 2342619. doi: 10.1080/21688370.2024.2342619
- Bauer JE. Fatty acid metabolism in domestic cats (*Felis catus*) and cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *Proceedings of the Nutrition Society*. 1997;56(3): 1013-1024. doi: 10.1079/pns19970106
- Burron S, Richards T, Krebs G, et al. The balance of n-6 and n-3 fatty acids in canine, feline, and equine nutrition: Exploring sources and the significance of alpha-linolenic acid. *Journal of Animal Science*. 2024;102: skae143. doi: 10.1093/jas/skae143
- Butler G. Manipulating dietary PUFA in animal feed: implications for human health. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2014;73(1): 87-95. doi: 10.1017/S0029665113003790
- Serhan CN, Chiang N, Van Dyke TE. Resolving inflammation: dual anti-inflammatory and pro-resolution lipid mediators. *Nature Reviews Immunology*. 2008;8(5): 349-361.
- Calder PC. Long-chain fatty acids and inflammatory processes. In: Calder PC, Yaqoob P (eds) Diet, immunity and inflammation. Woodhead Publishing; 2013. p. 457-483.
- Calder PC. Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: Effects, mechanisms and clinical relevance. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2015;1851(4): 469-484. doi: 10.1016/j.bbali.2014.08.010
- Čerpnjak K, Zvonar A, Gašperlin M, et al. Lipid-based systems as promising approach for enhancing the bioavailability of poorly water-soluble drugs. *Acta Pharmaceutica*. 2013;63(4): 427-445. doi: 10.2478/acph-2013-0040
- Cooperstone JL, Ralston RA, Riedl KM, et al. Enhanced bioavailability of lycopene when consumed as cis-isomers from tangerine compared to red tomato juice, a randomized, cross-over clinical trial. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2015;59(4): 658-669. doi: 10.1002/mnfr.201400658
- Dhaka V, Gulia N, Ahlawat KS, et al. Trans fats—sources, health risks and alternative approach-A review. *Journal of Food Science and Technology*. 2011;48: 534-541. doi: 10.1007/s13197-010-0225-8
- Gezer C, Samur G. Omega-3 yağ asitlerinin bilişsel gelişimdeki rolü. *Beslenme ve Diyet Dergisi*. 2012;40(1): 43-49.
- Grand View Research. *Omega 3 supplements market size & share report (2025-2030)*. [Online] <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/omega-3-supplement-market> [Accessed: 16th May 2025]
- Harvey RA, Ferrier DR. Lipid Metabolism. In: Harvey RA (ed.) Lippincott's illustrated reviews: Biochemistry. 5th Ed. Philadelphia: Lippincott William and Wilkins; 2011. p. 173-244.
- Huang J, Hu Z, Li G, et al. Make your packaging colorful and multifunctional: The molecular interaction and properties characterization of natural colorant-based films and their applications in food industry. *Trends in Food Science & Technology*. 2022;124: 259-277. doi: 10.1016/j.tifs.2022.04.028
- IFST. *Trans fatty acids—Information Statement*. [Online] <https://www.ifst.org/resources/information-statements/trans-fatty-acids> [Accessed: 16th May 2025]
- Kerr BJ, Kellner TA, Shurson G.C. Characteristics of lipids and their feeding value in swine diets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2015;6: 1-23. doi: 10.1186/s40104-015-0028-x
- Khan AA, Mudassir J, Mohtar N, et al. Advanced drug delivery to the lymphatic system: lipid-based nanoformulations. *International Journal of Nanomedicine*. 2013;8: 2733-2744. doi: 10.2147/IJN.S41521
- Kihara A. Very long-chain fatty acids: elongation, physiology and related disorders. *The journal of Biochemistry*. 2012;152(5): 387-395. doi: 10.1093/jb/mvs105
- Lee RM. Fish oil, essential fatty acids, and hypertension. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 1994;72(8): 945-953. doi: 10.1139/y94-132
- Caviedes JML, Pabón ML, Fornaguera JEC. Pasture traits and conjugated linoleic acid (CLA) content in milk. *Re-*

- vista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2011;24(1): 63-73.
- López-Cervantes J, Sánchez-Machado DI. Astaxanthin, lutein, and zeaxanthin. In: Nabavi, SM, Silva AS (eds.) *Nonvitamin and nonmineral nutritional supplements*. Cambridge: Academic Press; 2019. p. 19-25.
- Lottenberg AM, da Silva Afonso M, Lavrador MSF, et al. The role of dietary fatty acids in the pathology of metabolic syndrome. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2012;23(9): 1027-1040. doi: 10.1016/j.jnutbio.2012.03.004
- Masyita A, Sari RM, Astuti AD, et al. Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. *Food Chemistry: X*. 2022;13: 100217. doi: 10.1016/j.fochx.2022.100217
- Mennitti LV, Oliveira JL, Morais CA, et al. Type of fatty acids in maternal diets during pregnancy and/or lactation and metabolic consequences of the offspring. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2015;26(2): 99-111. doi: 10.1016/j.jnutbio.2014.10.001
- Murray RK, Bender DA, Botham KM, et al. *Harper's illustrated biochemistry*, 31th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2018.
- Nelson DL, Cox MM. *Lehninger principles of biochemistry*. 7th ed. W. H. New York: Freeman and Company; 2017.
- Patricia M. Devers DO, Warren M. et al. Fatty acid profiling. In: Pizzorno JE, Murray MT (eds) *Textbook of natural medicine*. 5th ed. Missouri: Elsevier Inc; 2012. p.124-130.
- Patterson E, Wall R, Fitzgerald GF, et al. Health implications of high dietary omega-6 polyunsaturated fatty acids. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2012;(1): 539426. doi: 10.1155/2012/539426
- SanGiovanni JP, Chew EY. The role of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. *Progress in Retinal and Eye Research*. 2005;24(1): 87-138. doi: 10.1016/j.preteyeres.2004.06.002
- Sarkadi-Nagy E, Wijendran V, Diao GY, et al. Formula feeding potentiates docosahexaenoic and arachidonic acid biosynthesis in term and preterm baboon neonates. *Journal of Lipid Research*. 2004;45(1): 71-80. doi: 10.1194/jlr.M300106-JLR200
- Shah B, Thadani U. Trans fatty acids linked to myocardial infarction and stroke: What is the evidence?. *Trends in Cardiovascular Medicine*. 2019;29(5): 306-310.
- Shete H, Patravale V. Long chain lipid based tamoxifen NLC. Part I: Preformulation studies, formulation development and physicochemical characterization. *International Journal of Pharmaceutics*. 2013;454(1): 573-583. doi: 10.1016/j.ijpharm.2013.03.034
- Shin J, Prabhakaran VS, Kim KS. The multi-faceted potential of plant-derived metabolites as antimicrobial agents against multidrug-resistant pathogens. *Microbial Pathogenesis*. 2018;116: 209-214. doi: 10.1016/j.micpath.2018.01.043
- Siram K, Rahman SH, Balakumar K, et al. Pharmaceutical nanotechnology: Brief perspective on lipid drug delivery and its current scenario. In: Grumezescu AM (ed). *Biomedical applications of nanoparticles*. Norwich: William Andrew Publishing; 2019. p. 91-115.
- TechNotes 7: *Lipid metabolism. Principles of nutrition 7*. [Online] https://www.dairynz.co.nz/media/pkcd30iz/technote-7_web.pdf [Accessed: 16th May 2025]
- Trevaskis NL, Charman WN, Porter CJ. Lipid-based delivery systems and intestinal lymphatic drug transport: a mechanistic update. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2008;60(6): 702-716. doi: 10.1016/j.addr.2007.09.007
- Wang XD. (2014). Carotenoids. In: Ross CA, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR (eds). *Modern nutrition in health and disease*. 11th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2014. p. 427-439.
- Wang G, Wang J, Wu W, et al. Advances in lipid-based drug delivery: enhancing efficiency for hydrophobic drugs. *Expert Opinion on Drug Delivery*. 2015;12(9):1475-1499. doi: 10.1517/17425247.2015.1021681
- Yahia EM, de Jesús Ornelas-Paz J, Emanuelli T, et al. Chemistry, stability, and biological actions of carotenoids. In: Yahia EM (ed) *Fruit and vegetable phytochemicals: Chemistry and human health*. 2nd ed. John Wiley & Sons; 2017. p. 285-346.
- Zheng W, Jain A, Papoutsakis D, et al. Selection of oral bioavailability enhancing formulations during drug discovery. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. 2012;38(2): 235-247. doi: 10.3109/03639045.2011.602406

VİTAMİNLER

Şermin TOP¹

1. Giriş

Vitaminler, hayvan organizmasında büyüme, gelişme, üreme, bağışıklık ve metabolik faaliyetlerin sürdürülmesi için çok küçük miktarlarda gereksinim duyulan organik bileşiklerdir. Enerji kaynağı olmamalarına rağmen birçok enzimatik reaksiyonda koenzim veya kofaktör olarak görev alarak besin öğelerinin etkin şekilde kullanılmasını sağlarlar. Vitaminlerin eksikliği veya dengesiz alımı, büyüme geriliği, verim düşüklüğü, bağışıklık sisteminin zayıflaması ve metabolik bozukluklar gibi çeşitli klinik belirtilere yol açabilir.

Vitaminler genel olarak yağda eriyen ve suda eriyen olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

Yağda eriyen vitaminler A, D, E ve K vitaminleridir. Bu vitaminler vücutta depolanabilir ve genellikle lipitlerle birlikte emilirler. A vitamini epitel dokuların bütünlüğü ve görme fonksiyonları için, D vitamini kalsiyum-fosfor metabolizması ve kemik gelişimi için, E vitamini hücre zarlarının oksidatif hasara karşı korunması için, K vitamini ise kan pıhtılaşmasında görev alan protrombinin sentezi için gereklidir.

Suda eriyen vitaminler ise B grubu vitaminleri (B₁, B₂, B₆, B₁₂, niasin, pantotenik asit, folik

asit, biotin) ve C vitaminini içerir. Bu vitaminler vücutta sınırlı miktarda depolanabilir ve genellikle diyetle düzenli olarak alınmaları gerekir. B grubu vitaminleri karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasında koenzim olarak rol oynarken, C vitamini kollajen sentezi, demir emilimi ve bağışıklık sistemi işlevleri açısından önem taşır.

Hayvan beslemede vitamin gereksinimleri, tür, yaş, fizyolojik durum, çevresel koşullar ve üretim düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Ruminantlarda bazı B vitaminleri ve K vitamini rumen mikroorganizmaları tarafından sentezlenebilmesine karşın, monogastrik hayvanlarda bu vitaminlerin dışarıdan sağlanması zorunludur. Vitamin yetersizlikleri, hayvan sağlığı ve veriminde önemli ekonomik kayıplara neden olabileceğinden, rasyonlara genellikle vitamin premiksleri şeklinde ilave edilir.

2. Yağda Eriyen Vitaminler

2.1. A Vitamini

A vitamini, hayvanlarda büyüme, üreme, epitel dokuların bütünlüğünün korunması, görme fonksiyonunun sürdürülmesi ve bağışıklık sisteminin sağlıklı çalışması için gerekli olan, yağda eriyen bir vitamindir. Kimyasal olarak retinoid-

¹ Dr. Öğr. Üyesi Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, sermin.top@harran.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-2684-7798

KAYNAKLAR

- Ball G F. *Vitamins in foods: analysis, bioavailability, and stability*. (1st ed.). NY: CRC Press; 2005. doi: <https://doi.org/10.1201/9781420026979> CRC press.
- Booth S L. Vitamin K: food composition and dietary intakes. *Food & nutrition research*. 2012; 56(1): 5505. doi: <https://doi.org/10.3402/fnr.v56i0.5505>
- Combs Jr G F, McClung J P. *The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health*. (5th ed.). UK: Academic press; 2016.
- Dawson M I. The importance of vitamin A in nutrition. *Current pharmaceutical design*. 2000; 6(3): 311-325. doi: <https://doi.org/10.2174/1381612003401190>
- Girard C L, Matte J J. Folic acid and vitamin B12 requirements of dairy cows: A concept to be revised. *Livestock Production Science*. 2005; 98(1-2): 123-133. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.10.009>
- Halver J E, Hardy R W. *Fish Nutrition* (3rd ed.). California: Academic Press; 2002.
- Leeson S, Summers J D. *Nutrition of the chicken*. (4th ed.). Canada: University Books; 2001.
- McDonald P, Edwards R A, Greenhalgh J F D, et al. *Animal Nutrition* (7th ed.). UK: Pearson Education Limited; 2011.
- McDowell L R. *Vitamins in animal and human nutrition*. (2nd ed.). Iowa: Iowa State University Press; 2000.
- Niehoff I D, Hüther L, Lebzien P. Niacin for dairy cattle: a review. *British Journal of Nutrition*. 2008; 101(1): 5-19. doi: <https://doi.org/10.1017/S0007114508043377>
- NRC (National Research Council). *Nutrient Requirements of Poultry*. (9th ed.). Washington DC: National Academy Press; 1994.
- NRC (National Research Council). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. (7th ed.). Washington DC: National Academy Press; 2001.
- Packer L, Weber S U, Rimbach G. Molecular aspects of α -tocotrienol antioxidant action and cell signalling. *The Journal of nutrition*. 2001; 131(2): 369S-373S. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/131.2.369S>
- Panda S, Panda N, Panigrahy K K, et al. Role of niacin supplementation in dairy cattle: A review. *Asian Journal of Dairy & Food Research*. 2017; 36(2): 93-99. doi: <https://doi.org/10.18805/ajdfr.v36i02.7949>
- Pardue S L, Thaxton J P. Ascorbic acid in poultry: a review. *World's Poultry Science Journal*. 1986; 42(2): 107-123. doi: <https://doi.org/10.1079/WPS19860009>
- Sharma B K, Erdman R A. In Vitro Degradation of choline from selected foodstuffs and choline supplements. *Journal of dairy science*. 1989; 72(10): 2772-2776. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79421-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79421-2)
- Shastak Y, Obermueller-Jevic U, Pelletier W. A century of vitamin E: Early milestones and future directions in animal nutrition. *Agriculture*. 2023; 13(8): 1526. doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture13081526>
- Schmid A, Walther B. Natural vitamin D content in animal products. *Advances in nutrition*. 2013; 4(4): 453-462. doi: <https://doi.org/10.3945/an.113.003780>
- Suttie J W. *Vitamin K in health and disease*. (1st ed.). Florida: CRC Press; 2009.
- Suttle N F. *Mineral Nutrition of Livestock* (4th ed.). Cambridge: CABI Publishing; 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.1079/9781845934729.0000>
- Vijayalakshmy K, Virmani M, Malik R, et al. The role of B Vitamins in livestock nutrition. *Journal of Veterinary Medicine and Research*. 2018; 5(10): 1162.
- Watanabe F. Vitamin B12 sources and bioavailability. *Experimental biology and medicine*. 2007; 232(10): 1266-1274. doi: <https://doi.org/10.3181/0703-MR-67>
- Yaman Fıncıoğlu S Y F, Irshad N. Role of choline in ruminant nutrition: a detailed review. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2022; 73(2): 3921-3928. <https://doi.org/10.12681/jhvms.26914>

MİNERALLER

Huzur Derya ARIK¹
Zekeriya Safa İNANÇ²

1. Giriş

Mineraller, tüm vücut dokularında ve sıvılarında bulunan inorganik maddelerdir. Yaşam için gerekli bazı fiziko-kimyasal süreçlerin sürdürülmesi açısından hayati öneme sahiptir. Enerji sağlamasalar da, organizmadaki pek çok yaşamsal faaliyette kritik roller üstlenirler. Mineraller genel olarak makro ve mikro (iz) elementler olmak üzere iki ana sınıfa ayrılır. Beslenme açısından önemli 7 makro mineral, 10 mikro (iz) mineral vardır. Bunlar Kalsiyum (Ca), Fosfor (P), Sodyum (Na), Klor (Cl), Magnezyum (Mg), Potasyum (K) ve Kükürt (S) makro mineralleri ile Demir (Fe), İyot (I), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kobalt (Co), Molibden (Mo), Manganez (Mn), Selenyum (Se), Krom (Cr) ve Flor (F) iz minerallerdir. Makro minerallere hayvanlar yüksek miktarlarda (g/gün) mikro minerallere ise daha düşük miktarlarda (mg/gün) ihtiyaç duyarlar. Ancak makro minerallere olan ihtiyacın fazla olması mikro minerallerden daha önemli oldukları anlamına gelmemelidir. Makro ve iz mineraller, vücudun yapısal bileşeninin oluşumunda ve en-

zimlerin, hormonların, vitaminlerin ve hücrelerin düzgün çalışmasında rol oynadıkları için eşit derecede önemlidir. Mineraller, vücudun yapısal bileşenleridir ve enzimlerde, hormonlarda, vücut sıvılarında ve dokularda önemli bir rol oynarlar; ayrıca hücrelerin çoğalması ve farklılaşmasında düzenleyici olarak görev alırlar. Mineraller, üreme de dahil olmak üzere hayvanların tüm fizyolojik aktiviteleri için gereklidir.

Makro ve iz elementler dışında ultra eser elementler olarak adlandırılan grupta ise bor, silikon, arsenik ve nikel yer almakta olup, bu elementlerin hayvanlarda bulunduğu ve yaşamsal işlevler için gerekli oldukları düşünülmektedir. Buna karşılık, kadmiyum, kurşun, kalay, lityum ve vanadyum gibi elementlerin beslenme açısından zorunluluğuna ilişkin yeterli bilgi ve kanıt mevcut değildir.

Genellikle, bir mineralin hayvan açısından yararlı olabilmesi için sindirim kanalındaki mukozadan emilerek kana geçmesi gerekir. Ancak, özellikle geviş getiren hayvanların sindirim sisteminde mineraller ile diğer diyet bileşenleri

¹ Prof. Dr. Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, huzurderya@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-4046-9386

² Dr. Arş. Gör. Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, ORCID iD: 0000-0003-0832-9209

$\text{MoO}_4^{2-} + \text{H}^+ + \text{HSH} + \text{O} + \text{MoO}_3 \text{S}$ (monotiyomolibdat)

$\text{MoO}_3 \text{S} + \text{H}^+ + \text{HSH} + \text{O} + \text{MoO}_3 \text{S}$ (ditiyomolibdat)

$\text{MoO}_3 \text{S} + \text{H}^+ + \text{HSH} + \text{O} + \text{MoO}_3 \text{S}$ (tritiyomolibdat)

$\text{MoO}_3 + \text{H}^+ + \text{HSH} + \text{O} + \text{MoS}$ (tetratiyomolibdat)

Gastrointestinal sistemde, tiyomolibdatlar Cu'yu bağlayarak çözünmeyen kompleksler oluşturur ve bakırın emilimini önler. Ayrıca emilen tiyomolibdatlar karaciğer depolarından safra yoluyla Cu atılımının artmasına, Cu'nun plazma albüminine güçlü bir şekilde bağlanması sonucu biyokimyasal süreçler için kullanılabilirliğinin azalmasına ve seruloplazmin, diamin oksidaz, sitokrom oksidaz, askorbat oksidaz ve tirozin oksidaz gibi Cu'ya bağlı metaloenzimlerin inhibisyonuna neden olarak Cu metabolizması üzerinde sistemik etkilere yol açabilirler. Rumen sülfür konsantrasyonları düşük olduğunda, Mo'nun tiyomolibdatların oluşumu üzerinde çok az etkisi vardır. Ancak, Mo seviyeleri değişmeyip sülfür konsantrasyonları arttığında Cu biyoyararlanımı önemli derecede azalır.

4.3. Çinko-Bakır Etkileşimi

Çinko ve Cu birbirinin antagonistidir. Çoğu durumda Zn, enterositler içinde metalotiyonin sentezini artırarak Cu emilimini engeller ve diyetin Cu seviyesi düşükse Cu eksikliğine neden olabilir. Ancak beslenme yoluyla alınan Cu:Zn oranları çok yüksek olduğunda (50:1), Cu, enterositler içinde metalotiyonini indükleyerek Zn emilimini engelleyebilir.

4.4. Bakır-Demir Etkileşimi

Bakır, demirin emilimi, taşınması ve kullanımını olumlu yönde etkileyebilirken, demir bakır metabolizmasını antagonize edebilir. Demir depoları tükenmiş olduğunda, bakır demir dengisinin düzenlenmesinde rol oynayan bağırsak, karaciğer ve kan gibi hayati dokulara yeniden

dağıtılır. Bakır, enterositlerde demir taşınmasını ve depolardaki demirin serbest bırakılmasını sağlayan seruloplazminin hepatositlerde sentezini artırabilir.

4.5. Çinko-Demir-Kobalt Etkileşimi

Çinko, demirin emilimi ve dokulara dağılımında önemli bir düzenleyicidir. Vücutta Zn durumunda meydana gelen bir bozulma pankreastaki Zn içeriğinde bir azalmaya yol açar ve bu da ferritin taşıyıcı proteinlerin ekspresyonunun azalmasıyla bağırsaktan Fe emilimini azaltır.

Kobalt, demirin (Fe) emilimini engeller veya demir de kobalt üzerine aynı etkiyi gösterir. Dolayısıyla demir eksikliği kobalt emilimini iyileştirir. Benzer şekilde, kobalt ve yüksek düzeydeki demir, Se emilimini azaltabilir.

KAYNAKLAR

- Amata IA. Chromium in Livestock Nutrition: A Review. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*. 2013;2(12):289-306.
- Anderson RA. Stress effects on chromium nutrition of humans and farm animals. In: Lyons TP, Jacques KA (eds.). *Biotechnology in the Feed Industry*. University Press; 1994. p. 267-274.
- Balevi T, Coskun B. Effects of dietary copper on production and egg cholesterol content in laying hens. *British Poultry Science*. 2004; 45 (4), 530-534.
- Burns-Whitmore B, Froyen EB, Isom KA. Vitamin D and Calcium—An Overview, Review of Metabolism, and the Importance of Co-Supplementation. *Dietetics*. 2024;3(4):588-608. doi:10.3390/dietetics3040040
- Dodovski P, Pejcinovska N, Angelovska M, et al. Iodine in Dairy Cattle: A review. *Horizons*. 2021.
- Fadlalla IMT. The Interactions of Some Minerals Elements in Health and Reproductive Performance of Dairy Cows. In: Qureshi MS (ed.). *New Advances in the Dairy Industry*. IntechOpen; 2022.
- Fu Y, Yang J, Chen J, et al. The role and molecular mechanisms of copper in regulating animal lipid metabolism. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2024;33(4):401-415.
- 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(4):2763-2813. doi:10.3168/jds.2017-13112
- González-Montaña JR, Escalera-Valente F, Alonso AJ, et al. Relationship between Vitamin B12 and Cobalt Metabolism in Domestic Ruminant: An Update. *Animals*. 2020;10(10):1855. doi:10.3390/ani10101855

- Gürbüz E, Balevi T, Coskun B, et al. Effect of Adding Linseed and Selenium to Diets of Layer Hen's on Performance, Egg Fatty Acid Composition and Selenium Content. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2012; 18 (3), 487-496.
- Haq Z, Jain RK, Khan N, et al. Recent advances in role of chromium and its antioxidant combinations in poultry nutrition: A review. *Veterinary World*. 2016;9(12):1392-1399.
- Hayirli A. Chromium nutrition of livestock species. *Nutrition Abstracts and Reviews: Series B*. 2005;75(5).
- Hernández-Castellano LE, Hernandez LL, Bruckmaier RM. Review: Endocrine pathways to regulate calcium homeostasis around parturition and the prevention of hypocalcemia in periparturient dairy cows. *Animal*. 2020;14(2):330-338.
- Kalisińska E, Budis H. Manganese, Mn. In: Kalisińska E (ed.). *Mammals and birds as bioindicators of trace element contaminations in terrestrial environments: an ecotoxicological assessment of the Northern Hemisphere*. Springer; 2019. p. 213-246.
- Kippler M, Oskarsson A. Manganese—a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food & Nutrition Research*. 2024;68:10-29219.
- Komarnisky LA, Christopherson RJ, Basu TK. Sulfur: Its Clinical and Toxicologic Aspects. *Nutrition*. 2003;19:54-61.
- Lall SP, Kaushik SJ. Nutrition and metabolism of minerals in fish. *Animals*. 2021;11(9):2711.
- Martens H, Stumpff F. Assessment of magnesium intake according to requirement in dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2019;103:1023-1029.
- Miller DD. Minerals. In: Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR (eds.). *Fennema's Food Chemistry*. 5th ed. CRC Press; 2017. p. 627-679.
- National Research Council. The role of chromium in Animal nutrition. National Academy Press; 1997.
- Nguyen P, Reynolds B, Zentek J, et al. Sodium in feline nutrition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2017;101:403-420.
- Olgun O. Manganese in poultry nutrition and its effect on performance and eggshell quality. *World's Poultry Science Journal*. 2017;73(1):45-56.
- Rolić T, Yazdani M, Mandić S, et al. Iron Metabolism, Calcium, Magnesium and Trace Elements: A Review. *Biological Trace Element Research*. 2025;203:2216-2225. doi:10.1007/s12011-024-04289-z
- Rose DB. Clinical Physiology of Acid-Base and Electrolyte disorders. McGraw-Hill; 2001.
- Rosol TJ, Chew DJ, Nagode LA, et al. Pathophysiology of Calcium Metabolism. *Veterinary Clinical Pathology*. 1995;24(2):49-63.
- Sands JS, Smith MO. Broilers in heat stress conditions; Effects of dietary manganese proteinate or chromium picolinate supplementation. *Journal of Applied Poultry Research*. 1999;8:280-287.
- Satyanarayana U. Biochemistry. 4th ed. Elsevier Health Sciences; 2013.
- Schöne F, Rajendram R. Iodine in farm animals. In: Preedy VR, Burrow GN, Watson RR (eds.). *Comprehensive Handbook of Iodine: Nutritional, Biochemical, Pathological and Therapeutic Aspects*. 1st ed. Academic Press; 2009. p. 161-167.
- Soetan K.O., Olaiya C.O., Oyewole O.E. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*. 2010;4(5):200-222.
- Taylor JG, Bushinsky DA. Calcium and Phosphorus Homeostasis. *Blood Purification*. 2009;27:387-394. doi:10.1159/000209740
- Toghyani M, Toghyani M, Shivazad M, et al. Chromium supplementation can alleviate the negative effects of heat stress on growth performance, carcass traits and meat lipid peroxidation of broiler chicks without any adverse impact on blood constituents. *Biological Trace Element Research*. 2012;146(2):171-180. doi:10.1007/s12011-011-9234-3
- Wang Y, Yan Q, Shi Y, et al. Copper Toxicity in Animals: A Review. *Biological Trace Element Research*. 2025;203:2675-2686.
- Wysocka D, Snarska A, Sobiech P. Copper – an essential micronutrient for calves and adult cattle. *Journal of Elementology*. 2019;24(1):101-110. doi:10.5601/jelem.2018.23.2.1645
- Yiannikourides A, Latunde-Dada GO. A Short Review of Iron Metabolism and Pathophysiology of Iron Disorders. *Medicines*. 2019;6(3):85. doi:10.3390/medicines6030085
- Zarczynska K, Swierczynski G. Iodine in cattle-review. *Journal of Elementology*. 2023;28(1).

TEK MİDELİLERDE VE RUMİNANTLARDA SİNDİRİM VE EMİLİM

Kadir Emre BUĞDAYCI¹

1. Karbonhidratların Sindirimi ve Emilimi

1.1. Tek Midelilerde Karbonhidrat Sindirimi ve Emilim

Tek mideli hayvanlarda karbonhidrat sindirimi ve emilimi, diyetlerinde bulunan karbonhidratların türü ve yapısından etkilenir. Domuzlar ve kümes hayvanları gibi tek mideli hayvanlar, tüm karbonhidrat formlarını, özellikle de nişasta olmayan polisakkaritleri (NOP'lar) ve bazı oligosakkaritleri parçalamak için gereken enzimlerden yoksundur. Bu nedenle, bu hayvanlarda karbonhidrat sindiriminin çoğu, ince bağırsaktaki enzimatik aktiviteden ziyade kalın bağırsakta mikrobiyal fermentasyon yoluyla gerçekleşir.

Tek mideli hayvanların rasyonları açısından karbonhidratlar; nişasta ve nişasta olmayan polisakkaritler olarak sınıflandırılır. Nişasta sindirimi, ağızda çiğnemenin mekanik hareketi ve tükürük α -amilazın (α -1,4 endo-glukozidaz) kimyasal hidrolizi ile başlar. Bu enzimler tükürük bezlerinden salgılanır. Ağızda üç adet tükürük bezi vardır. Bunlar: (i) parotis, (ii) submandi-

bular ve (iii) sublingual'dir. Tükürük, su (%99), mukus, inorganik tuz, α -amilaz ve lizozimlerden oluşur. At, köpek ve kedi tükürüğünde α -amilaz bulunmaz. Domuz tükürüğünde ise α -amilaz yer alır ancak yem partikülleri ağız bölgesinde çok kısa kaldığı için α -amilazın nişastayı parçalayabilme yeteneği yoktur. Nişasta ve glikojenin ağızda sindirim süresi ve sindirilme derecesi sınırlıdır. Tükürükte bulunan α -amilazın enzimatik etkinliği, midenin özofagal bölgesine doğru devam eder ve midenin fundus bölgesinde sonlanır (mide sıvısı pH'sı <3,6). Söz konusu sınırlı sindirimin ardından nişasta, pankreatik amilaz tarafından daha küçük moleküllere parçalanarak emilim için basit şekerlere hidrolize edilir. Bununla birlikte, selüloz ve hemiselüloz gibi nişasta olmayan polisakkaritlerin parçalanması önemli zorluklar içerir. Bu yapısal karbonhidratlar genellikle tek mideli hayvanlar tarafından sindirime dirençlidir, bu yüzden yapısal karbonhidrat içeriği yüksek rasyonlardan enerji eldesi oldukça kısıtlıdır. Monogastrik hayvanlar arasında atlar ve tavşanlar, gelişmiş sekum ve ko-

¹ Doç. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, kebugdayci@mehmetakif.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1715-6904

ve potasyum gibi iyonların emiliminde aktif taşıma mekanizmaları da devreye girebilmektedir. Ruminantların mineral emilim kapasitesi, tür, yaş, fizyolojik durum ve rasyon bileşimine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.

Kalsiyum ve çinko gibi minerallerin emilimi aktif taşıma mekanizmaları gerektirir. Çinko emilimi, hayvanın yaşına, rasyonun bileşimine ve spesifik taşıyıcı proteinlerinin varlığına bağlıdır. Tek mideli hayvanlar, inorganik formlara kıyasla genellikle biyolojik yararlanılabilirliği daha yüksek olan organik mineral formlarını daha iyi kullanabilir. Buna karşılık, ruminantlar mineral sindirimi ve emilimi açısından rumenin sağladığı birtakım avantajlara sahiptir. Rumen mikroorganizmaları tarafından üretilen mikrobiyal fitaz, fitat gibi mineral bağlayıcı bileşikler parçalayarak iz elementlerin (örneğin Zn ve Cu) biyoyararlanımını olumlu etkilemekte; bu sayede sindirim sisteminin ilerleyen kısımlarında bu mineraller daha kolay emilen formlar halinde serbest kalmaktadır. Ruminantlarda, kalsiyum ve fosfor emilimi hem pasif hem de aktif taşıma mekanizmaları yoluyla gerçekleşir; aktif taşıma mekanizmaları, yem tüketiminin düşük olması veya fizyolojik ihtiyacın yüksek olması halinde daha etkin hale gelir.

Ruminant rasyonlarına ilave edilen kil mineralleri, çinko (Zn), bakır (Cu) ve mangan (Mn) gibi bazı iz elementlerin çözünürlüğünü sindirim kanalının farklı bölümlerinde azaltarak bu minerallerin emilimini olumsuz etkileyebilmektedir. Kil mineralleri katmanlı yapıları nedeniyle bu minerallere bağlanarak, özellikle rumen, abomasum ve duodenum koşullarında iz elementlerin çözünür formda kalma oranını düşürür. Buna karşılık, kil minerallerinin abomasum ve duodenum koşullarında demir (Fe) çözünürlüğünü arttırdığı da bildirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abbasi IHR, Abbasi F, Wang L, et al. Folate promotes s-adenosyl methionine reactions and the microbial methylation cycle and boosts ruminants' production and reproduction. *AMB Express*. 2018;8(1). doi:10.1186/s13568-018-0592-5
- Adebowale T, Kang Y, Oso A. Major cereal carbohydrates in relation to intestinal health of monogastric animals: a review. *Anim Nutr*. 2019;5(4):331-9. doi:10.1016/j.aninu.2019.09.001
- Agustina S, Wiryawan K, Suharti S, et al. The addition of anaerobic fungi isolates from buffalo rumen to increase fiber digestibility, fermentation, and microbial population in ruminants. *Biodiversitas J Biol Divers*. 2024;25(1). doi:10.13057/biodiv/d250112
- Almeida A. The effects of improving low dietary protein utilization on the proteome of lamb tissues. *J Proteomics*. 2020;223:103798. doi:10.1016/j.jprot.2020.103798
- Arshad M, Bhatti S, Rehman M, et al. Supplementation of bile acids and lipase in broiler diets for better nutrient utilization and performance: potential effects and future implications – a review. *Ann Anim Sci*. 2021;21(3):757-87. doi:10.2478/aoas-2020-0099
- Arya K, Bahuguna A, Bisht, G. Vitamin supplementation in the treatment of curled toe paralysis in 50 chabro chicks. *Vet Rec Case Rep*. 2024;13(1). doi:10.1002/vrc2.1013
- Atkinson R, Toone C, Ludden P. Effects of supplemental ruminally degradable protein versus increasing amounts of supplemental ruminally undegradable protein on site and extent of digestion and ruminal characteristics in lambs fed low-quality forage. *J Anim Sci*. 2007;85(12):3322-30. doi:10.2527/jas.2006-417
- Baldwin RL, McLeod KR, Klotz JL. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant. *J Dairy Sci*. 2004;87(E Suppl):E55-E65. doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)70061-2
- Bansod A, Khandare R, Shindhe B, et al. A comprehensive review on sub-acute ruminal acidosis in dairy cow. *Int J Adv Biochem Res*. 2024;8(2S):529-36. doi:10.33545/26174693.2024.v8.i2sg.624
- Beckett L, Gleason CB, Bedford A, et al. Rumen volatile fatty acid molar proportions, rumen epithelial gene expression, and blood metabolite concentration responses to ruminally degradable starch and fiber supplies. *J Dairy Sci*. 2021;104(8):8857-69. doi:10.3168/jds.2020-19622
- Bergman EN. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiol Rev*. 1990;70(2):567-90. doi:10.1152/physrev.1990.70.2.567
- Beyreiss K, Hoepffner W, Scheerschmidt G, et al. Digestion and absorption rates of lactose, glucose, galactose, and fructose in three infants with congenital glucose-galactose malabsorption: perfusion studies. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 1985;4(6):887-92. doi:10.1097/00005176-198512000-00007

- Bröer S, Fairweather SJ. Amino acid transport across the mammalian intestine. *Compr Physiol*. 2018;9(1):343-73. doi:10.1002/cphy.c170041
- Bueno R, Borges L, God P, et al. Quantification of anti-nutritional factors and their correlations with protein and oil in soybeans. *Anais Acad Bras Ciênc*. 2018;90(1):205-17. doi:10.1590/0001-3765201820140465
- Chen X, Yan F, Liu T, et al. Ruminal microbiota determines the high-fiber utilization of ruminants: evidence from the ruminal microbiota transplant. *Microbiol Spectr*. 2022;10(4). doi:10.1128/spectrum.00446-22
- Cheng KJ, Forsberg CW, Minato H, et al. Microbial ecology and physiology of the rumen. In: Tsuda T, Sasaki Y, Kawashima R, editors. *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. Academic Press; 1991. p.595-624.
- Choct M, Dersjant-Li Y, McLeish J, et al. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2010;23(10):1386-98. doi:10.5713/ajas.2010.90222
- Columbus D, Lange C. Evidence for validity of ileal digestibility coefficients in monogastrics. *Br J Nutr*. 2012;108(S2):S264-72. doi:10.1017/S0007114512002334
- Dabbou S, Gai F, Biasato I, et al. Black soldier fly defatted meal as a dietary protein source for broiler chickens: Effects on growth performance, carcass traits, meat quality, and gut histology. *Animal*. 2018;12(3):640-47. doi:10.1017/S1751731117001479
- Daniel H. Molecular and integrative physiology of intestinal peptide transport. *Annu Rev Physiol*. 2004;66:361-84. doi:10.1146/annurev.physiol.66.032102.144149
- DiGiacomo K, Leury BJ. Regional differences in amino acid transport dynamics in the small intestine of rats: An in vivo analysis. *Br J Nutr*. 2019;132(10):1278-88. doi:10.1017/S0007114524002654
- Doreau M, Bauchart D, Chilliard Y. Enhancing fatty acid composition of milk and meat through animal feeding. *Anim Prod Sci*. 2011;51(1):19. doi:10.1071/an10043
- Drackley JK. Advances in understanding lipid requirements and utilization in dairy cattle. *Adv Anim Sci*. 2023;79-112. doi:10.19103/as.2022.0117.03
- Feng X, Prates L, Espinosa M et al. Dry heating, moist heating, and microwave irradiation of cold-climate-adapted barley grain—effects on ruminant-relevant carbohydrate and molecular structural spectral profiles. *J Anim Physiol Anim Nutr*. 2022;107(1):113-20. doi:10.1111/jpn.13708
- Fraser D. Can vitamin D be supplied from the large intestine? Preprints. 2024. doi:10.20944/preprints202410.0312.v1
- Freitas J, Takiya C, Valle T, et al. Ruminal biohydrogenation and abomasal flow of fatty acids in lactating cows fed diets supplemented with soybean oil, whole soybeans, or calcium salts of fatty acids. *J Dairy Sci*. 2018;101(9):7881-91. doi:10.3168/jds.2017-13666
- Fujihara T, Shem M. Metabolism of microbial nitrogen in ruminants with special reference to nucleic acids. *Anim Sci J*. 2011;82(2):198-208. doi:10.1111/j.1740-0929.2010.00871.x
- Gäbel G, Aschenbach JR, Müller F. Transfer of energy substrates across the ruminal epithelium: Implications and limitations. *Anim Health Res Rev*. 2002;3(1):15-30. doi:10.1079/ahrr200237
- Gao X, Oba M. Characteristics of dairy cows with a greater or lower risk of subacute ruminal acidosis: volatile fatty acid absorption, rumen digestion, and expression of genes in rumen epithelial cells. *J Dairy Sci*. 2016;99(11):8733-45. doi:10.3168/jds.2016-11570
- Gómez L, Posada S, Olivera M. Starch in ruminant diets: a review. *Rev Colomb Cienc Pecu*. 2016;29(2). doi:10.17533/udea.rccp.v29n2a01
- Guo L, Yao J, Cao Y. Regulation of pancreatic exocrine in ruminants and the related mechanism: the signal transduction and more. *Anim Nutr*. 2021;7(4):1145-51. doi:10.1016/j.aninu.2021.09.004
- Gül M, Tekçe E. Ruminantların beslenmesinde ADF ve NDF'nin önemi. *Atatürk Univ Vet Bil Derg*. 2014;9(1). doi:10.17094/avbd.34439
- Hafsan H, Maslan M, Masri M, et al. Pengaruh variasi media terhadap aktivitas fitase Burkholderia sp. strain HF.7. *Bionature*. 2019;20(1). doi:10.35580/bionature.v20i1.9759
- Han C, Guo Y, Cai X et al. Starch properties, nutrients profiles, in vitro ruminal fermentation and molecular structure of corn processed in different ways. *Fermentation*. 2022;8(7):315. doi:10.3390/fermentation8070315
- Harmon D, Swanson K. Review: nutritional regulation of intestinal starch and protein assimilation in ruminants. *Anim*. 2020;14:s17-28. doi:10.1017/s1751731119003136
- Herrera-Camacho J, Kú-Vera J, Quintal-Franco J, et al. Effects of the addition of polyunsaturated fatty acids on rumen degradation of dry matter and neutral detergent fibre of guinea grass (*Panicum maximum*) in Pelibuey sheep. 2000;99:99. doi:10.1017/s1752756200001009
- Hoover WH. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J Dairy Sci*. 1986;69(10):2755-66. doi:10.3168/jds.S0022-0302(86)80724-X
- Hristov A, Ropp J. Effect of dietary carbohydrate composition and availability on utilization of ruminal ammonia nitrogen for milk protein synthesis in dairy cows. *J Dairy Sci*. 2003;86(7):2416-27. doi:10.3168/jds.s0022-0302(03)73836-3
- Humer E, Schwarz C, Schedle K. Phytate in pig and poultry nutrition. *J Anim Physiol Anim Nutr*. 2014;99(4):605-25. doi:10.1111/jpn.12258
- Huntington GB, Eisemann J. 352 a century and a half of nitrogen and protein metabolism in ruminants. *J Anim Sci*. 2021;99(Suppl 3):196. doi:10.1093/jas/skab235.354
- Jiang H, Che D, Qin G, et al. Effects of dietary non-fiber carbohydrates on composition and function of gut microbiome in monogastrics: a review. *Protein Pept Lett*.

- 2017;24(5):432-41. doi:10.2174/0929866524666170223142452
- Kasotakis G, Whitmore C. Fat malabsorption in critical illness. *Nutr Clin Pract.* 2024;39(S1). doi:10.1002/ncp.11121
- Khan M, Bach A, Weary D, et al. Invited review: transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *J Dairy Sci.* 2016;99(2):885-902. doi:10.3168/jds.2015-9975
- Klopfenstein TJ. Improving soybean protein utilization by ruminants. In: Boerma HR, Specht JE, editors. *Soybeans: Improvement, production, and uses*. 3rd ed. Madison: ASA, CSSA, SSSA; 2004. p. 209-17. doi:10.1201/9780429267932-36
- Lascano G, Heinrichs AJ, Tricárico J. *Saccharomyces cerevisiae* live culture affects rapidly fermentable carbohydrates fermentation profile in precision-fed dairy heifers. *Can J Anim Sci.* 2015;95(1):117-27. doi:10.4141/cjas-2014-104
- López E, Prado S, Rotundo J et al. Unravelling the environmental drivers determining the residual fraction of soybean seed. *Crop Sci.* 2024;65(1). doi:10.1002/csc2.21406
- Łoś-Rycharska E, Kierasiewicz Z, Czerwionka-Szaflarska M. Medium chain triglycerides (MCT) formulas in paediatric and allergological practice. *Gastroenterol Rev.* 2016;4:226-31. doi:10.5114/pg.2016.61374
- Lönnerdal B. Dietary factors influencing zinc absorption. *J Nutr.* 2000;130(5 Suppl):1378S-83S. doi:10.1093/jn/130.5.1378
- Ma S, Faciola A. Impacts of slow-release urea in ruminant diets: a review. *Fermentation.* 2024;10(10):527. doi:10.3390/fermentation10100527
- Macêdo A, Costa-Campos A, Coutinho D, et al. Effect of the diet on ruminal parameters and rumen microbiota: review. *Rev Colomb Cienc Anim - Recia.* 2022;14(1):e886. doi:10.24188/recia.v14.n1.2022.886
- Marković J, Terzić D, Vasić T, et al. Degradability of legumes proteins in ruminant nutrition. *J Ethol Anim Sci.* 2019;2(2):000112.
- Martinez K, Hubert N, Frazier K, et al. Small intestine microbiota regulate host digestive and absorptive adaptive responses to dietary lipids. *Cell Host Microbe.* 2018;23(4):458-69.e5. doi:10.1016/j.chom.2018.03.011
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD et al. *Animal nutrition*. 7th ed. Harlow: Pearson; 2011.
- Mößeler A, Kamphues J. Black-box gastrointestinal tract—needs and prospects of gaining insights of fate of fat, protein, and starch in case of exocrine pancreatic insufficiency by using fistulated pigs. *Nutrients.* 2017;9(2):150. doi:10.3390/nu9020150
- Nguyen H, Alikat A, Lee D, et al. Developing high yielding soybean varieties with desirable carbohydrate fraction for enhancing nutrition. 2022. doi:10.21748/EQU9211
- Nikkhah A. Multisource starch for optimal rumen and ruminant integrity. *Adv Dairy Res.* 2015;03(04). doi:10.4172/2329-888x.1000e130
- Nozière P, Marty I, Loncke C, et al. Carbohydrate quantitative digestion and absorption in ruminants: from feed starch and fibre to nutrients available for tissues. *Anim.* 2010;4(7):1057-74. doi:10.1017/S1751731110000844
- Omer E, Chiodi C. Fat digestion and absorption: normal physiology and pathophysiology of malabsorption, including diagnostic testing. *Nutr Clin Pract.* 2024;39(S1). doi:10.1002/ncp.11130
- Owens FN. 356 anomalies of carbohydrate digestion and metabolism by ruminants. *J Anim Sci.* 2021;99(Suppl_3):196. doi:10.1093/jas/skab235.355
- Penner GB, Steele MA, Aschenbach JR et al. Ruminant Nutrition Symposium: Molecular adaptation of ruminal epithelial tissue to highly fermentable diets. *J Anim Sci.* 2011;89(4):1108-19. doi:10.2527/jas.2010-3378
- Pimentel P, Brant L, Lima A, et al. How can nutritional additives modify ruminant nutrition? *Rev Fac Cienc Agrar Uncuyo.* 2022;54(1):175-89. doi:10.48162/rev.39.076
- Præsteng K, Pope P, Cann I, et al. Probiotic dosing of *Ruminococcus flavefaciens* affects rumen microbiome structure and function in reindeer. *Microb Ecol.* 2013;66(4):840-9. doi:10.1007/s00248-013-0279-z
- Reece WO, Erickson HH, Goff JP, et al. , editors. *Dukes' physiology of domestic animals*. 13th ed. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2015.
- Rezaii F, Mesgaran M, Moussavi A. The effect of non-structural carbohydrate on in vitro first order disappearance kinetic of cellulose. *Proc Br Soc Anim Sci.* 2009;177:177. doi:10.1017/s1752756200030167
- Ribeiro D, Planchon S, Leclercq C, et al. Relative bioavailability of two organic and two inorganic zinc sources fed to sheep. *J Anim Sci.* 1995;73(5):1202-7. doi:10.2527/1995.7341202x
- Russell JB, Wilson DB. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? *J Dairy Sci.* 1996;79(8):1503-9. doi:10.3168/jds.S0022-0302(96)76510-4
- Russell JB, Muck R, Weimer P. Quantitative analysis of cellulose degradation and growth of cellulolytic bacteria in the rumen. *FEMS Microbiol Ecol.* 2009;67(2):183-97. doi:10.1111/j.1574-6941.2008.00633.x
- Santschi DE, Berthiaume R, Matte JJ, et al. Fate of supplementary B-vitamins in the gastrointestinal tract of dairy cows. *J Dairy Sci.* 2005;88(6):2043-54. doi:10.3168/jds.S0022-0302(05)72881-2
- Saylor B, Casale F, Sultana H, et al. Effect of microbial inoculation and particle size on fermentation profile, aerobic stability, and ruminal in situ starch degradation of high-moisture corn ensiled for a short period. *J Dairy Sci.* 2020;103(1):379-95. doi:10.3168/jds.2019-16831
- Schlattl M, Buffler M, Windisch W. Clay minerals affect the solubility of Zn and other bivalent cations in the digestive tract of ruminants in vitro. *Animals.* 2021;11(3):877. doi:10.3390/ani11030877
- Shastak Y, Pelletier W. The role of vitamin A in non-ruminant immunology. *Front Anim Sci.* 2023;4. doi:10.3389/fanim.2023.1197802

- Silva A, Queiroz A, Nascimento T, et al. Extractive fermentation of xylanase from *Aspergillus tamarii* URM 4634 in a bioreactor. *Appl Biochem Biotechnol*. 2014;173(7):1652-66. doi:10.1007/s12010-014-0953-8
- Soltan Y, Patra A. Ruminal microbiome manipulation to improve fermentation efficiency in ruminants. 2022. doi:10.5772/intechopen.101582
- Spears J. 139 ruminal microbiota mineral requirements to optimize performance on different diets. *J Anim Sci*. 2020;98(Suppl_3):139-40. doi:10.1093/jas/skaa054.243
- Spears JW. Trace mineral bioavailability in ruminants. *J Nutr*. 2003;133(5 Suppl 1):1506S-9S. doi:10.1093/jn/133.5.1506S
- Stock R. Acidosis in cattle. *Proc Thirty-Third Annu Conf Am Assoc Bovine Pract*. 2000;21-23 Sep, Rapid City, SD: 30-7. doi:10.21423/aabppro20005357
- Sundstøl F, Owen E. *Straw and other fibrous by-products as feed*. London: Elsevier Applied Science Publishers; 1984.
- Sureshkumar S, Song J, Sampath V, et al. Exogenous enzymes as zootechnical additives in monogastric animal feed: a review. *Agriculture*. 2023;13(12):2195. doi:10.3390/agriculture13122195
- Tamminga S. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. *J Anim Sci*. 1979;49(6):1615-30. doi:10.2527/jas1979.4961615x
- Tan Z, Murphy M. Ammonia production, ammonia absorption, and urea recycling in ruminants: a review. *J Anim Feed Sci*. 2004;13(3):389-404. doi:10.22358/jafs/67425/2004
- Tardiolo G, La Fauci D, Riggio V, et al. Gut microbiota of ruminants and monogastric livestock: An overview. *Animals*. 2025;15(5):758. doi:10.3390/ani15050758
- Tibbetts S, Fredeen A. Nutritional evaluation of whole and lipid-extracted biomass of the microalga *Scenedesmus* sp. AMDD for animal feeds: simulated ruminal fermentation and in vitro monogastric digestibility. *Curr Biotechnol*. 2017;6(3). doi:10.2174/2211550105666160906123939
- Trotta R, Swanson K. Prenatal and postnatal nutrition influence pancreatic and intestinal carbohydrase activities of ruminants. *Animals*. 2021;11(1):171. doi:10.3390/ani11010171
- Trotta RJ, Harmon DL, Matthews JC, et al. Nutritional and physiological constraints contributing to limitations in small intestinal starch digestion and glucose absorption in ruminants. *Ruminants*. 2022;2(1):1-26. doi:10.3390/ruminants2010001
- Underwood EJ, Suttle NF. *The mineral nutrition of livestock*. 3rd ed. Wallingford: CABI Publishing; 1999.
- Vargas J, Andrés S, López-Ferreras L, et al. Dietary supplemental plant oils reduce methanogenesis from anaerobic microbial fermentation in the rumen. *Sci Rep*. 2020;10(1). doi:10.1038/s41598-020-58401-z
- Van Soest PJ. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press; 1994. 476 p.
- Voelker J, Allen M. Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn: 2. effects on digestion and ruminal digestion kinetics in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*. 2003;86(11):3553-61. doi:10.3168/jds.s0022-0302(03)73960-5
- Wilkens M, Muscher-Banse A. Regulation of gastrointestinal and renal transport of calcium and phosphorus in ruminants: a review. *Animal*. 2020;14:s29-s43. doi:10.1017/s1751731119003197
- Zhang J, Gao Y, Lu Q, et al. Proteome changes in the small intestinal mucosa of growing pigs with dietary supplementation of non-starch polysaccharide enzymes. *Proteome Sci*. 2016;15(1):3. doi:10.1186/S12953-016-0109-6
- Zurak D, Kljak K, Aladrović J. Metabolism and utilisation of non-protein nitrogen compounds in ruminants: a review. *J Cent Eur Agric*. 2023;24(1):1-14. doi:10.5513/jcea01/24.1.3645

KARBONHİDRAT METABOLİZMASI

Hıdır GÜMÜŞ¹

1. Giriş

Metabolizma, biyolojik sistemlerdeki kimyasal reaksiyonların toplamını tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Bu reaksiyonlar, biyolojik sistemlerin zaman içinde çevresel uyarılara yanıt vermesini yani canlı kalmasını sağlar. Geleneksel olarak metabolizma; katabolizma ve anabolizma diye ikiye ayrılır. Katabolizma, enerji elde etmek için organik maddelerin parçalanma sürecini; anabolizma ise, enerji taşıyan molekülleri kullanarak organik maddelerin sentez sürecini kapsar. Parçalanma ve sentez içeren metabolik dönüşüm (*Metabolic transformation*) ise belirli bir sırada düzenlenmiş bir dizi enzim katalizli reaksiyonlarla gerçekleşir. Metabolik yollar (*Metabolic pathway*) olarak da bilinen bu reaksiyonlar bir öncül maddeyi veya başlangıç bileşiğini belirli bir son ürüne çevirir. Metabolik yollar; katabolik, anabolik ve amfibolik olmak üzere üçe ayrılır. Katabolik yollarda orijinal substratlar daha basit bileşiklere dönüştürülür. Enerji üretiminde rol oynayan oksidatif reaksiyonları içerir bu nedenle ekzergoniktirler ($-\Delta G$). Elde edilen kimyasal enerji adenozin trifosfat (ATP) formunda tutulur. Bu reaksiyonlara gliko-

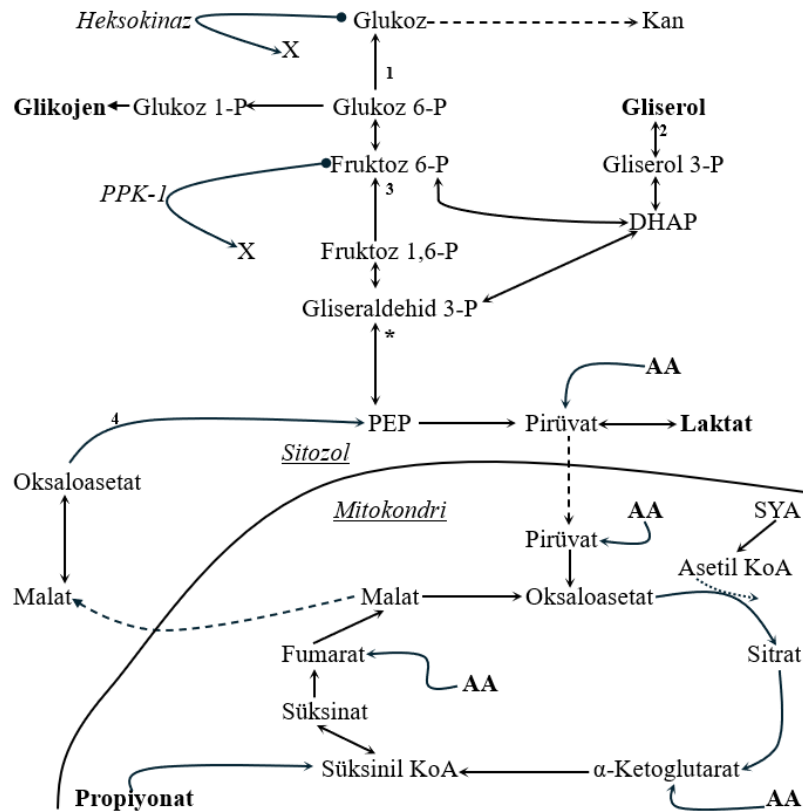
litik ve yağ asidi oksidasyon yolları örnek olarak verilebilir. Anabolik reaksiyonlar, bir dizi endergonik reaksiyonu takiben ($+\Delta G$) başlangıçtaki substrattan daha kompleks kimyasal ürünlerin sentezini sağlayan reaksiyonlardır ve bu reaksiyonlar yalnızca ekzergonik reaksiyonlarla birleştiğinde ilerleme sağlayabilir. Yağ asidi ve kolesterol sentez yolları örnek olarak verilebilir. Amfibolik yollar ise hücrelerin ihtiyaçlarına bağlı olarak hem anabolik hem de katabolik yolları kapsar. Oksidasyon yoluyla substratları parçalarken aynı zamanda oluşan bileşikler yeni sentezde kullanılabilecek metabolitleri üretebilir. Krebs döngüsü bu yollara örnek olarak verilebilir. Metabolik döngüler (*Metabolic cycles*), substratın sürekli olarak yeniden oluşturulduğu ve ara metabolitlerin sürekli olarak yeniden ürettiği bir dizi reaksiyonu kapsar.

Karbonhidratların metabolizması ise kompleks CHO'ların enzimatik hidrolizi sonucu serbest şekerlerin (monosakkaritler ve disakkaritler) oluşumunu ve emilmesini içeren sistematik bir yoldur. Ruminant olmayan hayvanlarda, nişasta ve glikojenin ince bağırsakta sindirilmesi sonucu glikoz oluşur; buna karşın lifler kalın

¹ Doç. Dr. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, hgumus@mehmetakif.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-7077-1036

Diğer metabolik yollarda olduğu gibi glukoneojenezisin de hayvanların fizyolojisinde ve beslenmesinde önemi vardır. Düşük karbonhidratlı diyetlerde/yüksek glukoz ihtiyacında ve

laktasyon dönemlerinde glukoz homeostazisinin devamlılığını sağlar. Glukoneojenezisin genel oluşum sistematik diyagramı şekil 9’da özetlenmiştir.



PPK-1: Fosfofruktokinaz-1, DHAP: Dihidroksiaseton, PEP: Fosfoenolpiruvat, SYA: Serbest yağ asitleri AA: Aminoasit. Glukoneojeneziste kullanılan enzimler. 1: Glikoz 6-fosfataz, 2: Gliserol kinaz, 3: Fruktoz 1,6-bifosfataz, 4: Fosfoenolpiruvat karboksikinaz. *Fosfoenolpiruvat; 4 adımda glikolizis enzimleri tarafından tersiner reaksiyonu ile gliseraldehid 3-P'a kadar metabolize olur.

Şekil 9. Pirüvat, laktat, gliserol ve aminoasitlerin glukoneojenezis için genel sistematik diyagramı

KAYNAKLAR

- # KAYNAKLAR
- Belanche A, Bannink A, Dijkstra et al. Feed additives for methane mitigation: A guideline to uncover the mode of action of antimethanogenic feed additives for ruminants. *Journal of Dairy Science*. 2025;108:375-394.
- Blanco A, Blanco G. *Medical Biochemistry*. 2nd ed. UK: Elsevier; 2022.
- Engelking LR. *Textbook of Veterinary Physiological Chemistry*. 2nd ed. USA: Elsevier; 2011.
- Houtert MFJ. The production and metabolism of volatile fatty acids by ruminants fed roughages: A review. *Animal Feed Science and Technology*. 1993;43:189-225.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD et al. *Animal Nutrition*. 8th ed. Harlow, England: Pearson; 2022.
- Millen DD, Arrigoni MB, Pacheco RDL. Rumenology. Switzerland. Springer; 2016.
- Moldakozhayev A, Gladshv VN. Metabolism, homeostasis, and aging. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 2023;34:159-169.
- Pereira AM, Dapkevicius MLN, Borba AES. Alternative pathways for hydrogen sink originated from the ruminal fermentation of carbohydrates: Which microorganism are involved in lowering methane emission? *Animal Microbiome*. 2022;4(1):5.
- Peter RC, Ellen, SD. *Comparative Animal Nutrition and Metabolism*. CABI; 2010.
- Saha SK, Pathak NN. *Fundamentals of Animal Nutrition*. Singapore: Springer; 2021.

- Sukphun P, Sittijunda S, Reungsang A. Volatile fatty acid production from organic waste with the emphasis on membrane-based recovery. *Fermentation*. 2021; 7:159.
- Tao Y, Bu C, Zou L et al. A comprehensive review on microbial production of 1,2-propanediol: micro-organism, metabolic pathways, and metabolic engineering. *Biotechnology for biofuels*. 2021;14:216.
- Ungerfeld EM. Metabolic hydrogen flows in rumen fermentation: Principles and Possibilities of Interventions. *Frontiers Microbiology*. 2020; 11:589.
- Wang K, Xiong B, Zhao X. Could propionate formation be used to reduce enteric methane emission in ruminants? *Science of the Total Environment*. 2023;855:158867.
- Wu G. *Principles of Animal Nutrition*. Taylor & Francis Group. New York, USA. 2018

PROTEİN METABOLİZMASI

Çağrı KALE¹
Şirin Duygu YEŞİL²

1. Tek Midelilerde Protein Metabolizması

Tek midelilerde proteinlerin sindirimi ilk olarak midede başlar. Daha sonra ince bağırsağın üst bölümünde sindirim devam eder. Mide ve bağırsak mukozalarından ve pankreastan salgılanan enzimler vasıtasıyla sindirim gerçekleşir. Enzimler aracılığıyla proteinler önce peptitlere ve ardından da en küçük yapı taşları olan aminoasitlere (AA) dönüştürülür.

Proteolitik Enzimler

Yem proteinleri, sindirim kanalında proteazlar (proteinazlar veya peptidazlar) vasıtasıyla yapı taşlarına ayrılırlar. Hidrolitik enzimler olarak bilinen proteazlar, etkili oldukları yerlere göre; endopeptidazlar ve ekzopeptidazlar olmak üzere iki grupta incelenirler. Protein sindiriminde görev alan enzimlerin hepsi inaktif formda üretilirler. İnaktif formdaki bu enzimlere proenzim veya zimojen adı verilir. Zimojenler; enzimatik bir reaksiyon sonucu kopan bir peptide bağlı olarak aktifleşirler.

Endopeptidazlar: Proteinazlar olarak da adlandırılan bu enzimler içerisinde; pepsin, tripsin, kimotripsin gibi enzimler yer almaktadır. Bu enzimler peptid zincirlerini farklı bölümlerinden ayırırlar. Endopeptidazlar; uzun zincirin orta kısmına etki ederler ve böylece daha kısa zincirli peptidler meydana gelir. Zincirin ayrılma bölümleri AA kalıntılarına göre belirlenir. Tripsin enzimi lizin ve arjinin bileşiğini parçalarken, pepsin enzimi ise fenilalanin ve tirozin kalıntılarını parçalar. Endopeptidazlar, inaktif olan ön aşamaların meydana gelmesinde etkilidirler. Örneğin pepsin; midede salgılanan ve inaktif olan pepsinojenin hidroklorik asit varlığında aktifleşen formudur. Sınırlı etkiye sahip olan pepsin; fenilalanin, triptofan, tirozin, glutamik asit ve aspartik asite etki eder. Diğer endopeptidazlardan olan tripsinin inaktif formu tripsinojen iken, kimotripsininki ise kimotripsinojendir. Tripsinojen ve kimotripsinojen pankreastan salgılanan endopeptidazlardır. Tripsinojenin aktif hale gelmesi bağırsaklardaki endopeptidazlarla başlar

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, cagrikale@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-1918-6346.

² Arş. Gör., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, duyuguyesil@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-9384-7416.

Bu durum süt ineklerinin döl verim performansını etkiler. Fazla miktarda protein alımı BUN ve MUN ile belirlenir. Bu seviyenin 19 mg/dL olması fazla olduğunu gösterir. Ayrıca ruminant beslemede kullanılan rasyonun kuru maddesinde %19 veya daha fazla HP bulunması, doğurganlık oranını düşürür. Fazla miktarda HP alınması durumunda metabolizmada oluşan, aşırı azotun atılması için enerjiye gereksinim duyulur. Bu durum enerji dengesinde problem yaratarak ovulasyonu geciktirerek fertilite problemi oluşturur.

Atlarda fazla protein, büyümede gerileme ve asidozise sebep olur. Asit-baz dengesi bozulur, ısı oluşumuna yol açar. Ortamda üre miktarının artması ile NH_3 artar, bu durum beraberinde solunum sistemi problemine neden olur.

KAYNAKLAR

- Bach A, Calsamiglia S, Stern MD. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*. 2005;88(1):1–10.
- Baldwin RL, Donovan KC. Modeling ruminant digestion and metabolism. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 1998;445: 325-43. doi: 10.1007/978-1-4899-1959-5_21.
- Bergen WG. Postprandial digestion and absorption of nitrogenous components. *Federation Proceedings*. 1978; 37(5):1223–1227.
- Bolat D, Coşkun B, Baytok E ve ark. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. Van: Üniversite Kitapevi; 1996.
- Broderick GA, Clayton MK. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *Journal of Dairy Science*. 1997; 80(11):2964–2971. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76261-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76261-2)
- Buttery PJ. Hormonal control of protein deposition in animals. *Proceedings of the Nutrition Society*. 1983; 42:137–148.
- Chase LE. Understanding Nitrogen Utilization in Dairy Cattle. United States Department of Agriculture. 2007.
- Clark JH, Klusmeyer TH, Cameron MR. Microbial protein synthesis and flow of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1992;75(8):2304–2323.
- Craig WM, Broderick GA, Ricker DB. Quantification of microorganisms associated with the particulate phase of ruminal ingesta. *Journal of Nutrition*. 1987;117(1):56–62.
- Dewhurst RJ, Newbold JR. Amonyak konsantrasyonunun in vitro rumen mikrobiyal protein üretimi üzerindeki etkisi. *British Journal of Nutrition*. 2022;127(6):847–849. <https://doi.org/10.1017/S000711452100458X>.
- Ergün A, Çolpan İ, Yıldız G ve ark. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. Ankara: Elma Yayınevi; 2020. p.765.
- Hackmann TJ, Firkins JL. Maximizing efficiency of rumen microbial protein production. *Frontiers in Microbiology*. 2015; 15: (6):465. doi: 10.3389/fmicb.2015.00465.
- Hailemariam S, Zhao S, Yue HJ, et al . Urea transport and hydrolysis in the rumen: A review: *Animal Nutrition*. 2021; 14:7(4):989–996. doi: 10.1016/j.aninu.2021.07.002.
- Hedqvist H. Metabolism of soluble proteins by rumen microorganisms and the influence of condensed tannins on nitrogen solubility and degradation. 2004; 501.
- Hoover WH, Miller TK. Rumen digestive physiology and microbial ecology. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 1991;7(2):311-325. doi: 10.1016/s0749-0720(15)30801-x.
- Huntington GB, Archibeque SL. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. *Journal of Animal Science*. 2000;77:1–11. <https://doi.org/10.2527/jas2000.00218812007700ES0047x>.
- Kılıç A. Hayvan Besleme, Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri. Ankara: TÜBİTAK; 1985.
- Kim DH, McLeod KR, Klotz JL, et al. Evaluation of a rapid determination of fasting heat production and respiratory quotient in Holstein steers using the washed rumen technique. *Journal of Animal Science*. 2014; 91:4267–4276.
- Lapierre H, Lobley GE. Nitrogen recycling in the ruminant: A review. *Journal of Dairy Science*. 2001; 84:E223–E236. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70222-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70222-6).
- Loosli JK, McDonald IW. Non-protein nitrogen in the nutrition of ruminants. 1968; p.94.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, et al. *Animal Nutrition*. 8th ed. Pearson Education Limited. 2011; 752.
- Membrive CB. Rumenology. Millen DD, Arrigoni MDB, Pacheco RDL (eds). In: *Anatomy and Physiology of the Rumen*. New York: Springer; 2016. p. 1–38. doi:10.1007/978-3-319-30533-2_1.
- National Research Council, Committee on Animal Nutrition, & Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. Nutrient requirements of dairy cattle. *National Academies Press*. 2001.
- National Research Council. Nutrient requirements of beef cattle. 8th ed. *National Academies Press*, 2016.
- Özbilgin A, Kara K. Protein ve Metabolizması., Kara K (ed.) *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları içinde*. Ankara: Akademisyen Yayınevi; 2024. p. 41-62.
- Özel OT, B. Sarıççek Z. Ruminantlarda Rumen Mikroorganizmalarının Varlığı Ve Önemi. *Tübvav Bilim Dergisi*. 2009; 2 (3): 277-285.
- Paz HA, Klopfenstein TJ, Hostetler D, et all. Ruminal degradation and intestinal digestibility of protein and amino acids in high-protein feedstuffs commonly used in

- dairy diets. *Journal of Dairy Science*. 2014; 97:6485–6498 <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8108>.
- Pourazad P, Khiaosa-ard R, Kumar M. Transient feeding of a concentrate-rich diet increases the severity of subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *Journal of Animal Science*. 2015; 94(2), 726-738.
- Prins RA, Van Rheenen DL, Van Klooster AT. Characterization of microbial proteolytic enzymes in the rumen. *Antonie van Leeuwenhoek*. 1983;49(6):585–595. doi: 10.1007/BF00399852.
- Puggaard L, Kristensen NB, Sehested J. Effect of decreasing dietary phosphorus supply on net recycling of inorganic phosphate in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2011;94(3):1420–1429.
- Putri EM, Zain M, Warly L, et al. Effects of rumen-degradable-to-undegradable protein ratio in ruminant diet on in vitro digestibility, rumen fermentation, and microbial protein synthesis. *Veterinary World*. 2021;14(3):640–648. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.640-648>.
- Ørskov ER. *Protein Nutrition in Ruminants*. Academic Press; 1992. p. 160.
- Samson H, Zhao S, He Y, et al. Urea transport and hydrolysis in the rumen: A review. *Animal Nutrition*. 2021;7(4):989–996. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.07.002>.
- Storm AC, Kristensen NB, Røjen BA, et al. Technical note: A method for quantification of saliva secretion and salivary flux of metabolites in dairy cows. *Journal of Animal Science*. 2014;91(12):5769–5774.
- Şenel HS. *Hayvan Besleme*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları; 1986.
- Tapio I, Snelling TJ, Strozzi F, et al. The ruminal microbiome associated with methane emissions from ruminant livestock. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2017;8(1):7. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0141-0>.
- Uddin MJ, Khandaker ZH, Jasimuddin Khan M, et al. Dynamics of microbial protein synthesis in the rumen – a review: *Annals of Veterinary and Animal Science*. 2015;2(5):116–131.
- Van Soest PJ. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, 1994; 476.

YAĞ METABOLİZMASI

Eren KUTER¹

1. Giriş

Yağlar hayvanlar tarafından diyet ile alınan enerjinin metabolizmada değerlendirilemeyen kısmının temel depo şeklidir. Metabolik süreçlerde birçok önemli işlevi bulunan yağlar uzun süreli enerji rezervi olarak kabul edilmektedir. Birim ağırlık başına karbonhidrat ve proteinlere kıyasla çok daha yüksek düzeyde enerji içermektedir. Enerji homeostazı, termoregülasyon, besin maddelerinin emilimi, hormon sentezi ve membran akışkanlığı gibi hayati süreçlere önemli katkıları bulunmaktadır.

Yağların vücutta depolanma bölgeleri hayvan türleri arasında farklılık göstermektedir. Memelilerin büyük bölümünde karın içi (visceral) ve karın çevresinde deri altı (subkutan) şekilde depo edilmektedir. Aynı familya içerisinde yer alan balinalarda ise temel depo yeri baş bölgesidir. Amfibilerde ayak bölgesi ya da sürüngenlerde kuyruk yağların farklı depo yerlerine örnek olarak gösterilebilir. Hayvan vücudunda yağ doku dışında karaciğer, iskelet kası ve pankreas gibi dokularda da görece daha düşük miktarda yağ bulunmakta ve gerekli hallerde kullanılmaktadır.

Yağlar enerji ve bazı biyolojik özellikler bakımından diğer besin maddelerine kıyasla birtakım avantajlara sahiptir. Yağlar 9 kcal/g (37,7 kJ) enerji içerikleri ile karbonhidratlar ve proteinlere kıyasla yaklaşık 2-2,25 kat daha fazla enerji içermektedir. Bu yönden bakıldığında özellikle uzun süreli efor, açlık ve laktasyon gibi metabolizmayı zorlayan süreçlerde hayvanlara avantaj sağlamaktadır.

Bu bölümde yağların yapısı, sindirimi, emilimi, taşınması, sentezi ve yıkımlanmasına ilişkin metabolik süreçler türler arasındaki farklar sunulurken ele alınmıştır.

2. Yağların Yapısı ve Sınıflandırılması

Hayvansal organizmada en yaygın bulunan lipit çeşidi triasilgliseroldür. Üç adet yağ asidinin bir gliserol molekülüne bağlanması ile meydana gelen trigliseritler (Şekil 1) genellikle adipositlerde depo edilmektedir. Trigliseritler hidrofobik yapıları nedeniyle suda çözünmezler. Bu sebeple organizmadaki taşınmaları lipoproteinler aracılığı ile gerçekleşmektedir. Trigliseritin bileşeni olan gliserol biyokimyasal olarak üç karbonlu bir alkol ($C_3H_8O_3$) yapısındadır ve her karbon atomu

¹ Doç. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, ekuter@mehmetakif.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-4536-9058

riever gibi bazı köpek ırkları proopiomelanocortin (POMC) genindeki değişimler nedeni ile daha iştahlı ve yağ birikimi eğilimine sahiptir. Benzer şekilde süt ineklerinde süt yağı üzerine etkili olan DGAT 1 geninin mutasyonu sonucun-

da sütün yağ düzeyi doğrudan etkilenebilmektedir. Hayvan yetiştiriciliğinde genetik seleksiyon yöntemi ile bu özelliklerin avantajlı şekilde kullanılması sağlanabilmektedir. Ancak vücutta aşırı yağ depolanmasının bazı sağlık sorunlarını da beraberinde getirebileceği unutulmamalıdır.

Tablo 7. Yağ metabolizmasında görevli hormon ve enzimlere ilişkin bazı bilgiler

Düzenleyici	Salınım yeri	Etkisi
Hormonlar		
İnsülin	Pankreas β hücreleri	Lipogenez $\uparrow$, yağ asidi sentezi $\uparrow$, glukozun trigliseride dönüşümü $\uparrow$, lipoliz $\downarrow$
Glukagon	Pankreas α hücreleri	Lipoliz $\uparrow$, karaciğerde yağ asidi oksidasyonu $\uparrow$
Adrenalin	Adrenal medulla	Lipoliz $\uparrow$
Kortizol	Adrenal korteks	Glukoneogenez $\uparrow$, lipoliz $\uparrow$, lipogenez $\downarrow$
Leptin	Adipositler	Enerji kullanımı $\uparrow$, lipoliz $\uparrow$, iştah $\downarrow$
Tiroid hormonları	Tiroid bezi	Bazal metabolizma hızı $\uparrow$, yağ oksidasyonu $\uparrow$
Büyüme hormonu	Hipofiz ön lobu	Lipoliz $\uparrow$, lipogenez $\downarrow$
Enzimler		
Pankreatik lipaz	Pankreas asiner hücreleri	Trigliserit $\rightarrow$ monogliserit + serbest yağ asitleri
Hormon duyarlı lipaz	Adiposit sitoplazması	Lipoliz
Lipoprotein lipaz	Kapillar endotel	Şilomikron ve VLDL'deki trigliseritleri hidrolize eder
Asetil KoA karboksilaz	Hepatosit sitozolü	Asetil-KoA $\rightarrow$ Malonil-KoA (yağ asidi sentezinin ilk adımı)
Yağ asidi sentaz	Karaciğer, yağ doku	Malonil-KoA'dan uzun zincirli yağ asitlerinin sentezi
Monoasilgliserol lipaz	İnce bağırsak ve hepatositler	MAG $\rightarrow$ Gliserol + serbest yağ asidi
Karnitin palmitoil transferaz	Mitokondri dış membranı	Yağ asitlerini mitokondriye taşır (β -oksidasyon için)

$\uparrow$ = arttırıcı etki, $\downarrow$ =azaltıcı etki

Veteriner hekimlikte genetik testler kalıtsal hastalıkların belirlenmesi yanında metabolik özelliklerin bir göstergesi olarak da kullanılabilir. Söz konusu testler damızlık seçimi ve obezite yönetimi gibi konular yanında besleme planlamasında da kullanım alanı bulmaya başlamıştır. Besleme ile genetiğin ilişkisinin birlikte ele alındığı nutrigenomik alanı özellikle bireysel diyet formülasyonları için önemli bir gelişim potansiyeline sahiptir.

Sonuç olarak genetik etmenler hayvanlarda yağ metabolizmasının tüm aşamalarında önemli rol oynamaktadır. Hayvan yetiştiriciliği, verim düzeyi, hastalık yönetimi ve fertilité gibi işletmelerin ekonomisini doğrudan etkileyen etmenlerin genetik analizler ışığında planlanmış bes-

leme yöntemleri kullanılarak düzenlenebileceği ön görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Baltic B, Starcevic M, Dorcevic J, et al. Importance of medium chain fatty acids in animal nutrition. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2017; 85: 012048. doi:10.1088/1755-1315/85/1/012048
- Bergen WG, Mersmann HJ. Comparative aspects of lipid metabolism: impact on contemporary research and use of animal models. *Recent Advances in Nutritional Sciences*. 2005;135(11): 2499-2502. doi: 10.1093/jn/135.11.2499
- Birsoy K, Festuccia WT, Laplante M. A comparative perspective on lipid storage in animals. *Journal of Cell Science*. 2013;126: 1541-1552. doi: 10.1242/jcs.104992
- Chahal US, Niranjana PS, Kumar S. *Handbook of General Animal Nutrition* (1st edition). India: International Book Distributing Co.; 2008.

- Cheeke PR, Dierenfeld ES. *Comparative Animal Nutrition and Metabolism*. (1st edition). UK: Cambridge University Press; 2010.
- Chiba LI. *Animal Nutrition Handbook*. (2nd revised edition). Wordpress; 2009.
- Christie WW, Bell AW, Harfoot CG, et al. *Lipid Metabolism in Ruminant Animals* (1st edition). UK: Pergamon Press; 1981.
- Emery RS, Herdt TH. Lipid nutrition. *Veterinary Clinics of North America*. 1991;7(2): 341-352.
- Estrada-Luna D, Ortiz-Rodriguez MA, Medina-Briseno L, et al. Current therapies focused on high-density lipoproteins associated with cardiovascular disease. *Molecules*. 2018;23: 2730. doi: 10.3390/molecules23112730
- Fails AD, Magee C. *Anatomy and Physiology of Farm Animals*. (8th edition). USA: Wiley & Sons Inc.; 2018.
- Fascetti AJ, Delaney SJ. *Applied Veterinary Clinical Nutrition*. (1st edition). USA: Wiley & Sons Inc.; 2012.
- Hiller B. Recent developments in lipid metabolism in ruminants – the role of fat in maintaining animal health and performance. *Animal Production Science*. 2014;54: 1549-1560. doi: 10.1071/AN14555
- Jenkins TC. Regulation of lipid metabolism in the rumen. *The Journal of Nutrition*. 1994;124(Supplement 8): 1372S-1376S. doi:10.1093/jn/124.suppl_8.1372S.
- Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. (6th edition). USA: Academic Press; 2008.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, et al. *Animal Nutrition* (7th edition). UK: Pearson; 2010.
- Murray RK, Bender DA, Kennelly PJ, et al. *Harper's Illustrated Biochemistry* (28th edition). USA: The McGraw-Hill Companies; 2009.
- Nafikov RA, Beitz DC. Carbohydrate and lipid metabolism in farm animals. *The Journal of Nutrition*. 2007; 137(3): 702-705. doi:10.1093/jn/137.3.702.
- Nguyen P, Leray V, Diez M, et al. Liver lipid metabolism. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2008;92: 272-283. doi: 10.1111/j.1439-0396.2007.00752.x
- Olsen L, Thum E, Rohner N. Lipid metabolism in adaptation to extreme nutritional challenges. *Developmental Cell*. 2021;56: 1417-1429. doi: 10.1016/j.devcel.2021.02.024.
- Pond WG, Church DB, Pond KR, et al. *Basic Animal Nutrition and Feeding*. (5th edition). USA: Wiley & Sons Inc.; 2004.
- Reece WO, Erickson HH, Goff JP, et al. *Dukes's Physiology of Domestic Animals*. (13th edition). USA: Wiley & Sons Inc.; 2015.
- Schenck PA. Lipid metabolism. Pibot P, Biourge V, Elliott DA. (Ed.) *Encyclopedia of Feline Clinical Nutrition*. Italy: Diffo Print; 2009.
- Schenck PA. Lipid metabolism. Pibot P, Biourge V, Elliott DA. (Ed.) *Encyclopedia of Canine Clinical Nutrition*. Italy: Diffo Print; 2008.
- Sjaastad OV, Sand O, Hove K. *Physiology of Domestic Animals*. (2nd edition). Norway: Scandinaavian Veterinary Press; 2010.
- Vernon RG, Flint DJ. Lipid metabolism in farm animals. *Proceedings of the Nutrition Society*. 1988;47: 287-293. doi: 10.1079/PNS19880046
- Wu G. *Principles of Animal Nutrition*. (1st edition). USA: Taylor & Francis; 2018

SİNDİRİLEBİLİRLİĞİN BELİRLENMESİ VE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Oğuzhan KAHRAMAN¹
Tahir BALEVİ²

1. Giriş

Günümüzde hızla büyüyen dünya nüfusunun hayvansal gıda ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla bir taraftan yem üretim kapasitesinin genişletilmesi yönünde çalışmalar devam ederken öte taraftan kullanılan yem kaynaklarının daha verimli şekilde kullanılması konusu üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Hayvansal üretimden beklenen verimin en ekonomik şekilde elde edilebilmesi için yedirilen yemlerin özelliklerinin detaylı olarak bilinmesi gerekmektedir. Bu özelliklerden yemlerin sindirilebilirlik düzeyinin bilinmesi hayvan türüne göre ideal hammadde-lerin seçimine yardımcı olmaktadır. Sindirilebilirlik oranlarını bilmeden sadece besin maddelerince zengin yemleri seçmek, ekonomik üretim ile birlikte hayvan sağlığını da tehlikeye atabilir. Ayrıca, sindirilebilirlik düzeylerinin bilinmesi durumunda rasyon ve diyetler formüle edilirken kullanılan bileşenlere benzer değerler taşıyan yeni alternatif yem maddelerinin kullanılması da mümkün olabilir.

Hayvan beslemede sindirilebilirlik bir bileşenin hayvan tarafından sindirilme, emilme ve değerlendirilme potansiyelini ifade eden faktördür. Üretilen yemin veya hazırlanan rasyon ve diyetlerin sindirilebilirlik değerlerinin bilinmesi verim, karlılık ve hayvan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Bundan dolayı hem yem pazarındaki hem de bilimsel araştırmalardaki yenilik ve gelişmeleri takip ederek yem bileşenlerinin sindirilebilirliği konusunda güncel kalmak, üretimi optimize etmenin ve maliyetleri düşürmenin en iyi yoludur. Çeşitli yöntemlerle sindirilebilirliğin belirlenmesi yemlerin enerji, protein ve diğer besin maddelerinin etkinliğini belirlemeyi ve hayvan besleme stratejilerinin oluşmasını sağlar.

Yem kompozisyonunda yer alan besinsel öğeler olan karbonhidratlar, lipitler ve proteinler, hayvansal organizmalarda hücresel yapı elemanları ve enerji üretim kaynakları olarak işlev görürler. Bu organik besin bileşenleri küçük yapısal birimlerin bir araya gelmesiyle oluşmuş karmaşık moleküler yapılardır. Yemlerdeki be-

¹ Doç. Dr. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, vetoguzhan90@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-9315-5276

² Prof. Dr. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü/Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, tbalevi@selcuk.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-8830-9170

Kaba yemlerin çok fazla küçültülmesi, yemin rumenden geçiş hızını artırarak yem tüketimini yükseltse de sindirimi düşürmektedir. Kaba yemlerin yuvarlak veya kare kesitli bloklar halinde sıkıştırılarak pelet haline getirilmesi sindirilebilirlik üzerinde çok az etkiye sahiptir. En ağır işlem olan ince öğütme, kaba yemlerin sindirilebilirliği üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Azaltılmış parçacık boyutları nedeniyle öğütülmüş yemler rumenden uzun veya kıyılmış materyallere göre daha hızlı geçer. Sonuç olarak lifli bileşenler daha az fermente olur. Kaba yemlerin öğütülmesi lif sindirilebilirliğini %20'ye kadar, toplam kuru madde sindirilebilirliğini ise %5-15 oranında azaltabilir. Bu azalma genellikle doğal olarak düşük sindirilebilirliğe sahip kaba yemlerde en üst düzeydedir ve yüksek besleme seviyelerinde daha da belirgin hale gelir. Çünkü kaba yemleri öğütme, geçiş hızını artırıp sindirilebilirliği azaltırken aynı zamanda yem tüketimini de artırır.

Isıl işlem ve buharlı basınç: Bu işlemler peletleme, flake haline getirme ve ekstrüzyon gibi uygulamaların temelini oluşturur. Genel olarak bu yöntemler yemlerde sindirilebilirliği artırarak hayvanların büyüme performansını ve yemden yararlanma oranını iyileştirmeyi hedefler. Isıl işlem ve buhar uygulamaları yemlerin sindirilebilirliğini artırarak hayvanların besin maddelerinden daha fazla faydalanmasını sağlar. Isıl işlem yemlerde bulunan ve sindirimi engelleyen enzim inhibitörlerini etkisiz hale getirerek proteinlerin daha verimli bir şekilde sindirilmesine yardımcı olur. Nişasta içeren yemlere buhar uygulaması, nişastanın jelatinizasyonunu sağlayarak özellikle kedi ve köpeklerde sindirilebilirliği artırır. Bununla birlikte, aşırı ısı işlem proteinlerin denatürasyonuna, esansiyel amino asitlerin kaybına ve vitaminlerin (özellikle B ve C vitaminleri) bozulmasına neden olur. Isıl işlem sırasında antinutrisyonel faktörler (örneğin, tripsin inhibitörleri) etkisiz hale getirilebilirken, bazı durumlarda Maillard reaksiyonu gibi istenmeyen kimyasal değişiklikler oluşabilir ve besin

maddelerinin biyoyararlanımı olumsuz etkilenir. Bu nedenle, yemlerde ısı işlemin doğru sıcaklık ve süre ile uygulanması besin değerini korumak için kritik öneme sahiptir.

KAYNAKLAR

- Arik HD, Inanc ZS, Kahraman O, Damar S, Akkaya AB. Effects of quebracho tannin supplementation in early lactation dairy cow rations on milk yield parameters, rumen fermentation, digestibility and blood parameters. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 2024; 33(3): 321-330.
- Atchade GST, Houndonougbo FM, Chrysostome CAAM, et al. Digestibility of feeds in broiler chicken (*Gallus gallus linnaeus*, 1758) in Africa: a review. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2019; 13(2): 1127-1139. doi: 10.4314/ijbcs.v13i2.43
- Camacho LF, Silva TE, Palma MNN, et al. Evaluation of buffer solutions and urea addition for estimating the in vitro digestibility of feeds. *Journal of Animal Science*; 2019; 97(2): 922-931. doi:10.1093/jas/sky464.
- Dida MF, Challi DG, Gangasahay KY. Effect of feeding different proportions of pigeon pea (*Cajanus cajan*) and neem (*Azadirachta indica*) leaves on feed intake, digestibility, body weight gain and carcass characteristics of goats. *Veterinary and Animal Science*. 2019; 8, 100079. doi: 10.1016/j.vas.2019.100079
- Fonnesbeck PV, Christiansen JL, Harris LE. Factors affecting digestibility of nutrients by sheep. *Journal of Animal Science*. 1981; 52(2): 363-376. doi: 10.2527/jas1981.522363x
- Gilani GS, Xiao CW, Cockell KA. Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. *British Journal of Nutrition*. 2012; 108(S2): 315-332. doi: 10.1017/S0007114512002371
- Gülşen N, Umucalılar HD. Buzağların Beslenmesi ve Beslenme Hastalıkları. Konya, S.Ü. Basımevi, 2009; 1-106.
- Gülşen N, Umucalılar HD, İnal F, Hayirli, A. Impacts of calcium addition and different oil types and levels on in vitro rumen fermentation and digestibility. *Archives of Animal Nutrition*, 2006; 60(6), 443-453. doi:10.1080/17450390600973634
- Hall MB, Mertens DR. In vitro fermentation vessel type and method alter fiber digestibility estimates. *Journal of Dairy Science*. 2008; 91(1): 301-307. doi: 10.3168/jds.2006-689
- Jones PL, De Silva SS, 1998. Comparison of internal and external markers in digestibility studies involving the Australian freshwater crayfish, *Cherax destructor* Clark (Decapoda, Parastacidae). *Aquaculture Research*. 1998; 29: 487-493. doi: 10.1046/j.1365-2109.1998.00231.x
- Kahraman O, Gülşen N, İnal F, Alataş MS, Inanc ZS, Ahmed I, Şişman D, Küçük, AE. (2023). Comparative analysis of in vitro fermentation parameters in Total

- mixed rations of dairy cows with varied levels of de-fatted black soldier Fly larvae (*Hermetia illucens*) as a substitute for soybean meal. *Fermentation*. 2023; 9(7): 652. doi:10.3390/fermentation9070652
- Kahraman O, Gurbuz E, Inal F, Arik HD, Alatas MS, Inanc ZS, Ahmed I. (2023). Effects of *Bacillus subtilis* C-3102 addition on nutrient digestibility, faecal characteristics, blood chemistry and faecal *Lactobacilli* spp., *Enterococci* spp., and *Escherichia coli* in healthy dogs. *Italian Journal of Animal Science*. 2023; 22(1): 568-577. doi: 10.1080/1828051X.2023.2218871
- Kavanagh S, Lynch PB, O'Mara F, et al. A comparison of total collection and marker technique for the measurement of apparent digestibility of diets for growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 2001; 89(1-2): 49-58. doi: 10.1016/S0377-8401(00)00237-6
- Khan MA, Mahr-Un-Nisa MUN, Sarwar M. Techniques measuring digestibility for the nutritional evaluation of feeds. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2003; 5(1):91-94.
- Lôbo Júnior MF, Rezende ASC, Saliba EOS, et al. Determination of apparent digestibility coefficients either by markers or total fecal collection techniques in dogs (in Portuguese). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2001; 53(6): 691-694.
- Martin EA, Nolan JV, Nitsan Z, et al 1998. Strategies to improve the nutritive value of rice bran in poultry diets. IV. Effects of addition of fish meal and a microbial phytase to duckling diets on bird performance and amino acid digestibility. *British Poultry Science*. 1998; 39(5): 612-621. doi: 10.1080/00071669888476
- McCarthy JF, Aherne FX, Okai DB. Use of HCl insoluble ash as an index material for determining apparent digestibility with pigs. *Canadian Journal of Animal Science*. 1974; 54(1): 107-109. doi:10.4141/cjas74-016
- McDonald P, Greenhalgh JFD, Morgan C, et al. *Animal nutrition*. 8th ed. Pearson Higher Ed. 2022. p. 249-253
- McNab JM. Factors affecting the digestibility of nutrients. *Proceedings of the Nutrition Society*. 1975; 34(1): 5-11. doi: 10.1079/PNS19750003
- Menke KH, Raab L, Salewski A. et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *The Journal of Agricultural Science*. 1979; 93(1): 217-222. doi: 10.1017/S0021859600086305
- Sein T, Todd JR. Investigations into the use of indicator methods of estimating the digestibilities of feeds by ruminant animals. *The Journal of Agricultural Science*. 1998; 110(2): 315-320. doi: 10.1017/S002185960008134X
- Silva TE, Detmann E, Camacho LF, et al. Comparação de métodos in vitro para quantificação da digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro de forragens e concentrados. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2017; 69(6): 1635-1644. doi: 10.1590/1678-4162-9096
- Tassone S, Fortina R, Peiretti PG. In vitro techniques using the DaisyII incubator for the assessment of digestibility: A review. *Animals*. 2020; 10(5): 775. doi: 10.3390/ani10050775
- Titrek H, Arik HD. Süt İneği Rasyonlarında Sindirilebilen ve Sindirilmeyen NDF'nin İn Vitro ve İn Situ Metotlarla Belirlenmesi. *Van Veterinary Journal*, 2025; 36(2): 80-84.
- Umucalılar HD, Gülşen N. Çiftlik hayvanlarında beslenme hastalıkları. Konya: Selçuk Üniv. Basımevi. 2005.
- Umucalılar HD, Coşkun B, Gülşen, N. In situ rumen degradation and in vitro gas production of some selected grains from Turkey. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 2002; 86(9-10): 288-297. doi:10.1046/j.1439-0396.2002.00381.x
- Vukmirović Đ, Čolović R, Rakita S, et al. Importance of feed structure (particle size) and feed form (mash vs. pellets) in pig nutrition—A review. *Animal Feed Science and Technology*. 2017; 233: 133-144. 10.1016/j.anifeedsci.2017.06.016
- Zewdie AK. The Different Methods of Measuring Feed Digestibility: A Review. *EC Nutrition*; 2019; 14(1): 68-74.

ENERJİ KULLANIM ETKİNLİĞİ VE YEMLERİN ENERJİ DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Abdullah ÖZBİLGİN¹

1. Giriş

Yemlerde bulunan besin maddeleri hayvanlar tarafından fizyolojik ihtiyaçları karşılamak üzere vücut dokularının; verim özelliklerini karşılamak üzere süt ve yumurta gibi hayvansal ürünlerin sentezi için gereklidir. Ayrıca, enerji kaynağı olarak kimyasal enerjinin mekanik veya ısı enerjisine (besin maddelerinin katabolizması gibi) ve kimyasal enerjinin bir formdan diğerine dönüştürüldüğü durumlarda (örneğin, diyet karbonhidratından vücut yağı sentezlendiğinde) besin maddelerine ihtiyaç duyulur. Bir yemin enerji sağlama yeteneği, besin değerini belirlemede büyük önem taşır.

Bir hayvan hem fizyolojisini sürdürmek hem de verim özellikleri için enerjiye ihtiyaç duyar. Besin maddesi ihtiyacı karşılanmayan bir hayvan enerjiye ihtiyaç duymaya devam eder, aksi takdirde yaşamını idame ettiremez. Aç bir hayvanda, hayati vücut fonksiyonları için gereken enerji, vücut rezervlerinin, başlangıçta glikojenin, ardından vücut yağının ve proteinin katabolizmasından elde edilir. Besin madde ihtiyacı karşılanmış hayvanda, temel enerji ihtiyacı bu fizyolojisini sürdürmek ve vücut dokularının katabolizmasını önlemektir.

Besinlerdeki enerji yaşama payı için kullanıldığında tüm enerji ısıya dönüştürülür. Bu ısı, vücut sıcaklığını korumak için yararlı olsa da hayvanın vücudundan harcanır. Aç bir hayvanda üretilen ısı miktarı, doku katabolizmasından elde edilen enerjiye eşittir. Bu enerji, belirli koşullar altında hayvanın bazal metabolizma hızı veya açlık metabolizması olarak bilinir. Yaşama payı ihtiyacının üzerindeki besin maddeleriyle sağlanan enerji, verim özellikleri için kullanılır. Genç ve büyüyen hayvanlarda enerji, öncelikle protein olarak dokularda depolanır. Ancak; hayvanlarda büyüme süreciyle artan enerji yağ olarak depolanır. Gebe ve laktasyondaki hayvanlarda enerji sırasıyla fötüs ve plasenta ile meme dokuda depolanır.

2. Klasik Enerji Değerlendirme Sistemi

Hayvan beslemede enerji ihtiyacının ve yemin enerji değerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen klasik enerji değerlendirme sistemi, yemin içerdiği toplam enerjiyi ve hayvan tarafından kullanılabilen enerji miktarını aşamalı olarak hesaplar. Bu sistem, Brüt enerji (BE) ile başlar

¹ Doç. Dr. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalığı AD, abduhahozbilgin@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-1675-3176

4.1. Yemlerin Metabolize Edilebilir Enerji Değerlerini Etkileyen Faktörler

Vücuttan enerji kaybı en fazla dışkı ile olmaktadır. Arpa gibi kolay yıkımlanabilir yemlerde dışkı yoluyla idrar ve metandan iki kat daha fazla enerji kaybedilir. Bir yemin ME değeri, yemi tüketen hayvan türüne bağlı olarak değişiklik gösterir. Rumende veya alt sindirim organlarında gerçekleşen fermentatif sindirim enerjinin bir kısmının metan olarak kaybına neden olur.

Genel olarak, ruminantlarda metan ve idrardaki enerji kayıpları monogastrik hayvanlara göre daha fazladır. Bu nedenle aynı konsantre yemin ruminantlar ve monogastrik hayvanlar için ME değerleri farklı olacaktır. Monogastrik hayvanlarda metan ve idrarla kaybın daha az olması yemin ME değerinin daha yüksek olmasına sebep olacaktır. Bununla birlikte, monogastrik hayvanlarda selüloz içeriği yüksek yemlerin kalın bağırsaktaki fermentatif sindirimi de enerji kayıplarına neden olacaktır. Bir yemin ME değeri, sağlanan amino asitlerin hayvan tarafından protein sentezi için tutulup tutulmadığına veya deaminasyona uğrayıp azotun idrarla üre olarak atılıp atılmadığına bağlı olarak değişecektir. Bu nedenle, ME değerleri bazen tutulan her 1 g azot için 28 kJ (domuzlar), 31 kJ (ruminant) veya 34 kJ (kanatlı) çıkarılarak sıfır azot dengesine düzeltilir. Bir hayvan idrarıyla yemden aldığından daha fazla azot atıyorsa (yani negatif azot dengesindeyse), idrar azotunun bir kısmı yemden kaynaklanmaz ve bu durumda ME değeri pozitif bir düzeltmeye tabi tutulmalıdır. Ruminant hayvanlarda yem tüketiminde artışlar ve yemin işlenme şekli bazı durumlarda ME değerini etkileyebilir.

Yem tüketimindeki artışlar veya kaba yemlerin öğütülmesi ve peletlenmesi sindirim sisteminde daha yüksek geçiş hızına ve dışkı enerjisi kaybına neden olur. Ancak bu kayıplar metan üretimindeki azalmalarla kısmen telafi edilebilir. Bununla birlikte, ince öğütülmüş kaba yemler, kaba konsantre karışık yem ve konsantre yemler

için ME değerleri yem tüketimindeki artışlarla azalır. Kanatlı hayvanlar için tahılların öğütülmesinin ME değerleri üzerinde önemli bir etkisi yoktur. Rasyona antimikrobiyal ilaçlar ilave edilerek metan üretimini azaltmak mümkündür (örnek: kloroform), ancak sonuçlar her zaman olumlu değildir. Enerji, rumen mikroorganizmaları ilacın varlığına adapte olup metan sentezine geri dönebilir. Sığırlarda yem kaynaklı bir anabolizan olarak yaygın olarak kullanılan koksidiyostat olan monensin, bir metan baskılayıcı olarak kabul edilir. Ocak 2006'dan beri yem katkı maddesi olarak anabolizan kullanımı yasaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim. *Bomba Kalorimetresi ile Yanma Isısının Ölçülmesi*. Erişim Tarihi: 05.09.2025. Erişim adresi: <https://depo.btu.edu.tr/dosyalar/kimyamuh/Dosyalar/Bomba%20Kalorimetresi.pdf>
- Blaxter KL. *Energy Metabolism in Animals and Man*, 1989, Cambridge, Cambridge University Press.
- Blaxter KL. *The Energy Metabolism of Ruminants*, 1967, London, Hutchinson.
- DePeters EJ, Ferguson JD. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *Journal of Dairy Science*. 1992;75:3192–3209. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(92)78085-0
- Fuller AL, Wickersham TA, Sawyer JE, et al. The effects of the forage-to-concentrate ratio on the conversion of digestible energy to metabolizable energy in growing beef steers. *Journal of Animal Science*. 2020.;98:1–10. doi: 10.1093/jas/skaa231
- Galyean ML, Cole NA, Tedeschi LO, et al. Efficiency of converting digestible energy to metabolizable energy and reevaluation of the California Net Energy System maintenance requirements and equations for predicting dietary net energy values for beef cattle. *J. Anim. Sci*. 2016;94:1329–1341. doi: 10.2527/jas.2015-0223
- McCracken K, Unsworth EF, Wylie ARG. *Energy Metabolism of Farm Animals*, 1998, Wallingford, CABI.
- McLean JA, Tobin G. *Animal and Human Calorimetry*, 1987, Cambridge, Cambridge University Press.
- Minson DJ. *Forage in Ruminant Nutrition*, 1990, New York, Academic Press.
- Moraes LE, Kebreab E, Strathe AB, et al. Multivariate and univariate analysis of energy balance data from lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2015;98:4012–4029. doi:10.3168/jds.2014-8995
- Morris DL, Firkins JL, Lee C, et al. Relationship between urinary energy and urinary nitrogen or carbon excretion in lactating Jersey cows. *Journal of Dairy Science*. 2021;104:6727–6738. doi: 10.3168/jds.2020-19684

- NASEM (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine) *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press. 2016. doi: 10.17226/25806.
- NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 1984, 6th rev. ed. Washington (DC): National Academies Press. [Google Scholar]
- NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 2001, 7th ed. Washington (DC): National Academies Press.
- NRC. *Nutrient requirements of poultry (Ninth Revised ed.)*. 1994. The National Academy of Sciences, Washington, D.C., USA.
- NRC. *Nutritional energetics of domestic animals and glossary of energy terms (Second Revised ed.)*. 1981. National Academy Press, Washington, D.C. USA
- Reid JT, White CD, Anrique R, et al. Nutritional energetics of livestock: some present boundaries of knowledge and future research needs. *Journal of Animal Science* 1980;51: 1393–415.
- Van Es AJH. *Between animal variation in the amount of energy required for the maintenance of cows*. 1961, Pudoc; Wageningen, The Netherlands:. Doctoral thesis.

PROTEİN DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ

Mehmet Ali BAL¹
Metehan SANCAR²

1. Giriş

Tek mideli ve ruminant hayvanların rasyon optimizasyonları öncelikli olarak enerji ve protein ihtiyaçları karşılanacak şekilde yapılır. Hayvanların protein ihtiyaçlarının doğru belirlenmesi ve karşılanması, yüksek verimli ve sürdürülebilir üretim için temel zorluklardan birisini oluşturmaktadır. Yem maddelerindeki protein içeriğinin değeri ve hayvanlar tarafından kullanılabilir derecesinin ölçülmesi son derece önemlidir. Sindirim sisteminden emilen amino asitler, vücutta sentezlenecek proteinlerin yapı taşını oluşturup metabolizma, büyüme, verim ve üreme açısından hayati öneme sahiptirler. Üretilen bu proteinlerin her biri için ideal bir amino asit kalıbı olduğu varsayılmakta ve üretilen proteinlerin kalitesinin belirlenmesi açısından da yemlerin sahip olduğu amino asit profilinin önemli olduğu bilinmektedir. Bu amaçla, tek mideli ve ruminant hayvanlara özgü olarak farklı protein değerlendirme sistemleri geliştirilmiştir.

Rasyonların protein içeriği belirlenirken yaygın olarak kullanılan sistem ham protein siste-

midir. Ham protein (HP) sistemi, yem maddelerindeki protein içeriğinin ölçülmesinde; hızlı ve kolay oluşu sebebiyle en sık kullanılan yöntemdir. HP sistemi, yemlerin içerdiği toplam azot (N) miktarını tespit etmeye dayalıdır ve bu amaçla Kjeldahl Metodu olarak adlandırılan yöntem yaygın olarak kullanılmaktadır. Kjeldahl Metodu adı verilen analitik kimya testi ile bir numunenin N miktarı kantitatif olarak belirlenebilir. Proteinlerin ortalama N içeriği yaklaşık %16'dır, böylece N içeriği, protein içeriğine dönüştürülürken $N \times 6,25$ ($1/0,16 = 6,25$) hesaplaması kullanılmaktadır ve 6,25 çevirim katsayısı olarak kabul edilmektedir. HP sistemi, iki varsayıma dayanmaktadır. Bu varsayımlar; numune-
deki N'nin tamamının protein formunda olduğu ve proteinlerin %16 N içerdiği temeli üzerinedir. Ancak, yem maddeleri amonyak/amonyum (NH_3/NH_4^+), aminler gibi protein formunda olmayan azotlu maddeleri de (NPN) içermektedir ve proteinler değişken oranlarda N içeriğine sahiptirler. Çevirim katsayısının gerçek protein miktarı belirlenirken, %15-20'ye varan düzeyde hataya sebebiyet verebileceği belirtilmektedir.

¹ Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., mehmetali.bal@deu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-8906-6633

² Arş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., metehan.sancar@deu.edu.tr, ORCID iD: 0009-0005-8967-0418

KAYNAKLAR

- Alhotan RA, Pesti GM. Quantitative estimates of the optimal balance between digestible lysine and the true protein contents of broiler feeds. *British Poultry Science* 2016; 57: 538-550.
- Baker DH. Advances in protein-amino acid nutrition of poultry. *Amino Acids* 2009; 37: 29-41.
- Blethen DB, Wohlt JE, Jasaitis DK, et al. Feed Protein Fractions: Relationship to Nitrogen Solubility and Degradability. *Journal of Dairy Science* 1990; 73: 1544-1551.
- Calsamiglia S, Stern MD. A three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. *Journal of Animal Science* 1995; 73: 1459-1465.
- Clunies M, Leeson S. *in vitro* Estimation of Dry Matter and Crude Protein Digestibility. *Poultry Science* 1984; 63: 89-96.
- Fairbairn R, Alli I, Baker BE. Proteolysis Associated with the Ensiling of Chopped Alfalfa. *Journal of Dairy Science* 1988; 71: 152-158.
- Herrera-Saldana R, Gomez-Alarcon R, Torabi M, et al. Influence of Synchronizing Protein and Starch Degradation in the Rumen on Nutrient Utilization and Microbial Protein Synthesis. *Journal of Dairy Science* 1990; 73: 142-148.
- Herrera-Saldana R, Huber JT. Influence of Varying Protein and Starch Degradabilities on Performance of Lactating Cows. *Journal of Dairy Science* 1989; 72: 1477-1483.
- Hou Y, Yin Y, Wu G. Dietary essentiality of "nutritionally non-essential amino acids" for animals and humans. *Experimental Biology and Medicine* 2015; 240: 997.
- Hurrell RF, Carpenter KJ. Mechanisms of heat damage in proteins. *British Journal of Nutrition* 1974; 32: 589-604.
- Ipharraguerre IR, Clark JH, Freeman DE. Varying protein and starch in the diet of dairy cows. I. Effects on ruminal fermentation and intestinal supply of nutrients. *Journal of Dairy Science* 2005; 88: 2537-2555.
- Johnston J, Coon CN. A Comparison of Six Protein Quality Assays Using Commercially Available Protein Meals. *Poultry Science* 1979; 58: 919-927.
- Johnston J, Coon CN. The Use of Varying Levels of Pepsin for Pepsin Digestion Studies with Animal Proteins. *Poultry Science* 1979; 58: 1271-1273.
- Kong C, Adeola O. Evaluation of amino acid and energy utilization in feedstuff for swine and poultry diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2014; 27: 917-925.
- Kovalenko I V., Rippke GR, Hurburgh CR. Determination of amino acid composition of soybeans (Glycine max) by near-infrared spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2006; 54: 3485-3491.
- Li MM, Titgemeyer EC, Hanigan MD. A revised representation of urea and ammonia nitrogen recycling and use in the Molly cow model. *Journal of Dairy Science* 2019; 102: 5109-5129.
- Mariotti F, Tomé D, Patureau Mirand P, et al. Converting Nitrogen into Protein-Beyond 6.25 and Jones' Factors. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*; 48: 177-184.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Division on Earth and Life Studies; Board on Agriculture and Natural Resources; Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*. National Academies Press, 2021.
- National Research Council, & Subcommittee on Poultry Nutrition. *Nutrient Requirements of Poultry Ninth Revised Edition*. National Academies Press, 1994.
- National Research Council, Committee on Animal Nutrition, & Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: 7th Revised Edition*. National Academies Press, 2001.
- Ng LT, Pascaud M. Plasma and tissue-free amino acids in the developing chick. *Annals of Nutrition and Metabolism* 1990; 34: 198-207.
- Nocek JE, English JE. *in situ* Degradation Kinetics: Evaluation of Rate Determination Procedure. *Journal of Dairy Science* 1986; 69: 77-87.
- Orskov ER, McDonald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science* 1979; 92: 499-503.
- Ravindran V, Bryden WL. Amino acid availability in poultry - *in vitro* and *in vivo* measurements. *Australian Journal of Agricultural Research* 1999; 50: 889-908.
- Sniffen CJ, O'Connor JD, Van Soest PJ, et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science* 1992; 70: 3562-3577.
- Sripem N, Pesti GM, Tillman PB. Evaluation of the fixed nitrogen-to-protein (N:P) conversion factor (6.25) versus ingredient specific N:P conversion factors in feedstuffs. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2011; 91: 1182-1186.
- Stein HH, Sève B, Fuller MF, et al. Invited review: Amino acid bioavailability and digestibility in pig feed ingredients: Terminology and application. *Journal of Animal Science* 2007; 85: 172-180.
- Stern MD, Bach A, Calsamiglia S. Alternative Techniques for Measuring Nutrient Digestion in Ruminants. *Journal of Animal Science* 1997; 75: 2256-2276.
- van Soest PJ. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd ed. Cornell University Press, 1994.
- Vanhatalo A, Aronen I, Varvikko T. Intestinal nitrogen digestibility of heat-moisture treated rapeseed meals as assessed by the mobile-bag method in cows. *Animal Feed Science and Technology* 1995; 55: 139-152.
- Vanzant ES, Cochran RC, Titgemeyer EC, et al. *in vivo* and *in situ* Measurements of Forage Protein Degradation in Beef Cattle. *Journal of Animal Science* 1996; 74: 2773-2784.

- Vanzant ES, Cochran RC, Titgemeyer EC. Standardization of *in situ* Techniques for Ruminant Feedstuff Evaluation. *Journal of Animal Science* 1998; 76: 2717-2729.
- White RR, Roman-Garcia Y, Firkins JL. Meta-analysis of postruminal microbial nitrogen flows in dairy cattle. II. Approaches to and implications of more mechanistic prediction. *Journal of Dairy Science* 2016; 99: 7932-7944.
- Wilkerson VA, Klopfenstein TJ, Stroup WW. A collaborative study of *in situ* forage protein degradation. *Journal of Animal Science* 1995; 73: 583-588.
- Xu S, Harrison JH, Riley RE. Characteristics of Nitrogen Fractions and Amino Acids of Feedstuffs Common to the Pacific Northwest. *The Professional Animal Scientist* 1996; 12: 223-237.
- Yalçın S. Proteinler ve Metabolizması. In: Ergün A (ed) *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*. Ankara, 2020, pp. 61-103.
- Zanton GI. Protein and amino acid nutrition. In: *Large Dairy Herd Management*. American Dairy Science Association, 2017, pp. 625-638.

YEŞİL YEMLER

Şermin TOP¹
Huzur Derya ARIK²

1. Giriş

Kaba yemler, yüksek oranda ham selüloz (lif) içeren, hacim bakımından fazla, enerji bakımından ise yoğunluğu düşük yem maddeleridir. Genellikle %18'in üzerinde ham selüloz içeren yemler bu sınıfa girer. Kaba yemler, hayvanların rumen fonksiyonlarının sağlıklı şekilde sürdürülmesi, çiğneme ve geviş getirme faaliyetlerinin desteklenmesi, tükürük salgısının artırılması ve rumen pH dengesinin korunması açısından büyük önem taşır. Ayrıca kaba yemler, sindirim sisteminin fizyolojik faaliyetlerinin düzenlenmesi, mikrobiyal protein sentezinin sürdürülmesi ve hayvanların sağlıklı bir şekilde beslenmesi için gereklidir.

Kaba yemler genel olarak yeşil yemler ve konserve yemler (kuru otlar ve silaj yemleri) olmak üzere iki ana grupta incelenmektedir. Bu yem grupları, hayvan besleme programlarının temelini oluşturur. Kaliteli kaba yemlerin rasyonlarda yeterli miktarda kullanılması, yemden yararlanma düzeyini artırırken, kesif yemlere olan bağımlılığı azaltır. Özellikle geviş getiren

hayvanlarda (sığır, koyun, keçi vb.) kaba yemlerin beslenmedeki payı oldukça yüksektir.

2. Yeşil Yemler

Yeşil yemlerin besin değeri; bitki türü, büyüme dönemi, toprak yapısı, iklim koşulları ve biçim zamanı gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Genç dönemde biçilen bitkiler, yaşlandıkça odunlaşanlara göre daha yüksek sindirim derecesine ve besin madde içeriğine sahiptir. Yeşil yemlerin rasyonda yeterli düzeyde kullanımı, hayvan sağlığını ve verimliliğini artırırken, yemleme maliyetlerini de düşürmektedir.

2.1. Çayır ve Meralar

Çayır ve meralar, hayvanların otlatılması amacıyla doğal veya yapay olarak oluşturulan bitki örtüsüyle kaplı alanlardır. Bu alanlar, hayvancılığın en önemli yem kaynaklarını oluşturur ve özellikle geviş getiren hayvanların besin madde gereksinimlerinin büyük bir kısmını karşılar. Türkiye gibi geniş otlatma alanlarına sahip ülkelerde, çayır ve meralar yalnızca hayvancılık

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, sermin.top@harran.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-2684-7798

² Prof. Dr. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, huzurderya@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-4046-9386

KAYNAKLAR

- Acamovic T, Stewart C S, Topps J H. Legume forages and indigenous browse for ruminants in the semi-arid tropics-Preface. *Animal Feed Science and Technology*. 1997; 69(1-3), R9-R9.
- Balabanlı C, Albayrak S, Türk M et al. Türkiye çayır-meralarında bulunan bazı zararlı birkiler ve hayvanlar üzerindeki etkileri. *Turkish Journal of Forestry*. 2006; 7(2), 89-96. <https://doi.org/10.18182/tjf.84498>.
- Canbolat Ö. Bazı buğdaygil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, sindirilebilir organik madde, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2012; 18(4), 571-577. 10.9775/kvfd.2011.5833
- Çarpıcı E B, Altınkeçiç Ş Ö. Phytoestrogenic plants and effects on ruminants. In: Saruhan V, Bayhan B (eds). *A sustainable increase in food security requires agricultural biodiversity*. 1st ed. Ankara; Türkiye: 2023. pp. 129-164.
- Ergün A, Tuncer Ş D, Çolpan İ, ve ark. *Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi* (Genişletilmiş 6. baskı.). Ankara: Karadeniz Ofset;2016.
- Gökkuş A, Coşkun E. (2023). Geleceğin Türkiye'sinde Doğal Çayır ve Meraların Önemi. *Acta Natura & Scientia*. 2023; 4(1), 58-67. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2023.353.06>
- Gürsoy E, Macit M. Hasat zamanının kaba yemin kimyasal kompozisyonu ve kalitesi üzerine etkisi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*. 2020; 7(9), 168-177.
- Hopkins A. *Grass, Its Production and Utilisation*. (3rd ed). Oxford, Blackwell Science.
- İnal F, Ahmed İ. (2021). Koyun ve Keçilerin Beslenmesinde Çayır ve Meralar. In: Erdem H, Çiftçi E, Işık M K, Yorgancılar Ü (eds). *Koyun keçi sağlığı ve yetiştiriciliği* (1St ed.). 2021. pp.33-38.
- McDonald P, Greenhalgh J F D, Morgan C A, Eet al. *Animal nutrition*. 8th ed. Harlow, England; New York: Pearson; 2022.
- National Research Council (NRC). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th edn. 2000. Washington, DC, National Academy Press.
- National Research Council (NRC). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 7th edn. 2001. Washington, DC, National Academy Press.
- National Research Council (NRC). *Nutrient Requirements of Horses*, 6th edn. 2007. Washington, DC, National Academy Press.
- National Research Council (NRC). *Nutrient Requirements of Small Ruminants*.2007. Washington, DC, National Academy Press.
- Panter K E, James L F, Gardner D R, et al. Reproductive losses to poisonous plants: influence of management strategies. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*. 2002; 55(3), 301-308.
- Wyse J, Latif S, Gurusinghe S, et al. Phytoestrogens: A review of their impacts on reproductive physiology and other effects upon grazing livestock. *Animals*. 2022; 12(19), 2709. <https://doi.org/10.3390/ani12192709>

KONSERVE YEMLER

Şermin TOP¹
Huzur Derya ARIK²

1. Giriş

Yeşil yemler kurutularak veya silajı yapılarak özellikle kış dönemi ile meraların ot üretiminin sınırlı olduğu dönemlerde hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır. Kurutularak ve silajı yapılarak konserve olarak saklanan yemler hayvanların enerji, protein ve lif ihtiyaçlarını karşılamak için kritik öneme sahiptir. Yeşil yemlerin uygun şartlarda kurutulmasıyla elde edilen kuru otlar, ruminant beslemede temel lif ve enerji kaynağı olarak önemli bir rol oynar. Silaj yapımı, özellikle geviş getiren hayvanların rasyonlarında kaba yem açığını kapatmak, süt ve et üretiminde verimliliği artırmak ve yem maliyetlerini düşürmek açısından önemli bir yem muhafaza yöntemidir.

2. Kuru Otlar

Yeşil yemlerin uygun koşullarda kurutulmasıyla elde edilirler. Kuru otlar, içerdiği lif sayesinde rumen motilitesini destekler, sindirimi optimize eder ve hayvanın verimliliğini korur. Ayrıca mi-

neral ve vitamin içerikleri, özellikle kalsiyum, fosfor ve B grubu vitaminler bakımından dengeli olduğunda süt verimi ve et üretimi üzerinde doğrudan olumlu etki sağlar.

Kuru otlar, yalnızca ruminantlar için değil, aynı zamanda at beslemesinde de sindirilebilir enerji kaynağı olarak kullanılır. Kaliteli kuru ot, hayvanların canlı ağırlık kazanımı, laktasyon performansı ve genel sağlık durumu açısından kritik bir yemdir.

2.1. Kuru Otlarda Konservasyon Yöntemleri

Doğal Kurutma

Yerde Kurutma: Hasat edilen yemler, güneş altında ve açık alanda serilerek kurutulur. Avantajı düşük maliyetli olmasıdır; dezavantajı ise yağmur, rüzgâr ve yabancı madde kontaminasyonu riskidir. Kurutma süresi, iklim koşullarına bağlı olarak 3–5 gün sürebilir.

Sehpada Kurutma: Yemler, güneşten korunan platform veya sehpalar üzerine serilir. Daha homojen kurutma sağlar ve besin kayıpları aza-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, sermin.top@harran.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-2684-7798

² Prof. Dr. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, huzurderya@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-4046-9386

kg'a kadar verilebilir. Besi sığırları ve danalar için ortalama 15 kg/gün, koyunlar için 3–4 kg/gün ve atlar için 5 kg/gün silaj yemi verilmesi uygundur.

Silaj yeminin yoğunluğu yemin türüne bağlı olarak değişmekle birlikte, ortalama 1 m³ silaj 700–900 kg ağırlığındadır. Örneğin; mısır silajı yaklaşık 650–700 kg/m³, şeker pancarı yaprakları ise 800–900 kg/m³'tür.

Silo Hacmi ve Hayvan Sayısı Hesaplamaları

Silaj depolama alanı, hayvan sayısına ve besleme süresine göre planlanmalıdır. Silindir veya dikdörtgen biçimindeki siloların hacmi, kullanılabilir yem miktarı, yemin ağırlığı ve bu yemin kaç hayvana yeteceği önceden hesaplanmalıdır. Ortalama olarak 1 m³ silaj yaklaşık 800 kg yem içerir ve her hayvan için günlük 10 kg tüketim esas alınır.

Bu hesaplamalara göre örneğin 5 metre yüksekliğinde ve 2 metre yarıçapında bir silindirlik silo, yaklaşık 62,8 m³ kullanılabilir hacme, 50,2 ton yem kapasitesine sahiptir ve bu miktar yaklaşık 5.000 hayvana bir günlük yem sağlayabilir.

Silindirin hacmi: $\pi \cdot r^2 \cdot h$

=3,14*2²*5

=62,8

62,8*800=50,2 ton

50,2/10= yaklaşık 5000 hayvana bir günde verilecek silaj miktarı

Silodan Yem Çıkarma ve Günlük Kullanım

Silodan her gün yalnızca ihtiyaç kadar silaj çıkarılmalıdır. Fazla miktarda çıkarılan yem kısa sürede bozulur ve besin değerini kaybeder. Bu nedenle silaj, günlük tüketim miktarına uygun

olarak 10–30 cm kalınlığında dilimler halinde alınmalıdır.

Örneğin, eğimi %25, yüksekliği 3 m, taban uzunluğu 1.8 m ve alanı 8 m² olan bir silo çukuru 10 cm kalınlığında kesilen bir silaj dilimi yaklaşık 450 kg ağırlığındadır. Eğer hayvanlar 180 gün boyunca her gün 10 cm kalınlığında yemle beslenecekse, silo uzunluğu yaklaşık 18 metre olmalıdır. Ancak olası bozulmalar göz önüne alınarak 20–25 m uzunluğunda silo çukurları planlanması önerilir.

KAYNAKLAR

- Bayer. *Corn silage for beef and dairy rations* 2021. (03/11/2025 tarihinde <https://www.cropsscience.bayer.us/articles/bayer/corn-silage-beef-dairy-rations> adresinden ulaşılmıştır.)
- Bolsen K K, Ashbell G, Weinberg Z G. Silage fermentation and silage additives-Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 1996; 9(5), 483-494. <https://doi.org/10.5713/ajas.1996.483>
- Collins M, Owens V N. Preservation of Forage as Hay and Silage. In: Barnes R F, Nelson C J, Moore K J, Collins M (eds.) *Forages: An Introduction to Grassland Agriculture*. Ames, IA: Blackwell Publishing; 2003. pp.443–471.
- Kung Jr L, Shaver R D, Grant R J, et al. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(5), 4020-4033. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>
- McDonald P, Greenhalgh J F D, Morgan C A, Eet al. *Animal nutrition*. 8th ed. Harlow, England; New York: Pearson; 2022.
- Merry R J, Jones R, Theodorou M. K. The conservation of grass. In: Hopkins A (ed.) *Grass: its production and utilization*; 2000. pp, 196-228.
- Muck R. Recent advances in silage microbiology. *Agricultural and Food Science*. 2013; 22(1), 3-15. <https://doi.org/10.23986/afsci.6718>
- Muck R E. Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 201; 39, 183-191. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300021>
- Pahlow G, Muck R E, Driehuis F, et al. Microbiology of ensiling. *Silage Science and Technology*. 2003; 42, 31-93. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c2>

KÖK VE YUMRU YEMLER

Şermin TOP¹

1. Giriş

Kök ve yumru yemler, su bakımından zengin yemler olup besin maddelerini köklerinde veya toprak altındaki dallarında depolarlar. Bu yemlerin önemli bir özelliği hem insan hem de hayvan beslenmesinde kullanılabilmesidir. Kök ve yumru yemlerde su oranı genellikle %75–94 arasında değişmektedir. Besin maddeleri açısından karşılaştırıldığında, yumru yemler kök yemlere göre daha yüksek kuru madde ve ham protein içeriğine sahiptir. Ayrıca, yumru yemlerdeki proteinin biyolojik değeri de kök yemlere göre daha yüksektir. Organik maddenin büyük kısmı yumru yemlerde nişasta, kök yemlerde ise şeker tabiatındadır. Her iki yem grubu da ham selüloz açısından yetersiz, ancak sindirimi kolay karbohidratlar bakımından zengin olduklarından yüksek oranda değerlendirilir. Mineral madde-

ler açısından ise hem kök hem de yumru yemler yetersizdir; bu nedenle hayvan rasyonlarına kalsiyum ve fosfor tuzları eklenmelidir. Vitamin açısından genellikle yetersiz olmalarına karşın, havuç ve tatlı patates gibi bazı yumru yemler karoten bakımından zengindir, bu da onları ayrıcalıklı kılar. Kök ve yumru yemler yüksek su içeriğine sahip oldukları için besi yemi olarak fazla kullanılmazlar. Fazla miktarda verilmesi durumunda etin yumuşamasına yol açar. Aynı şekilde, iş hayvanlarına da fazla verilmemelidir; bu hayvanlarda günlük kuru madde ihtiyacının yaklaşık 1/3'ü kadar verilmesi uygundur. Süt hayvanlarında ise daha yüksek miktarlarda kullanılabilir. Toprak altından elde edilen bu yemler hayvanlara verilmeden önce temizlenmeli ve doğranarak sunulmalıdır. Kök ve yumru yemlerin besin madde içerikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, sermin.top@harran.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-2684-7798

lir. Atlara günde 12–15 kg (kuru ot ile birlikte), ruminantlara doğranarak 10–15 kg verilebilir. Süt ineklerine fazla miktarda verilmesi ishale ve sütün sulanmasına yol açar. Patates gibi fazla dayanıklı olmadığından kısa saplarıyla birlikte toprak altında muhafaza edilir.

Tapiyoka (*Manihot esculenta*)

Tropikal bölgelerde yetişen tapiyoka, diğer isimleriyle mandioca, manioc, cassava, yuca olarak bilinir. Köklerinden yapılan un ekmek yapımında kullanılmaktadır. Yüksek nişasta içeriği nedeniyle enerji değeri yüksektir. 4 m'ye kadar büyüyeabilen otsu bir çalı türüdür ve 2–3 m'ye ulaştığında hasat edilir. Köklerinde 50 cm uzunluğa ve 5–15 cm çapa kadar yumrular bulunur. Hasat, ekimden yaklaşık bir yıl sonra kuraklık döneminde yapılır; hektar başına 10–30 ton ürün alınabilir.

Tapiyoka enerji bakımından zengin, protein yönünden yetersizdir. Yumrular %37 KM içerir; kuru maddede %3.5 HP, %4.3 HS, %0.9 HY, %3 HK, %65 nişasta ve 12.8 MJ/kg ME bulunur. Yüksek nem içeriği nedeniyle depolama güçtür; hasattan sonra işlenmeli, küçük parçalara ayrılarak nem %65'ten %16'ya düşürülmelidir. 1 ton kuru madde için 2.2–2.5 ton taze kök gerekir. Nişasta alındıktan sonra kalan posası %55–60 azotsuz öz madde içerir. Peletlenmiş tapiyoka %14 nem, %5 HS, %3 silisli madde ve en az %65 nişasta içermelidir.

Tapiyoka glikozidleri (linamarin ve lotaustalin) içerir; bu maddeler ısılatma, ısıtma veya peletleme ile yıkımlanır. Karma yemde enerji kaynağı olarak kullanılabilir ve rasyon hacmini artırır. Cıvcıv ve piliç karma yemlerinde %10, yumurta tavuklarında %20, broylerlerde %25, süt ineklerinde %20 (30'un üzerinde süt yağı sertleşir), besi sığırlarında %50 oranında kullanılabilir.

Yapılan çalışmalar, soyulmuş tapiyoka ununun etlik piliçler ve yumurta tavukları için etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Ancak, düşük protein içeriği ve yemin tozlu yapısı tapiyoka ununun kullanımındaki en büyük dezavantajlardır. Bu nedenle, mısır yerine kullanılabilmesi diyetle mükemmel bir protein kaynağının (hem vücut ihtiyacını hem de siyanür detoksunu karşılayacak yeterli metionin ile) bulunmasına bağlıdır.

KAYNAKLAR

- McDonald P, Greenhalgh J F D, Morgan C A, et al. *Animal nutrition*. 8th ed. Harlow, England; New York: Pearson; 2022.
- Okereke CO. *Processing and Utilization of Cassava as Feed for Monogastric or Non-Ruminant Animals in Nigeria*. Academic Staff Union of Research Institutions, National Root Crops Research Institute Umudike Nigeria, Pages 261-267; 2017
- Utsav PT, Rajesh Jha. Nutrient profile and digestibility of tubers and agro-industrial coproducts determined using an *in vitro* model of swine. *Animal Nutrition*. 2016; 2 (4), 357-360

DOLGU MADDESİ BAKIMINDAN ZENGİN YEMLER

Şermin TOP¹

1. Giriş

Yem veya rasyonun sindirilmeyen organik madde kısmına dolgu maddesi veya balast madde denir. Bitkiler olgunlaştıkça içlerindeki selüloz miktarı artar ve dolgu maddesi özelliği kazanır. Rasyonda dolgu maddesinin uygun miktarda bulunması hem düzenli bir sindirimin sağlanması hem de mekanik doyum için gereklidir.

Mekanik doyum, mide ve bağırsak kanalının belli oranda yemle dolması anlamına gelir. Beslenme fizyolojisi açısından mekanik doyum, fizyolojik doyum kadar önemlidir. Ruminantlarda mekanik doyumun sağlanabilmesi için sindirim kanalının yaklaşık %75'inin dolu olması gerekir. Bu nedenle süt ineği rasyonlarının kuru maddesinde %18–22 kadar ham selüloz (HS) bulunması önerilir.

2. Dolgu Maddesi Bakımından Zengin Yemler

Dolgu maddesi açısından zengin yemler arasında samanlar, kavuzlar, kes'ler ve diğer kaba yemler bulunur.

- Harman Kalıntıları: Esas ürün (buğday, arpa, yulaf, fiğ, burçak vb.) kaldırıldıktan sonra elde edilen artıklar.
- Samanlar: Tamamen olgunlaşmış, taneleri ayrılmış kültür bitkilerinin sap ve yapraklarıdır.
- Kavuzlar: Taneleri harman yerinde kalan kılıf, kabuk, örtü, yaprak kırıntıları, kırılmış başak parçaları ve bunların tozlarıdır.
- Kes: Kültüre alınmayan veya gelişi güzel yetiştirilen çeşitli bitkilerden (yabani otlar, dikenler vb.) elde edilen samana benzeyen yemlerdir.

Kaba yem darlığı veya çevrede kaba yem bulunamaması durumunda bazı ağaç yaprakları da kaba yem olarak kullanılabilir. Ayrıca bazı bölgelerde, yem değeri düşük olan pamuk tohumu kapçığı da dolgu maddesi olarak değerlendirilmektedir.

2.1. Samanlar

Samanlar, otların vejetasyon dönemini tamamlamasının ardından hasat edilen bitkilerden, tohumların çıkarılmasından sonra geriye kalan

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, sermin.top@harran.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-2684-7798

lifleri taşıyan dış kabuğa kapçık denir. Pamuk tohumu kapçığı (çiğit kabuğu), pamuk tohumundan yağ çıkarılması sırasında elde edilen bir kaba yemdir. Fabrikasyon sürecinde elde edilen kabuk miktarı, işlenen pamuk tohumunun yaklaşık %25'i kadardır. Kapçığın besin değeri, linter kalıp kalmamasına ve kabuk içinde tohum karışımı bulunup bulunmamasına bağlı olarak değişiklik gösterir. Pamuk tohumu kapçığı, yüksek düzeyde selüloz ve düşük düzeyde protein içerir. Ham protein oranı %3,5–10,6, ham selüloz oranı ise %40,8–49,6 arasında değişir. Besin değerleri açısından geç biçilmiş çayır otu veya yulaf samanına benzer. Koyun ve sığırlar tarafından sevilerek tüketilir. Eğer iyi kaliteli yonca kuru otu ve proteince zengin yemlerle birlikte verilirse, eksik besin maddeleri tamamlanmış olur ve kullanım yaygınlaşır. Ayrıca, pamuk tohumunda bulunan linter saf selülozdur ve rumen mikroorganizmaları tarafından %100 oranında sindirilir. Yüksek miktarda NDF içermesi nedeniyle, pamuk tohumu kapçığı yüksek verimli süt ineklerinin rasyonlarına %35'ten fazla katılmamalıdır. Yapılan bir çalışmada, mısır kılıfı, soya fasulyesi kabuğu, yulaf otu ve pamuk tohumu kapçığı ile beslenen kuzularda, hayvanların besinleri değerlendirme sıralaması; en fazla mısır kılıfı, sonra soya fasulyesi kabuğu, yulaf otu ve en son pamuk tohumu kapçığı şeklinde bulunmuştur.

Mısır Koçanı: Mısır koçanı, taneler ve koçan kılıfları ayrıldıktan sonra geriye kalan kısmıdır. Proteinini düşüktür ve selülozca zengindir. Sert yapısı nedeniyle hayvanlara öğütülerek veya doğranarak verilmelidir. Rasyonlarda kullanılırken protein, mineral madde ve vitamin eksiklikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Besin bileşimi, tohum kalıp kalmamasına göre değişiklik gösterir; ortalama olarak %90 KM, %3–4 HP, %35–40 HS, %1 HY ve %2 HK içerir.

Bunların dışında ayçiçeği kabukları, kabak çekirdeği kabukları, yer fıstığı kabukları, keten tohumu kavuzu ve haşhaş kavuzu gibi protein oranı düşük, selülozca zengin yan ürünler de balast yem olarak kullanılabilir.

Dolgu Maddesi Yetersizliğinde Ortaya Çıkan Olumsuzluklar:

- Yemler sindirim kanalından hızlı geçer, bu da besin madde kaybına yol açar.
- Hayvanlar, dolgu maddesi ihtiyacını karşılamak amacıyla altlıklarını yemek, tahtaları kemirmek veya yemlikleri kemirmek gibi davranışlar sergileyebilir.
- Aşırı yetersizlik durumunda ruminantlarda pika (yem niteliğinde olmayan maddelerin yenmesi), kanatlılarda ise kanibalismus görülebilir.

Dolgu Maddesi Fazlalığında Ortaya Çıkan Sorunlar:

- Sindirim bozuklukları
- Yemlerin iyi değerlendirilmemesi
- Besin madde gereksiniminin tam olarak karşılanamaması. Bu durum fizyolojik açlığın ortaya çıkmasına neden olur.

KAYNAKLAR

- Ergün A, Tuncer Ş D, Çolpan İ, ve ark. *Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi* (Genişletilmiş 6. baskı.). Ankara: Karadeniz Ofset;2016.
- Gürsoy E, Macit M. Hasat zamanının kaba yemin kimyasal kompozisyonu ve kalitesi üzerine etkisi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*. 2020; 7(9), 168-177.
- McDonald P, Greenhalgh J F D, Morgan C A, Eet al. *Animal nutrition*. 8th ed. Harlow, England; New York: Pearson; 2022.

BUĞDAYGİL TANE YEMLERİ

Tarkan ŞAHİN¹
Mükremin ÖLMEZ²

1. Giriş

Buğdaygil tane yemleri, insan ve hayvan beslenmesinde önemli rol oynayan temel besin kaynaklarıdır. Küresel olarak, üretilen hayvan yeminin %13'ü tahıllardan oluşmaktadır. Avrupa Birliği içinde tahıllar hayvan yeminin %25'ini oluşturmaktadır; Bu tahılların büyük bir kısmı insan gıdası olarak kullanılmayan ürünler olup, az bir kısım ise insanlar tarafından tüketilmeyen fazlalıklardır.

Dünya ekilebilir arazisinin %40'ına eşit olan yaklaşık 0,55 milyar hektarlık alanda hayvan yemi üretimi yapılmaktadır. Bu alanın büyük çoğunluğu tahıl yetiştiriciliğine ayrılmıştır. Kanatlılar ve domuz gibi tek mideli hayvanlar bu ekili alanın yaklaşık üçte ikisini tüketmektedir. 2023 yılında küresel tahıl üretimi, pirinç de dahil olmak üzere yaklaşık 2.813 milyon ton civarındadır. 2023/24 dönemi için küresel tahıl kullanımı ise yaklaşık 2.803 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Küresel tahıl pazarının 2029 yılına kadar 1,25 trilyon ABD doları brüt üre-

tim değerine ulaşması beklenmektedir. Ayrıca, ithalat ve ihracat değerlerinin 2029 yılına kadar yıllık %4,33 ve %4,44'lük beklenen büyüme oranlarına ulaşması öngörülmektedir.

Nüfus artışı, kentleşme ve artan gelir düzeyi gibi faktörler nedeniyle hayvansal gıda ürünlerine olan talep artmaktadır. Bu durum üretken ve ölçeklenebilir hayvansal üretim sistemlerini tahıllara bağımlı hale getirmektedir. Bu nedenle, hayvan beslemede tahılların rolünün kapsamlı bir şekilde anlaşılması hem anlık üretkenlik hem de uzun vadeli sürdürülebilirlik açısından çok önemlidir.

2. Buğdaygil Tane Yemleri Genel Özellikleri ve Tane Yapısı

“Tahıl” terimi, tohumları için yetiştirilen Gramineae ailesinin üyelerini belirtir. Çoğunlukla Poaceae familyasından olan tahıllar, mısır, buğday, arpa, sorgum, yulaf ve pirinç gibi çeşitli ürünleri kapsamaktadır (Şekil 1). Dünya çapında yetiştirilen ve yaygın olarak kullanılan bu tahıl tanele-

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

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

bol ve ekonomik olduğu bölgelerde genellikle mısır veya buğday yerine alternative olarak kullanılabilir. Pirinç yüksek nişasta içeriğinden dolayı kanatlı türleri için kolay erişilebilir bir enerji kaynağıdır. Pirinç genellikle büyüme dönemindeki yavru domuzların, dişi domuzların ve besi domuzlarının rasyonlarında güvenle kullanılabilir. Ancak, pirincin sindirilebilirliğini artırmak ve yemden yararlanma oranını iyileştirmek için öğütme veya buharlama gibi işleme tabi tutulması zorunludur.

Ruminant beslemede, yüksek nişasta sindirilebilirliği, rumende hızlı fermentasyona uğraması ve aşırı tüketildiğinde asidoz riskinin artması nedeniyle birincil tahıl kaynağı olarak nadiren kullanılır. Bununla birlikte, pirinç süt veya et sığırları için toplam karma rasyonlara, genellikle rumen fermentasyonunu stabilize etmek için selüloz kaynaklarıyla birlikte kullanılabilir.

2.8. Tritikale

Tritikale, buğday (*Triticum aestivum*) ile çavdarın (*Secale cereale*) çaprazlanmasıyla oluşan bir tahıl melezidir. Bu melez, buğdayın yüksek verimi ve kalitesini çavdarın dayanıklılığı ve uyarlanabilirliğiyle birleştirmek için yapılmıştır. Tritikalenin besin madde bileşimi çeşidine ve yetiştirildiği koşullara göre değişiklik gösterse de genellikle %60-70 nişasta, %10-14 ham protein ve %2-3 yağ içerir. Tek mideli hayvanlar için metabolize edilebilir enerji içeriği yaklaşık 3000-3300 kcal/kg KM'dir ve enerji yoğunluğu açısından buğday ile çavdar arasında yer alır. Tritikalenin ham selüloz içeriği buğdayinkine benzer olup genellikle %3,5-6 arasında değişir. Tiamin, niasin ve riboflavin gibi temel vitaminleri içerir. Fosfor, magnezyum ve demir mineralleri bakımından da zengindir. Tritikale, diğer bazı tahıllara kıyasla daha az anti-besinsel faktör varlığı göstermektedir. Ancak, hayvan beslemede kullanıldığında yapısında bulunan belirli bileşiklere dikkat etmek gerekmektedir. Bu açıdan birincil endişe, monogastrik hayvanlarda sindirilebilirliği ve besin emilimini engelleyebilen

arabinoksilanlar ve β -glukanlar gibi NOP'ların varlığıdır. Bu NOP'lar, gastrointestinal sistemdeki viskoziteyi artırarak özellikle kanatlı ve domuzlarda yem verimliliğini azaltabilir. Ksylanazlar ve β -glukanazlar gibi enzimlerin uygulanması ile tritikale monogastrik diyetlere dahil edildiğinde yem verimliliğini artırabilir. Ek olarak, tritikale fosforu bağlayan ve biyoyararlanımını azaltabilen fitik asit içerir. Tritikale, hem monogastrik hem de ruminant hayvanların yemlerinde kullanılan çok yönlü bir tahıl tanesidir ancak kullanımı bölgesel uygulamalara ve hayvanların özel ihtiyaçlarına göre değişir. Çavdarla karşılaştırıldığında, tritikale genellikle ergot alkaloid kontaminasyonu açısından daha düşük bir risk taşır. Yine de depolama sırasında mantar enfeksiyonlarını önlemek için önlemler alınmalıdır. Tritikale, istenmeyen bir tat verebilen ve domuzların büyümesini olumsuz etkileyebilen tripsin inhibitörleri ve alkil resorsinoller içerir. Sonuç olarak, tritikalenin çiftlik hayvanlarının diyetlerindeki tahıl bileşeninin yalnızca yarısını oluşturması önerilir.

KAYNAKLAR

- Abah CR, Ishiwu CN, Obiegbuna JE, et al. Sorghum grains: nutritional composition, functional properties and its food applications. *European Journal of Nutrition & Food Safety*. 2020;12(5): 101-111. doi: 10.9734/EJNFS/2020/v12i530232
- Abid M, Tian Z, Ata-Ul-Karim ST, et al. Nitrogen nutrition improves the potential of wheat (*Triticum aestivum* L.) to alleviate the effects of drought stress during vegetative growth periods. *Frontiers in plant science*. 2016;7: 981. doi : 10.3389/fpls.2016.00981
- Adameczyk B, Simon J, Kitunen V, et al. Tanenler ve farklı organik azot bileşikleri ve enzimlerle karmaşık etkileşimleri: eski paradigmalar ve son gelişmeler. *ChemistryOpen*. 2017;6(5): 610-614. doi:10.1002/open.201700113
- Akhter KT, Shozib HB, Islam MH, et al. Variations in the major nutrient composition of dominant high-yield varieties (hyvs) in parboiled and polished rice of Bangladesh. *Foods*. 2023; 12(21): 3997. doi: 10.3390/foods12213997
- Alauddin M, Sultana A, Faruque MO, et al. Functional evaluation of fermented rice bran and extracted rice bran oil addressing for human health benefit. *Journal of Oleo Science*. 2024;73(4): 467-477. doi:10.5650/jos.ess23192

- Alemayehu GF, Forsido SF, Tola YB, et al. Nutritional and Phytochemical Composition and Associated Health Benefits of Oat (*Avena sativa*) Grains and Oat-Based Fermented Food Products. *The Scientific World Journal*. 2023; 17 : 2730175. doi: 10.1155/2023/2730175
- Andreasen MF, Christensen LP, Meyer AS, et al. Content of phenolic acids and ferulic acid dehydrodimers in 17 Rye (*Secale cereale* L.) Varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000;48(7): 2837-2842. doi: 10.1021/jf991266w
- Ashokkumar K, Govindaraj M, Karthikeyan A, et al. Genomics-integrated breeding for carotenoids and folates in staple cereal grains to reduce malnutrition. *Frontiers in genetics*. 2020; 11: 414. doi: 10.3389/fnut.2022.1043655
- Axe DE, Bolsen KK, Harmon DL, et al. Effect of wheat and high-moisture sorghum grain fed singly and in combination on ruminal fermentation, solid and liquid flow, site and extent of digestion and feeding performance of cattle. *Journal of Animal Science*. 1987; 64(3): 897-906. doi: 10.2527/jas1987.643897x
- Bennett GA, & Shotwell OL. Zearalenone in cereal grains. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1979;56(9): 812. doi: 10.1007/BF02909525
- Brijs K, Bleuwx W, & Delcour JA. Proteolytic activities in dormant rye (*Secale cereale* L.) grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1999; 47(9): 3572-3578. Doi: 10.1021/jf990070t
- Burešová I, Sedláčková I, Faměra O, et al. Effect of growing conditions on starch and protein content in triticale grain and amylose content in starch. *Plant Soil Environ*. 1999; 56(3): 99-104. doi: 10.17221/123/2009-PSE
- Butt MS, Tahir-Nadeem , Khan MKI, et al. Yulaf: Veriler arasinda benzersiz. *Avrupa'nın dergisi*. 2008; 47: 68-79. doi: 10.1155/2023/2730175
- Chandrasekara A, & Shahidi F. (2011). Antiproliferative potential and DNA scission inhibitory activity of phenolics from whole millet grains. *Journal of Functional Foods*. 2011; 3(3) :159-170. doi: 10.1016/j.jff.2011.03.008
- Collins, HM, Burton RA, Topping DL, et al. Variability in fine structures of noncellulosic cell wall polysaccharides from cereal grains: potential importance in human health and nutrition. *Cereal Chemistry*.2010; 87(4): 272-282. doi: 10.1094/CCHEM-87-4-0272
- Crecelius F, Streb P, Feierabend J. Malate metabolism and reactions of oxidoreduction in cold-hardened winter rye (*Secale cereale* L.) leaves. *Journal of Experimental Botany*. 2003; 54(384):1075-1083. doi.org/10.1093/jxb/erg101
- de Moraes Cardoso L, Pinheiro SS, de Carvalho CWP, et al. Phenolic compounds profile in sorghum processed by extrusion cooking and dry heat in a conventional oven. *Journal of Cereal Science*. 2015; 65: 220-226. doi: 10.1016/j.jcs.2015.06.015
- Ebeid TA, Talat El-Ratel I, Ahmad S, et al. Impact of dietary exogenous enzymes in modifying the gastrointestinal tract, antioxidative status, immunological responsiveness, and productivity in broilers: an updated review. *World's Poultry Science Journal*. 2025; 1-21. doi: 10.1080/00439339.2025.2507172
- FAO. Cereals. [Online]. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d383664b-12eb-46a5-b4b9-80fc40138e40/content> [Accessed: November 2024]
- Feedipedia. List of feeds. FEFAC. HOW MUCH CEREAL PRODUCTION GOES TO FEED LIVESTOCK [Online]. <https://www.feedipedia.org/content/feeds?category=13593>
- Gab-Allah MA, Lijalem YG, Yu H, et al. Accurate determination of four tetracycline residues in chicken meat by isotope dilution-liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2023; 1691: 463818. doi: 10.1016/j.chroma.2003.463818
- Gaviley OV, Katerynych OO, Ionov IA, et al. Triticale: A general overview of its use in poultry production. *Encyclopedia*. 2024; 4(1): 395-414. doi: 10.3390/encyclopedia4010027
- Gupta RK, Gangoliya SS, & Singh NK. Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains. *Journal of food science and technology*. 2015; 52(2): 676-684. doi: 10.1007/s13197-013-0978-y
- Hands P, Kourmpetli S, Sharples D, et al. Analysis of grain characters in temperate grasses reveals distinctive patterns of endosperm organization associated with grain shape. *Journal of Experimental Botany*. 2012; 63(17): 6253-6266. doi: 10.1093/jxb/ers281
- Hesseltine CW. Natural occurrence of mycotoxins in cereals. *Mycopathologia et Mycologia applicata*. 1974; 53(1): 141-153. doi: 10.1007/BF02127204
- Jačimović S, Kiprovski B, Ristivojević P, et al. Chemical composition, antioxidant potential, and nutritional evaluation of cultivated Sorghum Grains: A combined experimental, theoretical, and multivariate analysis. *Antioxidants*. 2023; 12(8): 1485. doi: 10.3390/antiox12081485
- Kahlon TS, & Chow FI. In vitro binding of bile acids by rice bran, oat bran, wheat bran, and corn bran. *Cereal Chemistry*. 2000; 77(4): 518-521. doi: 10.1094/CCHEM.2000.77.4.518
- Karuppan R, Aridi AS, & Yusof YA. Sustainable Extraction of Mango (*Mangifera Indica*) Seed Starch Using Distillation: A Promising Alternative to Commercial Starch Sources. *Earth and Environmental Science*. 2025;1470(1): 012002. doi: 10.1088/1755-1315/1470/1/012002
- Kaszuba J, Kapusta I, & Posadzka Z. Content of phenolic acids in the grain of selected polish triticale cultivars and its products. *Molecules*. 2021; 26(3): 562. doi: 10.3390/molecules26030562
- Kerienė I, Mankevičienė A, Bliznikas S, et al. Biologically active phenolic compounds in buckwheat, oats and winter spelt wheat. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2015; 102(3): 289-296. doi: 10.13080/z-a.2015.102.037

- Khalid W, Ali A, Arshad MS, et al. Nutrients and bioactive compounds of Sorghum bicolor L. used to prepare functional foods: a review on the efficacy against different chronic disorders. *International Journal of Food Properties*. 2022; 25(1): 1045-1062. doi: 10.1080/10942912.2022.2071293
- Khan A, Khan NA, Bean SR, et al. Variations in total protein and amino acids in the sequenced sorghum mutant library. *Plants*. 2023; 12(8): 1662. doi: 10.3390/plants12081662
- Kim DH, Hong SY, Kang JW, et al. Simultaneous determination of multi-mycotoxins in cereal grains collected from South Korea by LC/MS/MS. *Toxins*. 2017; 9(3): 106. doi: 10.3390/toxins9030106
- Langyan S, Bhardwaj R, Kumari J, et al. Nutritional diversity in native germplasm of maize collected from three different fragile ecosystems of India. *Frontiers in Nutrition*. 2022; 9: 812599. doi: 10.3389/fnut.2022.812599
- Lodge SL, Stock RA, Klopfenstein TJ, et al. Evaluation of corn and sorghum distillers byproducts. *Journal of Animal Science*. 1997; 75(1): 37-43. doi: 10.2527/1997.75137x
- Masanya TI, Mlambo V, & Mnisi CM. Complete replacement of maize grain with sorghum and pearl millet grains in Jumbo quail diets: Feed intake, physiological parameters, and meat quality traits. *PLoS One*. 2021; 16(3): e0249371. doi: 10.1371/journal.pone.0249371
- McAllister TA, Rode LM, Major DJ, et al. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. *Canadian Journal of Animal Science*. 1990; 70(2): 571-579. doi: 10.4141/cjas90-069
- McDonal P, Greenhalgh JFD, Morgan C, Edwards R, Sinclair L, & Wilkinson R. *Animal nutrition*. 2021; Pearson Higher Ed.7th.
- Mergoum M, Singh PK, Pena RJ, et al. Triticale: a “new” crop with old challenges. *Cereals*. 2009; 267-287. doi: 10.1007/978-0-387-72297-9_9
- Mohamed HI, Fawzi EM, Basit A, et al. Sorghum: nutritional factors, bioactive compounds, pharmaceutical and application in food systems: a review. *Phyton*. 2022; 91(7): 1303. doi: 10.32604/phyton.2022.020642
- Neuweiler JE, Maurer HP, & Würschum T. Long-term trends and genetic architecture of seed characteristics, grain yield and correlated agronomic traits in triticale ($\times$ Triticosecale Wittmack). *Plant breeding*. 2020; 139(4): 717-729. doi: 10.1111/pbr.12821
- Nikkhah A. Barley grain for ruminants: A global treasure or tragedy. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2012; 3(1): 22. doi: 10.1186/2049-1891-3-22
- Ölmez M, Kara K, Ramay MS, et al. Emmer wheat (*Triticum dicoccum*)-based intervention in Japanese quail's diet and its impact on performance, carcass yield, meat fatty acids, and fecal volatile fatty acids. *Tropical animal health and production*. 2023; 55(4): 280. doi: 10.3390/su13126554
- Philippi H, Sommerfeld V, Windisch W, et al. Interactions of zinc with phytate and phytase in the digestive tract of poultry and pigs: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2023; 103(15): 7333-7342. doi: 10.1002/jsfa.12879
- Pojic M, & Tiwari U (Eds.). Innovative processing technologies for healthy grains. *John Wiley & Sons*. 2020.
- Pontieri P, Troisi J, Calcagnile M, et al. Chemical composition, fatty acid and mineral content of food-grade white, red and black sorghum varieties grown in the mediterranean environment. *Foods*. 2022; 11(3): 436. doi: 10.3390/foods11030436
- Preece PI, & Hobkirk R. Non-Starchy Polysaccharides Of Cereal Grains III. Higher Molecular Gums Of Common Cereals. *Journal of the Institute of Brewing*. 1953; 59(5): 385-392. doi: 10.1002/j.2050-0416.1953.tb02733.x
- Quinde- Axtell Z, & Baik BK. Phenolic compounds of barley grain and their implication in food product discoloration. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2006; 54(26): 9978-9984. doi: 10.1021/jf060974w
- Ramos -Diaz JM, Sulyok M, Jacobsen SE, et al. Comparative study of mycotoxin occurrence in Andean and cereal grains cultivated in South America and North Europe. *Food Control*. 2021; 130: 108260. doi: 10.1016/j.foodcont.2021.108260
- Rodríguez-España M, Figueroa-Hernández CY, de Dios Figueroa-Cárdenas J, et al. Effects of germination and lactic acid fermentation on nutritional and rheological properties of sorghum: A graphical review. *Current Research in Food Science*. 2022; 5: 807-812. doi: 10.1016/j.crfs.2022.04.014
- Rowe JB, Choct M, & Pethick DW. Processing cereal grains for animal feeding. *Australian journal of agricultural research*. 1999; 50(5): 721-736. doi: 10.1071/AR98163
- Shahzad Z, Rouached H, & Rakha A. Combating mineral malnutrition through iron and zinc biofortification of cereals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014; 13(3): 329-346. doi: 10.1111/1541-4337.12063
- Shakouri MD, Iji PA, Mikkelsen LL, et al. Intestinal function and gut microflora of broiler chickens as influenced by cereal grains and microbial enzyme supplementation. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2009; 93(5): 647-658. doi: 10.1111/j.1439-0396.2008.00852.x
- Shegro A, Shargie NG, van Biljon A, et al. Diversity in starch, protein and mineral composition of sorghum landrace accessions from Ethiopia. *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 2012; 15(4): 275-280. doi: 10.1007/s12892-012-0008-z
- Siebert W, Boguhn J, Maurer HP, et al. Effect of nitrogen fertilisation on the amino acid digestibility of different triticale genotypes in caecectomised laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017; 97(1):144-150. doi: doi.org/10.1002/jsfa.7701
- Smith RL, Jensen LS, Hoveland CS, et al. Use of pearl millet, sorghum, and triticale grain in broiler diets. *Journal of Production Agriculture*. 1989; 2(1): 78-82. doi: 10.2134/jpa1989.0078

- Soltan Y, Abdalla Filho A, Abdalla A, et al . Replacing maize with low tannin sorghum grains: lamb growth performance, microbial protein synthesis and enteric methane production. *Animal Production Science*. 2021; 61(13): 1348-1355. doi: 10.1071/AN20605
- Statista. Cereals. [Online]. <https://www.statista.com/outlook/io/agriculture/cereals/worldwide>
- Varjonen E, Savolainen J, Mattila L, et al. IgE-binding components of wheat, rye, barley and oats recognized by immunoblotting analysis with sera from adult atopic dermatitis patients. *Clinical & Experimental Allergy*. 1994; 24(5): 481-489. doi:10.1111/j.1365-2222.1994.tb00938.x
- Whitaker JR, & Granum PE. An absolute method for protein determination based on difference in absorbance at 235 and 280 nm. *Analytical biochemistry*. 1980; 109(1): 156-159. doi: 10.1016/0003-2697(80)90024-X
- Yang Y, Iji PA, Kocher A, et al. Effects of dietary mannanoligosaccharide on growth performance, nutrient digestibility and gut development of broilers given different cereal-based diets. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2008; 92(6): 650-659. doi: 10.1111/j.1439-0396.2007.00761.x
- Zielińska KJ, Fabiszewska AU, & Wróbel B. Impact of bacterial preparation on improvement of aerobic stability and biogas yield from meadow sward silage. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2017; 62(4): 219-220.

BAKLAGİL TANE YEMLERİ

Özlem KARADAĞOĞLU¹
Tarkan ŞAHİN²

1. Giriş

Baklagiller, *Fabaceae* / *Leguminosae* familyasına ait, dikotiledon, yıllık veya çok yıllık bitkilerden oluşan tahıl, mera ve tarımsal ormancılık türleri de dahil olmak üzere yaklaşık 800 cins ve 20.000'den fazla türü kapsayan en geniş familyadır. *Fabaceae* familyası, buğdaygiller (*Poaceae*) familyasından sonra en önemli ikinci familyadır. Baklagiller, önemli ve sürdürülebilir bir protein kaynağı, diyet lifi ve fitokimyasal kaynağı olarak öne çıkmanın yanı sıra, çevrenin ve biyoçeşitliliğin istikrarında, hayvancılığı desteklemede, ekonomide ve tıp alanında çeşitli roller oynamaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik, hayvan refahı ve daha sağlıklı protein alternatiflerine yönelik artan talep ile birlikte, baklagiller etik ve sürdürülebilir birincil protein kaynağı ön plana çıkmaktadır. Hızla artan dünya nüfusuyla birlikte baklagiller, gıda güvenliği sorunlarının çözümüne ve hayvancılıkta protein gereksiniminin karşılanmasına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Dünya çapında yaklaşık 81 milyon hektar alanda baklagiller yetiştirilmekte ve yıl-

lık 92 milyon tonu aşan küresel üretime katkıda bulunmaktadır. Baklagil taneleri küresel mahsul üretiminin %27'sine destek olmaktadır. Tarımsal olarak protein kaynağı olan baklagil taneleri, doğrudan insan veya hayvan beslenmesinde kullanılır. Tohumun bileşimine bağlı olarak, baklagil taneleri, hayvan beslemede öncelikle protein kaynağı olarak, konsantre karışımlarda veya rasyonlarda hem protein hem de enerji kaynağı olarak kullanılır.

Baklagiller, hayvan beslemede yalnızca yüksek protein içerikleri nedeniyle değil, aynı zamanda fonksiyonel bileşikler ve toprak ekosistemi ile etkileşimleri bakımından da kritik öneme sahiptir. Baklagiller, köklerinde simbiyotik olarak yaşayan *Rhizobium* türü bakteriler aracılığıyla atmosferik azotu bağlayabilme yeteneğine sahip olmaları ile tarımsal üretimde de ayrıcalıklı bir konuma sahiptir. Bu simbiyoz sayesinde baklagiller, fiksasyon yoluyla sağlanan toprak havasından gelen atmosferik azotu bünyeye ve verim oluşturmak için kullanabilirler. Bu da baklagilleri azot tedarikine bağımlı kılar.

¹ Prof. Dr., Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootehni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, drozlemkaya@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-5917-9565

² Prof. Dr., Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootehni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, tarkants7@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0003-0155-2707

ğün yapısında bulunan bu toksik alkoloit içeriği %50-70 düzeyinde azaltılabilir.

Adi mürdümüğün rasyonlarda kullanım oranları ve işleme yöntemleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Adi mürdümüğün rasyonlarda kullanım oranları ve işleme yöntemleri

Hayvan Türü	Kullanım Oranı	İşleme Yöntemi	Kullanım Tavsiyesi
Broyler	%10–20	Haşlama, ıslatma	Tek başına protein kaynağı olarak kullanılmamalı; metiyonin takviyesi önerilir.
Yumurtacı Tavuk	%5	Haşlama, ıslatma	Yüksek ODAP içeriği nedeniyle dikkatli kullanım gereklidir.
Koyun	%10–15	Haşlama, ıslatma	Yüksek lif içeriği ve Ca:P oranı dikkate alınmalı.
Sığır	%20–25	Haşlama, ıslatma	Yüksek ODAP içeriği nedeniyle dikkatli kullanım gereklidir.
Besi Hayvanları	%30–40	Haşlama, ıslatma	Yüksek ODAP içeriği nedeniyle dikkatli kullanım gereklidir.

Nohut (*Cicer arietinum*)

Çoğunlukla insan beslemesinde kullanılan nohut, ucuz olması durumunda hayvan beslemede de kullanılan bir baklagildir. Domuz ve diğer monogastrik hayvanların rasyonlarında faydalı bir yem bileşeni olarak kullanılabilir. Nohut yaklaşık olarak %20-22 düzeyinde HP içermektedir. Ana karbonhidrat kaynağı nişasta olup, diyet lifi, oligosakkaritler ve basit şekerler (glukoz ve sukroz) de içerir. Düşük miktarda bulunan yağlar, linoleik ve oleik asitler gibi besleyici doymamış yağ asitleri açısından zengindir. Riboflavin, tiyamin, niyasin, ve A vitamini öncüsü β -karoten gibi önemli vitaminler içerir.

Broyler karma yemlerine %5-20 düzeyinde ilave edilebilir. Yumurtacı tavuk karmalarına %30 düzeyinde ilavesi yumurta üretimini olumsuz yönde etkilemezken, pankreasın büyümesine sebep olabilmektedir. Sığırlara günlük olarak 2-3 kg’a kadar, koyunlara günlük 300 grama kadar verilebilir.

KAYNAKLAR

Abbeddou S, Ben Salem H, Nefzaoui A. Nutritional composition of lentil straw, vetch hay, olive leaves, and saltbush leaves and their digestibility as measured in fat-tailed sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 2011; 166(1-2): 1-10. doi:10.1016/j.smallrumres.2010.11.017

Bellof G, Freitag M. (Eds.). *Legumes in livestock and fish nutrition: Ingredients, feed value and feeding recommendations*. Brill.2025,ISBN:978-90-04-69504-7.

Bingöl T, Karşlı M, Altaçlı ve ark. Farklı Düzeylerde Bezelye Katılan Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Enzim İlavesinin Performans Üzerine Etkileri. *Van Veterinary Journal*. 2020;31(2),93-98. doi:10.36483/vanvetj.651750

Budağ, C. Baklagil tane yemleri ve ruminant beslenmede kullanımını. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2009;14(2): 88-101.

Ciurescu G, Vasilachi A, Habeanu M, et al. Effects of dietary lentil seeds inclusion on performance, carcass characteristics and cecal pH of broiler chickens. *The Indian Journal of Animal Science*.2017; 87(9): 1130-1134.

Cousin R. Peas (*Pisum sativum* L.). *Field Crops Research*.1997; 53(1-3): 111-130. doi:10.1016/S0378-4290(97)00026-9

Dahl WJ, Foster LM, Tyler, RT. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). *British Journal of Nutrition*.2012; 108 (1), 3-10. doi:10.1017/S0007114512000852

Dourado L R B, Pascoal L A F, Sakomura N K, et al. Soybeans (*Glycine max*) and soybean products in poultry and swine nutrition. *Recent trends for enhancing the diversity and quality of soybean products*.2011; 175-190.

Dvorak R, Pechová A, Pavlata L, et al. Reduction in the content of antinutritional substances in pea seeds (*Pisum sativum* L.) by different treatments. *Czech Journal of Animal Science*,2005; 50(11): 519.

Enneking D. The nutritive value of grasspea (*Lathyrus sativus*) and allied species, their toxicity to animals and the role of malnutrition in neurolathyrism. *Food and Chemical Toxicology*. 2011;49(3): 694-709. doi:10.1016/j.fct.2010.11.029

Farran MT, Uwayjan M G, Miski A M A, et al. Effect of feeding raw and treated common vetch seed (*Vicia sativa*)

- tiva) on the performance and egg quality parameters of laying hens. *Poultry Science*. 1995;74:1630–1635. doi:10.3382/ps.0741630
- Feedipedia. Lentil (Lens culinaris).2021; Retrieved from <https://www.feedipedia.org/node/284>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. *World food and agriculture: Statistical year book* 2020. FAO.
- Gul M, Yörük M. A, Macit M, et al The effects of diets containing different levels of common vetch (*Vicia sativa*) seed on fattening performance, carcass and meat quality characteristics of Awassi male lambs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.2025; 85:1439–1443. doi:10.1002/jsfa.2120
- Haddad S G. Bitter vetch grains as a substitute for soybean meal for growing lambs. *Animal Feed Science and Technology*.2006;130(3–4): 213–222. doi:10.1016/j.livprodsci.2005.06.014
- Hanbury C D, White C L, Mullan B. P. et al. A review of the potential of *Lathyrus sativus* L. and *L. cicera* L. grain for use as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*.2000;87(1-2): 1-27. doi:10.1016/S0377-8401(00)00186-3
- Huang Y F, GaoXL, Nan Z B et al. Potential value of the common vetch (*Vicia sativa* L.) as an animal feedstuff: a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*.2017; 101(5): 807-823. doi: 10.1111/jpn.12617
- Jukanti A K, Gaur P M, Gowda CL L., et al. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*.2012; 108(1): 11-26. doi:10.1017/S0007114512000797
- Kaur R. Prasad K. Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (*Cicer arietinum*)-A review. *Trends in Food Science & Technology*.2021; 109, 448-463. doi:/10.1016/j.tifs.2021.01.044
- Kaya D, Yalcin S. The effects of rations containing different amounts of common vetch seed on growth performance, digestibility and some blood and Rumen metabolites in male lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 2000;24: 307–316
- Kaya İ, Yalçın S. Grain legumes and usage in ruminant rations. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 1999;39(1): 100-114.
- KilicalpS, Benli M. The use of lentil in layer diets and its effect on egg production. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 1994;18(4): 365–370.
- McDonald P, Edwards R A, Greenhalgh J F D, et al.*Animal Nutrition* (7th ed.). Pearson / Prentice Hall. 2010; ISBN 978-1-4082-0423-8.
- Meng Z, Liu Q, Zhang Y, et al. Nutritive value of faba bean (*Vicia faba* L.) as a feedstuff resource in livestock nutrition: A review. *Food Science & Nutrition*, 2021;9(9):5244-62.doi:10.1002/fsn3.2342
- Modgil R, Tanwar B, Goyal A, et al Soybean (glycine max). In *Oilseeds: health attributes and food applications* 2020; 1-46. Singapore: Springer Singapore.
- MudgalV, Yadav S S, Yadav R, Lentil straw (Lens culinaris): An alternative and nutritious feed for small ruminants. *Small Ruminant Research*, 2018;162: 1-6. doi:10.1016/j.aninu.2018.04.009
- National Research Council. 2012. *Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Obianwuna UE, Huang L, Zhang H, et al. Fermented soybean meal improved laying performance and egg quality of laying hens by modulating cecal microbiota, nutrient digestibility, intestinal health, antioxidant and immunological functions. *Animals*,2024; 15(1): 98. doi:10.1016/j.aninu.2024.03.015
- ParkYH, Kim J H, Lee S H, Effects of three different soybean meal sources on layer and broiler performance. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*,2005; 18(1): 38–44.
- Pope M, Borg B, Boyd R D, et al Quantifying the value of soybean meal in poultry and swine diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 2023;32(2): 100337. doi:10.1016/j.japr.2023.100337
- Sadeghi G H, Mohammadi L, Ibrahim S. A, et al. Use of bitter vetch (*Vicia ervilia*) as a feed ingredient for poultry. *World's Poultry Science Journal*,2009; 65(1): 51-64. doi:10.1017/S004393390900004X
- SadeghGH, Pourhesabi G, Yaghobfar MA,et al. Effect of different levels of the raw and processed vetch seed (*Vicia sativa*) on broiler performance. *Journal of Biological Sciences*,2008; 8(4): 663–666. doi:10.3923/jbs.2008.663.666
- Sadeghi G H, Tabeidian S. A, Toghyani M. Effect of processing on the nutritional value of common vetch (*Vicia sativa*) seed as a feed ingredient for broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 2011; 20: 498–505. doi:10.3382/japr.2010-00306
- Salgado P, Lallès J P, Toullec R, et al Nutrient digestibility of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds and effects on the small intestine of weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology*,2001; 91(3-4): 197-212. doi:10.1016/S0377-8401(01)00236-X
- Savage GA, Deo S The nutritional value of peas (*Pisum sativum*). A literature review.1989;59 (2): 59-88. doi:10.5555/20063033452
- Sedláková K, Straková E, Suchý, P, et al.. Lupin as a perspective protein plant for animal and human nutrition – a review. *Acta Veterinaria Brno*,2016; 85(2): 165-175. doi:10.2754/avb201685020165
- Seifdavati J, RezayazdiK, Seyedsharifi R. The use of different levels of raw and processed chickling vetch (*Lathyrus sativus*) seeds in broiler nutrition. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*,2016; 5(4): 159–164.
- Shuaib M, Chand N, Tahir M. Effect of dietary inclusion of soybean hull on production performance and nutrient digestibility during peak egg production period with different phases in laying hens. *Poultry Science*, 2025;104(5): 1532–1540. doi:10.17582/
- Sotelo A, Adsule RN. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). In *Food and feed from legumes and oilseeds* 1996; 82-89. Boston, MA: Springer US.

- USDA, Agricultural Research Service. *FoodData Central: soybean, mature seeds, raw – nutrient data*. U.S. Department of Agriculture. 2019. Erişim adresi: <https://fdc.nal.usda.gov>
- White C L, Hanbury C D, Young P, et al. The nutritional value of *Lathyrus cicera* and *Lupinus angustifolius* grain for sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 2002; 99(1-4); 45-64. doi:10.1016/S0377-8401(02)00035-4
- Yalcın S, Tuncer, D.; Yalcın S, et al. The use of different levels of common vetch seed (*Vicia sativa* L.) in diets for fattening rabbits. *Livestock Production Science*, 2003, 84: 93–97. doi:10.1016/S0301-6226(03)00048-4

ENDÜSTRİ YAN ÜRÜNLERİ

Hasan Hüseyin ŞENYÜZ¹

1. Değirmencilik Endüstrisi Yan Ürünleri

Değirmencilik endüstrisi yan ürünleri insan tüketimi için kullanılmak üzere buğdaygil ve baklagil tanelerinin işlenmesi sonucunda ortaya çıkan ürünlerdir. Bu ürünler insan gıdası olarak tüketilmediği için hayvan yemi olarak değerlendirilme potansiyeline sahiptir. Değirmencilik endüstrisi yan ürünleri, un endüstrisi ve nişasta endüstrisi olarak ikiye ayrılır.

1.1. Un Endüstrisi Yan Ürünleri

Genellikle değirmencilik endüstrisinde buğdaygil tanelerinin un haline getirilmesi esnasında ortaya çıkan yan ürünlerdir. Bu yan ürünlerin kalitesi ve besin madde içerikleri işlenen ürünün çeşidine, kalitesine ve işleme tekniğine göre değişkenlik gösterir. Değirmencilik endüstrisinde buğdaygil taneleri işlendikten sonra hammadde nin çeşidine ve nihai ürüne göre %75-85 oranında un elde edilir. Un elde edildikten sonra geriye %15-25 oranında yan ürün kalır. Buğday unu tüketimi ve işlenen ürün kapasitesi düşünüldüğünde, hayvancılık sektörü için önemli miktarda

yem hammaddesi temini sağlanmaktadır. Buğdayın işlenmesi esnasında ortalama %75 beyaz un, %3 esmer un, %5 ince kepek, %5 razmol, %12 kaba kepek ortaya çıkmaktadır (Şekil 1).

1.1.1. Buğday Unu Endüstrisi Yan Ürünleri

Buğday insanların beslenmesinde en önemli gıda maddelerinden bir tanesidir. Buğday temelde un elde etmek için üretilir. Un ise ekmek, makarna, pasta, kek, bisküvi ve kurabiye üretmek için kullanılır. Türkiye’de yıllara göre değişmekle birlikte 18-21 milyon ton buğday işlenmektedir. Bu buğdayların işlenmesi sonucunda ise milyonlarca ton yem hammaddesi ortaya çıkar. Buğdayın işlenerek un haline getirilmesi esnasında yaklaşık %8 kabuk, %6-7 aleuron, %3 ruşeym ve %82 endosperm elde edilir. Değirmende öğütme esnasında endospermin maksimum seviyede yan ürünlerden ayrıştırılması unun kalitesi açısından önemlidir. Bu ayrışma esnasında yan ürün olarak kepek, ruşeym ve düşük kaliteli un ortaya çıkar. Düşük kaliteli unlar bonkalit ve razmol, kepek ise kaba ve ince kepek olarak ayrılır.

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, hasansenyuzvet@yahoo.com, ORCID iD: 0000-0002-3695-1794

Tablo 11. Bazı küspelere ait aminoasit içerikleri (% HP)

Kaynak	Lizin	Metiyonin	Triptofan
SFK	6.12	1.34	1.34
PTK	3.97	1.39	1.22
ATK	3.5	2.19	1.28
Kanola Küspesi	5.51	1.97	1.34
Keten Tohumu Küspesi	4.06	1.76	3.65
Aspir Küspesi	3.09	1.48	0.93

KAYNAKLAR

- Aksu T, Yakışır BÖ. Farklı seviyelerde melaslı kuru şeker pancarı posası ilavesinin yonca silajı kalitesi üzerine etkisi. *Van Veterinary Journal*. 2019;30(2): 71-76.
- Alagawany M, Farag MR, Abd El-Hack ME, et al. The practical application of sunflower meal in poultry nutrition. *Adv. Anim. Vet. Sci.* 2015;3(12): 634-648.
- Al-bayati AAQ, Cufadar Y. Yumurta tavuklarında rasyona farklı seviyelerde fındık küspesi ve enzim ilavesinin performans ve yumurta kalite özelliklerine etkisi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*. 2019;8(2): 71-77.
- Alçiçek A, Ayhan V, Taluğ MA, et al. Kanatlı Altlığının Bazı Yem Kaynakları ile Silolanma Olanakları ve Yem Değeri II: Portakal Posasının Broyler Altlığı ile Silolanma Olanakları ve Yem Değeri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2001;38(1).
- Aldemir R, Bolat D. Triticale silajına kuru şeker pancarı posası katılmasının silaj kalitesi üzerine etkisi. *Van Veterinary Journal*. 2019; 30(1): 57-61.
- Aldemir R, Karşı MA. Yaş şeker pancarı posası silajının arpa yerine kullanımının koyunlarda duodenuma geçen toplam protein üzerine etkisi: I. besin madde sindirimi ve mikrobiyal protein sentezi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2012;23(2): 89-98.
- Ataçlı S, Deniz S. Değişik şekillerde hazırlanan yaş şeker pancarı posası silajlarının in vivo ve in vitro sindirilebilirlikleri ile enerji içeriklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2013;24(1): 9-13.
- Altın Y, İrende İ, Arslanoğlu H, et al. Şlempe-Karbonatlama Keki Karışımlarının Piroлиз Ürünlerinden Potasyum Ekstraksiyonu ve Kalıntının Metilen Metilen Mavisi Adsorpsiyonu. *Firat University Journal of Engineering Science*. 2009; 21(1): 23-32.
- Altunbay SG, Kangal A, Gürel S. Şeker pancarından biyo-etanol üretimi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 2016;25(2): 334-339.
- Anonim 2025a. *Türkiye şeker üretim raporu*. (19/06/2025 tarihinde <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/2023%20C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/%C5%9Eeker%20Pancar%C4%B1%20ve%20C5%9Eeker%20C3%9Cr%-C3%BCn%20Raporu%20388-2023%20TEPGE.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
- Anonim 2025b. Türkiye şeker üretimi. (19/06/2025 tarihinde <https://www.turkseker.gov.tr/?ModulID=3&MenuID=55> adresinden ulaşılmıştır).
- Anonim 2025c. Şeker yan ürünleri. (19/06/2025 tarihinde <https://amasyaseker.com.tr/urunler/melas> adresinden ulaşılmıştır).
- Atalay P, Perendeci NA, Göksungur MY. Bira atıkları ve değerlendirme yöntemleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 2020;26(7): 1257-1266.
- Avcı M, Akdeniz H, Deniz S. Değişik Katkılarla Hazırlanan Yaş Şeker Pancarı Posası Silajlarının Kalitesinin Belirlenmesi. *Vet. Bil. Deg.* 2005;21(3-4): 39-45.
- Aydın M. Nar suyu üretimi yan ürünlerinden yenilikçi yöntemler ile elde edilen ekstraktların nar suyunun besinsel olarak zenginleştirilmesinde kullanımı. 2024; (Doctoral dissertation, Necmettin Erbakan University, Konya).
- Banaszkiewicz T. Nutritional value of soybean meal. El-Shemy H (ed.) *Soybean and nutrition*. Rijeka; 2011. p. 1-20.
- Baytok E, Yörük MA, Muruz H, et al. Yumurta tavuğu karma yemlerinde soya küspesi yerine fındık küspesi kullanılmasının yumurta verimi ve kalitesine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 1999;10(1): 92-97.
- Bonos E, Christaki E, Florou-Paneri P. The sunflower oil and the sunflower meal in animal nutrition. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2011;62(1): 58-70.
- Canbolat Ö, Kamalak A, Kara H. Nar posası silajına (*Punica granatum L.*) katılan ürenin silaj fermentasyonu, aerobik stabilite ve in vitro gaz üretimi üzerine etkisi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*. 2014;61: 217-223.
- Coppock CE, Lanham JK, Horner JL. A review of the nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottonseed meal and associated by-products by dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 1987;18(2): 89-129.
- Çalıyurt KT. Ayçiçek Yağı Sanayii İşletmelerinde Üretim Süreci ve Yan Ürün Maliyetlerinin Hesaplanması. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*. 2008;(39): 84-91.
- Çelik K, Ertürk MM, Ersoy İE. Farklı yem fabrikalarından örneklenen karma yem ve yem ham maddelerinde

- bazı kalite öğelerinin kantitatif araştırılması. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*. 2003;16(2): 161-168.
- Çetiner M, Bilek SE. Bitkisel protein kaynakları. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 2018;33(2): 111-126.
- Çevik A. Gıda Endüstrisi Yan Ürünleri ve Atıklarının Ekme ve Makarnanın Fonksiyonel Özelliklerinin Geliştirilmesinde Kullanımı. 2023; (Doctoral dissertation, Necmettin Erbakan University, Konya.
- Demirci M. Oleik ve Linoleik Tip Aspir Tohumlarının (Carthamus tinctorius L.) Ruminant Beslemede Kullanımı ve Etkileri. *Hayvansal Üretim*. 2020;61(1): 55-62.
- Demirkol M. Meyve Suyu İşleme Atıklarından Diyet Liflerinin İzolasyonu ve Yoğurt Üretiminde Kullanımı. Doktora tezi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2021; Ordu.
- Dündar AO, Zerenler M. Bir un fabrikasında hedef programlama uygulaması. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*. 2011;11(21): 73-94.
- Ellis RP, Cochrane MP, Dale MFB, et al. Starch production and industrial use. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1998;77(3): 289-311.
- Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ, et al. *Yemler yem hijyeni ve teknolojisi*. Ankara: 8. Edition; 2022.
- Ersan BG, Yorulmaz A. Yağlı tohum küspelerinin gıda endüstrisinde kullanım olanakları. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*. 2025;(34): 1-17.
- Erten K, Coskuntuna L, Koç F. Farklı Küspeler ile Hazırlanan Süt Sığırtı Rasyonlarının In Vitro Gaz Üretim Parametrelerinin Karşılaştırılması. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2023;11(11): 2059-2065.
- Filya İ. Ruminantların Beslenmesinde Korunmuş Protein Kullanımı Üzerinde Araştırmalar 1. Korunmuş Proteinlerin In Situ Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri. *Journal of Agricultural Sciences*. 2003;9(02): 162-169.
- Gençoğlu H, Deniz G, Orman A, et al. Broyler rasyonlarında fındık küspesinin kullanılma olanaklarının araştırılması. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2011;30(1): 29-34.
- Gültepe E, Bayram İ. Bitkisel ve endüstriyel atıkların ruminant beslemede etkin kullanımının hayvan verimi üzerine etkileri. *Türkiye Klinikleri Animal Nutrition and Nutritional Diseases-Special Topics*. 2019;5(3): 14-21.
- Güngör T, Başalan M, Aydoğan İ. Kırıkkale yöresinde üretilen bazı tane yemler ve yan ürünlerinde besin madde miktarları ve metabolize olabilir enerji düzeylerinin belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2007;54(2): 133-140.
- Kapucu G. Türkiye’de Meyve Suyu Endüstrisinin Durumu, Gelişmesi Sorunları ve Geleceğe Yönelik Öneriler (Master’s thesis, Ankara Üniversitesi. 1999; Ankara.
- Karadağ E, Okur AA. Nutrient contents of some food industry by-products and their usage possibilities as alternative feed raw materials in animal nutrition. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 2022;10(11): 2180-2187.
- Kırmızıgül A, Cufadar Y. Japon bıldırcınlarında (coturnix coturnix japonica) rasyona fındık küspesi ilavesinin büyüme performansı ve karkas özelliklerine etkisi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*. 2019;8(1): 28-35.
- Köse Ö, Karabulut HA, Kurtoglu İZ, et al. Effects of feed rations containing egg powder in different proportions on growth performance, feed utilization, body composition and survival rate of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) fry. *Su ürünleri dergisi*. 2021;38(1): 69-78.
- Kurt A. Toward a scientific understanding of DDGS. Liu K, Rosentrater KA (ed.) *Distillers grains: Production, properties, and utilization*. CRC press, NewYork. 2016.
- Kurt Ç. Buğday işleme fabrikasındaki işlem akışı ve enerji sarfıyatı (Master’s thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü). 2012; Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ.
- Lemiasheuski VO, Özcan MM. cereal product wastes and their utilization in various industrial areas. 2021; (2): 191-195.
- Li MH, Robinson EH. Use of cottonseed meal in aquatic animal diets: a review. *North American Journal of Aquaculture*. 2006;68(1): 14-22.
- Liu K. Chemical composition of distillers grains, a review. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2011;59(5): 1508-1526.
- Ma M, Ren Y, Xie W, et al. Physicochemical and functional properties of protein isolate obtained from cottonseed meal. *Food chemistry*. 2018;240: 856-862.
- Meral R, Kamberoğlu GS. Tahıllardan etanol üretimi. *Journal of the Institute of Science and Technology*. 2012;2(3): 61-68.
- Meral Y. *Besi sığırlarının bitirme dönemi rasyonlarında pirinç kepeğinin kullanım olanakları*. (Doctoral dissertation, Bursa Uludağ University. 2015; Bursa.
- Nursoy H, Şahin E, Terlemmez F. Kanola bitkisi ve ürünlerinin ruminant beslemede kullanımı. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2018;11(2): 109-114.
- Osman HM, Arık HD. Mısır Endüstrisi Yan Ürünlerinin İn Vitro Rumen Fermentasyon Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. 2022; Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Konya.
- Öğün MÖS. Yaş bira posası-ayçiçeği hasılı karışım silajlarında fermentasyon özellikleri ve toklularda ham besin maddelerinin sindirilebilirliği üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2006;3(3): 245-252.
- Özdemir M, Ülger İ. Şeftali posasının bazı meyve posaları ile silolanmasının besin madde kompozisyonu, enerji değeri ve organik madde sindirilebilirliği üzerine etkisi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*. 2022;5(2): 77-83.
- Özdüven ML, Coşkuntuna L, Koç F. Üzüm posası silajının fermentasyon ve yem değeri özelliklerinin saptanması. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2005;6(1): 45-50.
- Özek K. Aspirin Yem Değeri ve Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Kullanılabilir Olanakları: I. Kanatlıların

- Beslenmesinde Kullanımı ve Etkileri. *Journal of the Institute of Science & Technology/Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2016;6(4): 171-180.
- Özen N. Kolza küspesinin tavuk ve hindiler için yem değeri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2010;12(1): 209-219.
- Özkaya H, Seçkin R, Ercan R. Bazı ekmeklik buğdayların un, bonkalite, razmol ve kepeklerinin kimyasal bileşimleri ile mineral elementleri üzerinde araştırmalar. *Gıda*. 1984;9(2): 125-131.
- Pirçek Ş, Acar Z, Can M. bira endüstrisi yan ürünlerinin hayvan yemi olarak değerlendirilmesi. 6. International Çukurova agriculture and veterinary congress. December 22-24. 2023; Adana, Türkiye.
- Rice CW. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Washington DC: The National Academies Press; 2021. p. 360-413.
- Saeed F, Hussai M, Arshad MS, et al. Functional and nutraceutical properties of maize bran cell wall non-starch polysaccharides. *International Journal of Food Properties*. 2021;24(1): 233-248.
- Sarıca Ş. Nar suyu yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanımı olanakları. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*. 2011;28(2): 97-101.
- Saulnier L, Marot C, Chanliaud E, et al. Cell wall polysaccharide interactions in maize bran. *Carbohydrate polymers*. 1995;26(4): 279-287.
- Serna-Saldivar SO. Maize. In *ICC Handbook of 21st Century Cereal Science and Technology* (pp. 131-143). Academic Press; 2023.
- Stevenson LEO, Phillips F, O'sullivan K, et al. Wheat bran: its composition and benefits to health, a European perspective. *International journal of food sciences and nutrition*. 2012;63(8): 1001-1013.
- Şahin E, Nursoy H, Terlemez F. Kanola (*Brassica napus* L.)'nın hayvan besleme alanında kullanılan ürünleri ve bu ürünlerin üretimi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi* 2018;7(2): 30-35.
- Şahin E, Nursoy H, Terlemez F. Kanola (*Brassica napus* L.)'nın hayvan besleme alanında kullanılan ürünleri ve bu ürünlerin üretimi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*. 2018;7(2): 30-35.
- Şahin N. Değirmencilik Yan ürünlerinden bonkalite un ve ruşeymin ekstrüde çerez üretiminde kullanımı. Doktora tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2021; Konya.
- Şakalar B, Kamalak A. Melaslı kuru şeker pancarı posasının yonca bitkisinin silolanmasında kullanılması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 2016;31(1): 157-164.
- Şehu A, Çakır S, Şahin T. Determination of rumen degradability of some oilseeds and meals using nylon bag technique. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2010;57(3): 173-178.
- Şenyüz HH, Karşlı MA, Başalan M. Kurutulmuş damıtma-tane ve çözünürlerinin (DDGS) hayvan beslemede kullanımı. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 2015;55(2): 82-88.
- Şenyüz HH, Karşlı MA. Süt inekleri rasyonlarına mısır silajı yerine farklı düzeyde katılan patates posası silajının süt verimi, bileşenleri ve rumen uçucu yağ asitleri üzerine etkileri. Doktora tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2017; Kırıkkale.
- Tahir MI, Khaliq A, Pasha TN, et al. Comparative evaluation of maize bran, wheat bran and rice bran on milk production of Holstein Friesian cattle. *Int. J. Agric. Biol.* 2022;4(4): 559-560.
- Thirumalaisamy G, Purushothaman MR, Kumar PV, et al. Nutritive and feeding value of cottonseed meal in broilers. A review. *Adv. Anim. Vet. Sci.* 2016;4(8): 398-404.
- Tomar O, Akarca G, Çağlar A. Farklı Çimlendirme Süreleriyle Üretilen Malt Sirkelerin Bazı Kalite Özellikleri. *Kocatepe Veterinary Journal*. 2020;13(1): 30-37.
- Tunç AE. Tam yağlı soya, soya küspesi ve ekstrüde soyanın in situ ve in vitro rumen protein parçalanabilirlikleri arasındaki ilişkiler. 2017; Doktora tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- TÜİK. *Tarımsal istatistikler*. 2024. (19/06/2025 tarihinde <https://www.tuik.gov.tr/> adresinden ulaşılmıştır).
- Ulger İ, Özdemir M. Atık kırmızı ve beyaz üzüm posalarının alternatif kaba yem kaynağı olarak silolanmasının besin madde kompozisyonu ve silaj kalite özellikleri üzerine etkileri. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2023;6(1): 792-805.
- Ünal S. Kolza küspesinin toklu rasyonlarında kullanılması olanakları. *Lalahan Zoo. Araş. Ens. Der.* 1983;23(1-2): 3-20.
- Ünal Y, Sevim B, Gümüş E, et al. Elma Posası İlavesinin Yonca Silaj Kalitesine Etkilerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2024;12(7): 1190-1196.
- Yeşil ŞD, Aksu T. Ruminant Beslemede Alternatif Yem Kaynakları: Meyve ve Sebze İşleme Yan Ürünleri. *Van Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2024;17(3): 189-199.
- Zhang R, Ma S, Li L, et al. Comprehensive utilization of corn starch processing by-products: A review. *Grain & Oil Science and Technology*. 2021;4(3): 89-107.

HAYVANSAL KÖKENLİ YEMLER

Abdullah ÖZBİLGİN¹

1. Giriş

Hayvansal üretimde kullanılan her ürün insanlar tarafından tüketilmez. Bunun yerine, insan tüketimine sunulmayan karkas, kemik, sakatat, tüy, yağ ve kan kısımlarının ısıtılma maruz bırakıldığı bir süreçten (rendering) geçer. Elde edilen yan ürünler arasında et unu, kemik unu, tavuk unu, tüy unu, kan unu ve hayvansal yağ bulunur. Yağlı tohumlardan üretilen küspelerle karşılaştırıldığında, hayvansal yan ürünler esansiyel amino asit (AA), özellikle de lizin açısından zengindir. 1985 yılında İngiltere’de ilk kez sığırsüngerimsi ensefalopatisi (BSE) vakasının görülmesi ve hayvan yemlerinin mikrobiyel kontaminasyonu nedeniyle insanlarda görülen hastalıklara ilişkin endişeler, hayvansal kökenli yemlerin kullanımına ilişkin kısıtlamalarda yeni düzenlemeler yapılmasına yol açmıştır. Amerika’da BSE bulaşını önlemek amacıyla Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından, hayvan yemlerinde sığır kökenli materyallerin kullanımını yasaklanmıştır.

2. Hayvansal Kökenli Yan Ürünler (HKYÜ) Nelerdir?

Hayvansal kökenli yan ürünler (HKYÜ), insan tüketimine sunulmayan, gıda üretiminde kulla-

nılan hayvanlardan elde edilen ürün ve kalıntıları içerir. Kesim sonrasında hayvanların ağırlığının %32-48’i kalıntı olarak çıkar. Bu kalıntı malzemeler arasında et parçaları, yağ artıkları, kan, kemik, tüy, post ve deri gibi kısımlar bulunur. Benzer şekilde, tüketilmesi uygun olmayan tarihi geçmiş gıda ürünleri yani gıda atıkları hayvansal kökenli bileşenler (yağ, süt, yumurta, jelatin) içerebilir. Genel olarak, HKYÜ’ler hayvan beslemede kolay sindirilebilir bir formda önemli yem kaynaklarını ekonomik olarak sunar. Özellikle, esansiyel amino asitleri içeren yüksek kaliteli protein, yağ ve karbonhidrat, vitamin ve mineral kaynaklarını sağlarlar.

AB Mevzuatı ve hayvan yemlerinde HKYÜ kullanımına ilişkin gelecek beklentileri

Hayvan yemlerinde hayvansal kökenli yan ürünlerin kullanımı, 1069/2009 sayılı yönetmelik ve 142/2011 sayılı yönetmelik (HKYÜ Yönetmeliği), 999/2001 sayılı yönetmelik (Transmissible Spongiform Ensefalopati (TSE) Yönetmeliği) ve 183/2005 sayılı yönetmelik (Yem Hijyeni Yönetmeliği) dâhil olmak üzere Avrupa Birliği tarafından kapsamlı bir şekilde düzenlenmektedir. Ülkemizde de insan tüketimi amacıyla kul-

¹ Doç. Dr. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalığı AD, abduallahozbilgin@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-1675-3176

Tüy unu, birçok hayvan türü için gerekli olan amino asitler, özellikle de lizin, metiyonin, histidin ve triptofan bakımından yetersiz olduğundan kalitesi düşük bir protein kaynağıdır. Ayrıca tüy proteinlerinin ana bileşeni (%80-100) olan keratinin sindirilebilirliği de düşüktür. Düşük kaliteli protein kaynağını değerli bir protein kaynağına dönüştürmek için tüy ununun hidrolize edilmesi gerekir. Tüy unu; buhar ve basınç kullanılarak sterilize bir ürün elde etmek için ayrıca keratinin yapısını bozmak üzere hidrolize edilir. Bu işlem sırasında kükürt (S) buharlaşır ve bunun sonucunda tüy unu içindeki S içeriği hidrolizin derecesini değerlendirmek için kullanılabilir. Bazı durumlarda, kokuyu azaltmak ve besin değerini artırmak için hem asidik hem de enzimatik katkı maddeleri kullanılabilir. Tüy unu, kükürtlü AA'ler açısından yüksek konsantrasyona sahip olmasına karşın esansiyel amino asitlerden histidin ve lizin konsantrasyonu düşüktür. Bu eksikliği gidermek için tüy unu kan unu ile kombine edilebilir.

Dikalsiyum ve Trikalsiyum Fosfat

Her iki tuz da jelatin üretimi sırasında bir yan ürün olarak ortaya çıkar. Di-kalsiyum ve tri-kalsiyum fosfat genellikle monogastrik, kanatlı ve ruminant hayvanlar için yem takviyesi olarak mineral formunda kullanılan iyonik tuzlardır. Di ve tri-kalsiyum fosfat, monogastrik hayvanlardan elde edilebilir. Son yıllarda inorganik fosfatların çıkarılmasının artan maliyeti nedeniyle organik kökenli takviyelerin dünya genelinde tüketimi artmaktadır.

KAYNAKLAR

- AAFCO (Association of American Feed Control Officials). *Official Publication: Association of American Feed Control Officials Incorporated*. Oxford, UK: Association of American Feed Control; 2016.
- AbuGhazaleh AA, Schingoethe DJ, Hippen AR, et al. Conjugated linoleic acid increases in milk when cows fed fish meal and extruded soybeans for an extended period of time. *Journal of Dairy Science*. 2004;87:1758–1766. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73331-7
- Akayezu JM, Hansen WP, Otterby DE, et al. Yield response of lactating Holstein dairy cows to dietary fish meal or meat and bone meal. *Journal of Dairy Science*. 1997; 80:2950–2963.
- Alm M. *Review of the EU feed ban on non-ruminant Processed Animal Proteins: outlook of the European Fat Processors and Renderers Association (EFPPA)*. 2012a.TAIEX Workshop, 27th November 2012, Stavropol (Russia) <http://www.fefac.eu/file.pdf?FileID=42256&CacheMode=Fresh>
- Alm M. Why lift the ban in Europe? Are processed animal proteins of unique nutritional value in formulating rations for food producing animals? *Feed Compounder*. 2012b;32: 29–30.
- Almeida FN, Htoo JK, Thomson J, et al. Comparative amino acid digestibility in US blood products fed to weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 2013; 181:80–86. doi: 10.1016/j.anifeeds.2013.03.002
- Anonim. *İnsan Tüketimi Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliği*. 2011. Erişim adresi : <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?Mevzuat-No=15648&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>. Erişim tarihi: 03.05.2025
- Batterham ES, Lowe RF, Darnell RE, et al. Availability of lysine in meat meal, meat and bone meal and blood meal as determined by the slope-ratio assay with growing pigs, rats and chicks and by chemical techniques. *British Journal of Nutrition*. 1986;55:427–440.
- Blasi DA, Klopfenstein TJ, Drouillard JS, et al. Hydrolysis time as a factor affecting the nutritive value of feather meal and feather meal-blood meal combinations for growing calves. *Journal of Animal Science*. 1991;69:1272–1278.
- Boucher SE, Calsamiglia S, Parsons CM, et al. In vitro digestibility of individual amino acids in rumen-undegraded protein: The modified three-step procedure and the immobilized digestive enzyme assay. *Journal of Dairy Science*. 2009b;92:3939–3950. doi:10.3168/jds.2008-1992
- Boucher SE, Calsamiglia S, Parsons CM, et al. Intestinal digestibility of amino acids in rumen-undegraded protein estimated using a precision-fed cecectomized rooster bioassay: II. Distillers dried grains with solubles and fish meal. *Journal of Dairy Science*. 2009a;92:6056–6067. doi:10.3168/jds.2008-1885
- Burke JM, Staples CR, Risco CA, et al. Effect of ruminant grade menhaden fish meal on reproductive and productive performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1997;80:3386–3398.
- DARDNI (Department of Agriculture and Rural Development of Northern Ireland). *Using derived products and products of animal origin in farm animal feed*. 2014. <https://www.daera-ni.gov.uk/publications/using-derived-products-and-products-animal-origin-farm-animal-feed>
- Dekra. *Info Sheet 10: Animal Fats. Information sheet on RED double counting of wastes and residues*. <http://www.dekracertification.com>. 2011.

- Doppenberg J, Van der Aar PJ, Van Vuure C. Animal fat: Nutritious ingredient for animal diets. *All About Feed*. 2015;23(5): 9–11
- FDA (U.S. Food and Drug Administration). *Bovine spongiform encephalopathy. Feed ban enhancement: Implementation questions and answers*. 2008. [July 1, 2016]. http://www.fda.gov/AnimalVeterinary/GuidanceComplianceEnforcement/ComplianceEnforcement/BovineSpongiformEncephalopathy/ucm114453.htm#The_2008_Regulation.
- Feedipedia. *Blood meal*. 2015. <http://www.feedipedia.org/node/221>
- Ghaly AE, Ramakrishnan VV, Brooks MS, et al. Fish processing wastes as a potential source of proteins, amino acids and oils: A critical review. *Journal of Microbial & Biochemical Technology*. 2013;5:107–129. doi: 10.4172/1948-5948.1000110
- Goedeken FK, Klopfenstein TJ, Stock RA, et al. Protein value of feather meal for ruminants as affected by blood additions. *Journal of Animal Science*. 1990;68:2936–2944.
- Grant RJ, Haddad SG. Effect of a mixture of feather and blood meals on lactational performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1998;81:1358–1363.
- Hendriks WH, Butts CA, Thomas DV, et al. Nutritional quality and variation of meat and bone meal. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2002;15:1507–1516.
- Klemesrud MJ, Klopfenstein TJ, Lewis AJ. Evaluation of feather meal as a source of sulfur amino acids for growing steers. *Journal of Animal Science*. 2000;78:207–215. doi: 10.2527/2000.781207x
- Leoci R. *Animal By-Products (ABP): Origins, Uses, and European Regulations*. Mantova, Italy: Universitas Studiorum; 2014. ISBN: 978-88-97683-47-6
- Mattos R, Staples CR, Williams J, et al. Uterine, ovarian, and production responses of lactating dairy cows to increasing dietary concentrations of menhaden fish meal. *Journal of Dairy Science*. 2002;85:755–764. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74133-7
- Meeker DL. *Essential Rendering: All About the Animal By-products Industry*. Alexandria, VA: National Renderers Association, Fats and Proteins Research Foundation, and the Animal Protein Producers Industry; 2006
- Moritz JS, Latshaw JD. Indicators of nutritional value of hydrolyzed feather meal. *Poultry Science*. 2001;80:79–86.
- Moussavi AH, Gilbert RO, Overton TR, et al. Effects of feeding fish meal and n-3 fatty acids on milk yield and metabolic responses in early lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2007;90:136–144. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(07)72615-2
- Ockerman HW, Hansen CL. *Animal By-product Processing & Utilization*. Lancaster, PA: Technomic; 2000.
- Onifade AA, Al-Sane NA, Al-Musallam AA, et al. Potentials for biotechnological applications of keratin-degrading microorganisms and their enzymes for nutritional improvement of feathers and other keratins as livestock feed resources. *Bioresource Technology*. 1998;66:1–11.
- Papadopoulos MC. Processed chicken feathers as feedstuff for poultry and swine. *Agricultural Wastes*. 1985;14:275–290.
- Santos FAP, Santos JEP, Theurer CB, et al. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review. *Journal of Dairy Science*. 1998;81:3182–3213.
- Smith S, Smith TJ, Drake MA. Flavor and flavor stability of cheese, rennet, and acid wheys. *Journal of Dairy Science*. 2016; 99:3434–3444. doi: 10.3168/jds.2015-10482
- Stahel P, Purdie NG, Cant JP. Use of dietary feather meal to induce histidine deficiency or imbalance in dairy cows and effects on milk composition. *Journal of Dairy Science*. 2014;97:439–445. doi:10.3168/jds.2013-7269
- Staples CR, Mattos R, Risco CS, et al. *Improving cow fertility through fish meal supplementation*. 2005. [September 6, 2018]. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/AN/AN10900.pdf>.
- Tang J, Feng H, Shen G-Q. Drum drying. In: Heldman DR, Moraru CI, editors. *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering*. 2003; 211–214. DOI: 10.1081/E-EAFE 1200070912003.
- The Fish Site. Production & Consumption of Fishmeal. <http://www.thefishsite.com/articles/1288/production-consumption-of-fishmeal> applications of keratin-degrading microorganisms and their enzymes for nutritional improvement of feathers and other keratins as livestock feed resources. 2012.
- Traylor SL, Cromwell GL, Lindemann MD. Bioavailability of phosphorus in meat and bone meal for swine. *Journal of Animal Science*. 2005;83:1054–1061.
- Wang X, Parsons CM. Bioavailability of the digestible lysine and total sulfur amino acids in meat and bone meals varying in protein quality. *Poultry Science*. 1998;77: 1003–1009
- Wright TC, Holub BJ, Hill AR, et al. Effect of combinations of fish meal and feather meal on milk fatty acid content and nitrogen utilization in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2003;86:861–869. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73669-8
- Zimmerman DR. Effect of inedible egg product on growth performance of weanling pigs. *Swine Research Report*, 1999. Paper 14. http://lib.dr.iastate.edu/swinereports_1999/14

YEMLİK YAĞLAR

Hikmet TİTREK¹

1. Giriş

Yağ asitlerinin, gliserol molekülü ile esterleşmesinden meydana gelen yağlar, oda sıcaklığında katı ya da sıvı formda bulunan, suda çözünmeyen ancak kloroform, eter, alkol, aseton gibi organik çözücülerde çözünen organik maddelerdir. Yağ asitlerinin tanımlanmasında karbon zincir uzunlukları (C2-C24) kullanılmaktadır. Yağ asitleri 6 karbondan daha az zincir uzunluğuna sahip ise kısa zincirli, 6 ile 12 karbon arasında ise orta zincirli ve 12'den fazla karbona sahip olanlar uzun zincirli olarak kabul edilmektedir. Yapılarında bulunan yağ asitleri doymunluk derecesine göre doymuş ve doymamış olmak üzere ikiye ayrılmakta, yağların özelliklerinin belirlenmesinde rol oynamaktadır. Doymuş yağ

asitleri çift bağ içermezken, tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) bir çift bağ içermekte, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) iki ve üzeri çift bağ içermektedir. Bazı doymuş ve doymamış yağ asitleri Tablo 1'de verilmiştir.

Yağlar, hayvan beslenmesinde kullanılan doğal yemlerin çoğunda (yağlı tohumlar hariç) az miktarda (50 g/kg KM'den az) bulunmaktadır. Yağlar, sindirilebilir karbonhidratların ve proteinlerin sağladığı enerjiden (her biri yaklaşık 4.1 kcal/g) çok daha yüksek enerji (yaklaşık 9.4 kcal/g) sağlayabilmektedir. Yağların yapı taşlarından olan bazı yağ asitleri hayvan beslenmesinde esansiyel özellikte olup rasyon ile alınması gereklidir. Linoleik asit (C18:2), linolenik asit (C18:3) ve araşidonik asit (C20:4) esansiyel özelliktedir.

¹ Öğr. Gör. Dr., Trakya Üniversitesi, Keşan Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Laborant ve Veteriner Sağlık Pr., hikmettitrek@trakya.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-7573-7523

Tablo 4. Hayvan yemlerinde kullanılan yağların metabolize olabilir enerji (ME) değerleri

Yağ Kaynakları	Ruminant (kcal/kg)	Kanatlı (kcal/kg)
Mısır yağı	8600	9220
Soya yağı	8200	9220
Palm yağı	-	8400
Aspir yağı	-	9220
Siğir iç yağı	7900	8500
Kanatlı yağı	8000	9000
Balık yağı	-	9000
Hayvansal ve bitkisel yağ karışımı	9500-11000	9500-11000
Kullanılmış yağ	8800	8900
Hidrojenize by-pass yağ	6750	-
Ca-sabunu by-pass yağ	6250	-

Yüksek enerji içeriği olması, esansiyel yağ asitlerini içermesi, yağda eriyen vitaminlerin kaynağı olması, tozmayı önlemesi, homojeniteyi sağlaması, ekipman ömrünü uzatması ve daha birçok avantajı bulunması nedeniyle yağlar önemli bir besin maddesidir. Ancak kullanılan yağların içeriğine, kalitesine ve özellikle acılaştırmış olmasına dikkat edilmeli, bu parametreler uygun şekilde değerlendirildikten sonra rasyonlarda hayvan ihtiyaçlarına uygun olarak kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Baião NC, Lara LJC. Oil and fat in broiler nutrition. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2005;7(3): 129-141.
- Behan AA, Loh TC, Fakurazi S, et al. Effects of supplementation of rumen protected fats on rumen ecology and digestibility of nutrients in sheep. *Animals*. 2019;9(7): 400. doi: 10.3390/ani9070400
- Besharati M, Giannenas I, Palangi V, et al. Chitosan/calcium alginate encapsulated flaxseed oil on dairy cattle diet: in vitro fermentation and fatty acid biohydrogenation. *Animals*. 2022;12(11): 1400. doi: 10.3390/ani12111400
- Bhatt RS, Sahoo A, Shinde AK, et al. Change in body condition and carcass characteristics of cull ewes fed diets supplemented with rumen bypass fat. *Livestock Science*. 2013;157(1): 132-140. doi: 10.1016/j.livsci.2013.06.025
- Çetingül İS, Yardımcı M. The importance of fats in farm animal nutrition. *Kocatepe Veterinary Journal*. 2008;1: 77-81.
- Doreau M, Chilliard Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *British Journal of Nutrition*. 1997;78(1): S15-S35.

- Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Küçükersan MK, Küçükersan S, Şehu A, Saçaklı P. *Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi*. (Genişletilmiş 6. Baskı). Ankara: Kardelen Ofset Matbaacılık; 2016.

- FAO. Codex Standard for Named Animal Fats (CODEX-STAN 211-1999). Food and Agriculture Organisation of the United Nation, Rome, Italy, 1999.

- Ibrahim NA, Alimon AR, Yaakub H, et al. Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation and microbial population in ruminant: A review. *Tropical Animal Health and Production*. 2021;53(4): 422. doi: 10.1007/s11250-021-02863-4

- Karabulut A, Canbolat Ö. *Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri*. Bursa: Uludağ Üniversitesi Yayınları; 2005.

- Kellems RO, Church DC. *Çiftlik Hayvanlarının Yemleri ve Beslenmesi*. (Müjdat ALP, Neşe KOCABAĞLI, Çev. Eds.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık; 2016.

- Kerr BJ, Kellner TA, Shurson GC. Characteristics of lipids and their feeding value in swine diets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2015;6(1): 30. doi: 10.1186/s40104-015-0028-x

- Kulkarni P. *Oxidation of oil and its associated losses in poultry nutrition*. (25/02/2025 tarihinde https://en.engormix.com/poultry-industry/poultry-nutrition-other-additives/oxidation-oil-its-associated_a45429/ adresinden ulaşılmıştır).

- Moallem U. Invited review: Roles of dietary n-3 fatty acids in performance, milk fat composition, and reproductive and immune systems in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(10): 8641-8661. doi: 10.3168/jds.2018-14772

- Musigwa S, Morgan N, Swick R, et al. Optimisation of dietary energy utilisation for poultry-a literature review. *World's Poultry Science Journal*. 2021;77(1): 5-27. doi: 10.1080/00439339.2020.1865117

- National Research Council (NRC). *Nutrient Requirement of Dairy Cattle*. (7th ed.). Washington DC: National Academy Press; 2001.

- Özdoğan M, Sarı M. Kanatlı rasyonlarına yağ katkısı. *Hayvansal Üretim*. 2001;42(1): 28-34.
- Ravindran V, Tanchaenrat P, Zaefarian F, et al. Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilisation. *Animal Feed Science and Technology*. 2016;213: 1-21. doi: 10.1016/j.anifeeds.2016.01.012
- Rodney RM, Celi P, Scott W, et al. Effects of dietary fat on fertility of dairy cattle: A meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science*. 2015;98(8): 5601-5620. doi: 10.3168/jds.2015-9528
- Rosero DS, Boyd RD, Odle J. Optimizing dietary lipid use to improve essential fatty acid status and reproductive performance of the modern lactating sow: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2016;7: 1-18. doi: 10.1186/s40104-016-0092-x
- Sharma H, Giriprasad R, Goswami M. Animal fat-processing and its quality control. *Journal of Food Processing Technology*. 2013;4(8): 1000252. doi: 10.4172/2157-7110.1000252
- Shurson GC, Kerr BJ, Hanson AR. Evaluating the quality of feed fats and oils and their effects on pig growth performance. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2015;6(1): 10. doi:10.1186/s40104-015-0005-4
- Şenköylü N. *Modern Tavuk Üretimi*. Tekirdağ: Çiftlik Yayıncılık; 1991.
- Tanchaenrat 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. doi: 10.3382/ps.2013-03344
- Wealleans AL, Bierinckx K, di Benedetto M. Fats and oils in pig nutrition: Factors affecting digestion and utilization. *Animal Feed Science and Technology*. 2021;277: 114950. doi: 10.1016/j.anifeeds.2021.114950
- Yin J, Jiao Y, Kim Y, et al. Effects of reducing dietary energy (tallow) in diets containing emulsifier blend on growth performance, nutrient digestibility, and blood profile in growing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*. 2019;99(1): 206-209. doi: 10.1139/cjas-2017-0155.
- Zinn, RA. Fat quality and feeding value of fat for feedlot cattle. In: *Southwest nutrition and management conference, 1995, Ahwatukee, Arizona, USA*, (pp. 43-58).
- Zinn RA, Jorquera AP. Feed value of supplemental fats used in feedlot cattle diets. *Veterinary Clinics Food Animal Practice*. 2007;23(2): 247-268.

MİNERAL YEMLER

Mehmet Ali BAL¹
Metehan SANCAR²

1. Giriş

Tüm hayvanlar, farklı mineral elementleri değişen oranlarda vücutlarında barındırmakta ve canlılıklarının devamı için bu minerallere ihtiyaç duymaktadır. Bu elementler vücutta genel olarak oksit, karbonat, fosfat, sülfat bileşikler ya da farklı tuz formlarında bulunurlar. Yalnızca hayvanlar değil, hayvan yemlerinin büyük bölümünü oluşturan bitkilerde de mineraller aynı formlarda ve değişken oranlarda bulunmaktadır. Bu minerallerin kümülatif olarak ölçülmesi için özelleşmiş fırınlarda organik maddenin yakılması sonucu elde edilen kül kullanılmaktadır. Kısacası, yemlerin mineral kısmı ham kül olarak adlandırılmaktadır.

Hayvan vücudunda değişen oranlarda 20 ile 30 mineral element bulunmaktadır. Bunlardan 22 tanesi esansiyel element olarak tanımlanmıştır. Esansiyel olarak tanımlanan elementlerden kalsiyum (Ca), fosfor (P), potasyum (K), sodyum (Na), klor (Cl), magnezyum (Mg) ve kükürt (S) olmak üzere 7 tanesi makromineraller olarak tanımlanırken; Demir (Fe), iyot (I), çinko (Zn),

bakır (Cu), mangan (Mn), kobalt (Co), molibden (Mo), selenyum (Se), krom (Cr), alüminyum (Al), vanadyum (V), flor (F), silisyum (Si), nikel (Ni) ve Arsenik (Ni) ise mikromineral ya da iz element olarak tanımlanmaktadır. Esansiyel olarak belirtilmeyen ancak hayvan vücudunda tespit edilen mineraller, vücutta çok düşük ve değişken düzeylerde bulunmaktadır. Bu minerallerin, çevreden tesadüfen alınan elementlerin kalıntısı olduğu düşünülmektedir.

Mineraller vücutta temelde dört genel fonksiyona sahiptir. Bunlar; yapısal, fizyolojik, katalitik ve düzenleyici fonksiyonlardır. Tek bir mineral element birçok farklı göreve sahip olabilmektedir. Mineraller, organik moleküllerin aksine sindirim sonucunda metabolize olabilir formlarına parçalanmamaktadır. Yani başka bir deyişle sindirilmemektedirler. Minerallerin emilimi, divalent metal taşıyıcılar gibi kompleks mekanizmalar tarafından düzenlenmektedir. Mineraller genellikle bağırsak mukozasından karaciğere gelir. Karaciğerden periferik dolaşıma katılır ve kullanılacakları doku ve organlardaki

¹ Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, mehmetali.bal@deu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-8906-6633

² Arş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, metehan.sancar@deu.edu.tr, ORCID iD: 0009-0005-8967-0418

KAYNAKLAR

- Abbasi F, Fakhur-un-Nisa T, Liu J, et al. Low digestibility of phytate phosphorus, their impacts on the environment, and phytase opportunity in the poultry industry. *Environmental Science and Pollution Research* 2019; 26: 9469-9479.
- Alloway BJ. *Zinc in soils and crop nutrition*. 2nd ed. International Zinc Association Brussels, 2008.
- Ammerman CB, Goodrich RD. Advances in Mineral Nutrition in Ruminants. *Journal of Animal Science* 1983; 57: 519-533.
- Ammerman CB. Methods for estimation of mineral bioavailability. *Bioavailability of Nutrients for Animals* 1995; 83-94.
- Anwar MN, Ravindran V, Morel PCH, et al. Effect of limestone particle size and calcium to non-phytate phosphorus ratio on true ileal calcium digestibility of limestone for broiler chickens. *British Poultry Science* 2016; 57: 707-713.
- Anwar MN, Ravindran V, Morel PCH, et al. Measurement of true ileal calcium digestibility in meat and bone meal for broiler chickens using the direct method. *Poultry Science* 2016; 95: 70-76.
- Bai SP, Lu L, Luo XG, et al. Cloning, Sequencing, Characterization, and Expressions of Divalent Metal Transporter One in the Small Intestine of Broilers. *Poultry Science* 2008; 87: 768-776.
- Bhagat S, Singh S. Nanominerals in nutrition: Recent developments, present burning issues and future perspectives. *Food Research International*; 160. Epub ahead of print 1 October 2022. DOI: 10.1016/j.foodres.2022.111703.
- Boudon A, Graulet B, Giger-Reverdin S, et al. Minerals, vitamins and water supply. In: *INRA feeding system for ruminants*. Wageningen Academic, 2019, pp. 79-88.
- Burnell TW, Cromwell GL, Stahly TS. Effects of Particle Size on the Biological Availability of Calcium and Phosphorus in Defluorinated Phosphate for Chicks. *Poultry Science* 1990; 69: 1110-1117.
- Byrne L, Murphy RA. Relative Bioavailability of Trace Minerals in Production Animal Nutrition: A Review. *Animals* 2022; 12: 1981.
- Coates DB, Kerridge PC. Quality of legume-based pasture and their relation to animal production. *Tropical Grasslands* 1990; 24: 209-220.
- da Silva CJ, Leonel F de P, Pereira JC, et al. Sulfur sources in protein supplements for ruminants. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2014; 43: 537-543.
- Demirbas A. β -Glucan and mineral nutrient contents of cereals grown in Turkey. *Food Chemistry* 2005; 90: 773-777.
- Dicalcium phosphate anhydrous | Tables of composition and nutritional values of feed materials INRA CIRAD AFZ, <https://www.feedtables.com/content/dicalcium-phosphate-anhydrous> (accessed 19 May 2025).
- Ettle T, Schlegel P, Roth FX. Investigations on iron bioavailability of different sources and supply levels in piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2008; 92: 35-43.
- Garg AK, Mudgal V, Dass RS. Effect of Organic Zinc Supplementation on Growth, Nutrient Utilization and Mineral Profile in Lambs. *Animal Feed Science and Technology* 2008; 144: 82-96.
- Gerloff BJ. Effect of selenium supplementation on dairy cattle. *Journal of Animal Science* 1992; 70: 3934-3940.
- Goff JP. Determining the mineral requirement of dairy cattle. In: *Proceedings of the 11th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, University of Florida, Gainesville, FL, USA*. 2000, pp. 106-132.
- González-Montaña JR, Escalera-Valente F, Alonso AJ, et al. Relationship between vitamin B12 and cobalt metabolism in domestic ruminant: An update. *Animals* 2020; 10: 1-36.
- Gorlov IF, Mosolova NI, Zlobina EY, et al. Use of New Supplement Feeds Based on Organic Iodine in Rations of Lactating Cows Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-milk Production. *J Agric & Environ Sci* 2014; 14: 401-406.
- Gürsoy E, Macit M. Erzurum İli Çayır Ve Meralarında Doğal Olarak Yetişen Bazı Baklagil Ve Buğdaygil Yem Bitkilerinin Mineral Madde Kompozisyonlarının Belirlenmesi. *Alinteri Journal of Agriculture Science* 2017; 32: 1-9.
- Heaney RP. Factors Influencing the Measurement of Bioavailability, Taking Calcium as a Model. *The Journal of Nutrition* 2001; 131(4): 1344-1348.
- Henry MH, Pesti GM. An investigation of calcium citrate-malate as a calcium source for young broiler chicks. *Poultry Science* 2002; 81: 1149-1155.
- Henry PR, Benz SA. Magnesium bioavailability. *Bioavailability of Nutrients for Animals* 1995; 201-237.
- Hill GM, Shannon MC. Copper and Zinc Nutritional Issues for Agricultural Animal Production. *Biological Trace Element Research* 2019 188:1 2019; 188: 148-159.
- Hopkins A, Adamson AH, Bowling PJ. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of sites. *Grass and Forage Science* 1994; 49: 9-20.
- Kalbande VH, Ravikanth K, Maini S, et al. Methionine Supplementation Options in Poultry. *International Journal of Poultry Science* 2009; 8: 588-591.
- Karn JF. Phosphorus nutrition of grazing cattle: a review. *Animal Feed Science and Technology* 2001; 89: 133-153.
- Kiarie E, Nyachoti CM. Bioavailability of calcium and phosphorus in feedstuffs for farm animals. *Phosphorus and Calcium Utilization and Requirements in Farm Animals* 2010; 76-93.
- Korkmaz S, Sait A, Bilal T. In Vitro Biocompatibility and Antioxidant Capacities of Common Feed Preservative Additives: Calcium Lactate, Potassium Sorbate, Calcium Propionate, and Citric Acid.

- Kumar V, Sinha AK. General aspects of phytases. *Enzymes in Human and Animal Nutrition: Principles and Perspectives* 2018; 53-72.
- Lean IJ, DeGaris PJ, McNeil DM, et al. Hypocalcemia in Dairy Cows: Meta-analysis and Dietary Cation Anion Difference Theory Revisited. *Journal of Dairy Science* 2006; 89: 669-684.
- Li X, Zhang D, Yang TY, et al. Phosphorus Bioavailability: A Key Aspect for Conserving this Critical Animal Feed Resource with Reference to Broiler Nutrition. *Agriculture* 2016; 6: 25.
- Lichovnikova M. The effect of dietary calcium source, concentration and particle size on calcium retention, eggshell quality and overall calcium requirement in laying hens. *British Poultry Science* 2007; 48: 71-75.
- Liesegang A, Chiappi C, Risteli J, et al. Influence of different calcium contents in diets supplemented with anionic salts on bone metabolism in periparturient dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2007; 91: 120-129.
- Lima FR, Mendonça CX, Alvarez JC, et al. Biological evaluations of commercial dicalcium phosphates as sources of available phosphorus for broiler chicks. *Poultry Science* 1997; 76: 1707-1713.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, et al. *Animal Nutrition Seventh Edition*. 7th ed. 2010.
- McDowell LR. Feeding minerals to cattle on pasture. *Animal Feed Science and Technology* 1996; 60: 247-271.
- Minson D. *Forage in ruminant nutrition*. Elsevier, 2012.
- Monocalcium phosphate | Tables of composition and nutritional values of feed materials INRA CIRAD AFZ, <https://www.feedtables.com/content/monocalcium-phosphate> (accessed 19 May 2025).
- Morris JG. Assessment of Sodium Requirements of Grazing Beef Cattle: a Review. *Journal of Animal Science* 1980; 50: 145-152.
- National Academies of Sciences E and MD on E and LSB on A and NRC on NR of DC. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*. National Academies Press, 2021.
- National Research Council & S on PN. *Nutrient Requirements of Poultry Ninth Revised Edition*. 1994.
- Nutrient Requirements of Dairy Cattle Seventh Revised Edition National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Division on Earth and Life Studies, Board on Agriculture and Natural Resources, Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academies Press, 2001. Epub ahead of print January 2001. DOI: 10.17226/9825.
- Qiu K, Chang X, Wang J, et al. Effects of Dietary Calcium Lactate Supplementation on Laying Performance, Blood Index, Shinbone Quality, Jejunal Immunity, and Egg Quality of Aged Laying Hens. *Agriculture* 2024; 14: 256.
- Ravindran V, Bryden WL, Kornegay ET. Phytates: Occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. *Poultry and Avian Biology Reviews* 1995; 6: 125-143.
- Rychen G, Aquilina G, Azimonti G, et al. Safety of lactic acid and calcium lactate when used as technological additives for all animal species. *EFSA Journal* 2017; 15: 38-49.
- Schonewille JT. Magnesium in dairy cow nutrition: An overview. *Plant and Soil* 2013; 368: 167-178.
- Scott A, Vadalasetty KP, Chwalibog A, et al. Copper nanoparticles as an alternative feed additive in poultry diet: A review. *Nanotechnology Reviews* 2018; 7: 69-93.
- Spears JW. Review: History of chromium in animal nutrition in the United States. *Applied Animal Science* 2025; 41: 65-75.
- Suttle NF. *Mineral Nutrition of Livestock, 4th Edition*. 2010.
- Thiex N, Novotny L, Crawford A. Determination of ash in animal feed: AOAC Official Method 942.05 revisited. In: *Journal of AOAC International*. AOAC International, 2012, pp. 1392-1397.
- Tucker WB, Hogue JF, Waterman DF, et al. Role of sulfur and chloride in the dietary cation-anion balance equation for lactating dairy cattle. *Journal of Animal Science* 1991; 69: 1205-1213.
- Tufarelli V, Laudadio V. Manganese and Its Role in Poultry Nutrition: An Overview. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 2017; 5: 749-754.
- Waheed M, Butt MS, Shehzad A, et al. Eggshell calcium: A cheap alternative to expensive supplements. *Trends in Food Science & Technology* 2019; 91: 219-230.
- Welch RM, House WA. Factors affecting the bioavailability of mineral nutrients in plant foods. *Crops as Sources of Nutrients for Humans* 2015; 37-54.
- Williams B, Waddington D, Solomon S, et al. Dietary effects on bone quality and turnover, and Ca and P metabolism in chickens. *Research in Veterinary Science* 2000; 69: 81-87.
- Xiong W, Nie J, Luo J, et al. Effects of dietary iron supplementation on reproductive performance of sows and growth performance of piglets. *Journal of Animal Science*; 102.
- Zhang LY, Lu L, Zhang LY, et al. The chemical characteristics of organic iron sources and their relative bioavailabilities for broilers fed a conventional corn-soybean meal diet. *Journal of Animal Science* 2016; 94: 2378-2396.

ALTERNATİF YEM KAYNAKLARI

Özlem KARADAĞOĞLU¹
Mükrem ÖLMEZ²

1. Giriş

Alternatif yem kaynakları, hayvan beslemede kullanılan geleneksel yemlerin yerine geçen veya bunları tamamlayıcı nitelikteki yem maddelerini ifade eder. Bu kaynaklar, ekonomik maliyetlerin düşürülmesi, sürdürülebilirliğin sağlanması ve çevresel etkilerin azaltılması amacıyla önemli bir rol oynamaktadır. Son yıllarda gıda ürünleri ve tarımsal faaliyetlerden türetilen yan ürünler, mikroalgler ve böcek unları gibi çeşitli yeni alternatiflerin hayvan beslemede öne çıktığı gözlemlenmektedir.

Yem kaynaklarının çeşitlendirilmesi, ucuz yem kaynaklarının değerlendirilmesi, sürdürülebilirlik ve hayvansal ürünlerin miktar ve değerini artırmak için kritik öneme sahiptir. Birçok alternatif yem kaynağı, ithal ve genetiği değiştirilmiş ürünlerin yerine konması noktasında beslenme stratejilerinin genişlemesine yardımcı olmaktadır. Özellikle alg, böcek unları gibi yüksek protein içerikli ürünler besin değerleri ile dikkat çekmekte ve sağlık açısından faydalı maddeler içermektedir.

Fındık ve fıstık küspesi gibi tarımsal yan ürünlerin yem olarak değerlendirilmesi, çiftlik

hayvanlarının beslenmesinde alternatif bir çözüm sunmaktadır. Böylece, geleneksel kaynakların kısıtlılığı nedeniyle ihtiyacı karşılamak için farklı hammadde kaynaklarına yönelme gereği doğmaktadır. Tarım ve gıda sektöründeki atıkların yeniden değerlendirilmesi de alternatif yem kaynakları açısından önem taşımaktadır. Bu yöntemler, çevre kirleticilerin azaltılması ve gıda israfının önlenmesi açısından da önemlidir. Bu kaynakların stratejik olarak değerlendirilmesi, hayvancılık sektörünün uzun dönemli sürdürülebilirliğini garantileyecek önlemler arasında bulunmaktadır.

Sürdürülebilirlik, çevresel etki ve hayvan yemi arasındaki ilişki, modern tarım ve hayvancılık uygulamalarında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Geleneksel hayvan yemi üretimi, geniş toprak alanı gereksinimi, su tüketimi ve sera gazı emisyonları gibi ciddi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Araştırmalar, hayvancılığın iklim değişikliği üzerindeki etkilerine ve toprak erozyonuna yol açan pratiklere dikkat çekmektedir. Bu durum iklim değişikliği ve biyolojik çeşitliliğin kaybı ile giderek daha fazla ilişkilendirilmektedir. Alternatif yem kaynak-

¹ Prof. Dr., Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootehni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, drozlemkaya@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-5917-9565

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

KAYNAKLAR

- Abarghuei MJ, Rouzbehan Y, Alipour D. The influence of the grape pomace on the ruminal parameters of sheep. *Livestock Science*. 2010;132(1): 73-79. doi:10.1016/j.livsci.2010.05.002
- Adarme-Vega TC, Lim DK, Timmins M, et al. Microalgal biofactories: a promising approach towards sustainable omega-3 fatty acid production. *Microbial cell factories*. 2012;11: 96. doi:10.1186/1475-2859-11-96
- Afzalzadeh A, Boorboor A, Fazaeli H, et al. Effect of Feeding Bakery Waste on Sheep Performance and the Carcass Fat Quality. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2007;6.
- Aksu T, Yeşil ŞD. Ruminant Beslemede Alternatif Yem Kaynakları: Meyve ve Sebze İşleme Yan Ürünleri. *Van Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2024;17(3): 189-199. doi:10.52976/vansaglik.1505845
- Al Hasani S, Al-Attabi Z, Waly M, et al. Polyphenol and Flavonoid Stability of Wild Blueberry (Sideroxylon mascatense) during Air- and Freeze-Drying and Storage Stability as a Function of Temperature. *Foods (Basel, Switzerland)*. 2023;12(4). doi:10.3390/foods12040871
- Altan NN, Acar M. The in vitro energy and enteric methane values of three microalgae species for ruminants. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*. 2025;62(2): 163-172. doi:10.20289/zfdergi.1404998
- Amara AA, El-Baky NA. Fungi as a Source of Edible Proteins and Animal Feed. *Journal of Fungi*. 2023;9(1): 73.
- Amici A, Verna M, Martillotti F. Olive by-products in animal feeding: improvement and utilization. *Options Méditerranéennes*. 1991;16: 149-152.
- Arous F, Azabou S, Jaouani A, et al. Biosynthesis of single-cell biomass from olive mill wastewater by newly isolated yeasts. *Environmental Science and Pollution Research*. 2016;23(7): 6783-6792. doi:10.1007/s11356-015-5924-2
- Asfi M, Ouzounidou G, Moustakas M. Evaluation of olive oil mill wastewater toxicity on spinach. *Environmental science and pollution research international*. 2012;19(6): 2363-2371. doi:10.1007/s11356-012-0746-y
- Ayyat MS, A. Abdel-Rahman G, Ayyat AMN, et al. Evaluation of leaf protein concentrate from Beta vulgaris and Daucus carota as a substitute for soybean meal in Oreochromis niloticus fingerlings diets. *Aquaculture Research*. 2021;52(7): 3256-3269. doi:10.1111/are.15171
- Basu A, Wilkinson M, Penugonda K, et al. Freeze-dried strawberry powder improves lipid profile and lipid peroxidation in women with metabolic syndrome: baseline and post intervention effects. *Nutrition Journal*. 2009;8: 43. doi:10.1186/1475-2891-8-43
- Bhatt DS, Debnath SC. Genetic Diversity of Blueberry Genotypes Estimated by Antioxidant Properties and Molecular Markers. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*. 2021;10(3). doi:10.3390/antiox10030458
- Bleakley S, Hayes M. Algal Proteins: Extraction, Application, and Challenges Concerning Production. *Foods (Basel, Switzerland)*. 2017;6(5). doi:10.3390/foods6050033
- Bodie AR, Micciche AC, Atungulu GG, et al. Current Trends of Rice Milling Byproducts for Agricultural Applications and Alternative Food Production Systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2019;Volume 3 - 2019. doi:10.3389/fsufs.2019.00047
- Bovera F. Use of Tenebrio molitor larvae meal as protein source in broiler diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat trait. *Journal of Animal Science*. 2016;94: 639-647.
- Broom DM, Galindo FA, Murgueitio E. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings Biological sciences*. 2013;280(1771): 20132025. doi:10.1098/rspb.2013.2025
- Chen S, Li X, Ma X, et al. Lighting the way to sustainable development: Physiological response and light control strategy in microalgae-based wastewater treatment under illumination. *Science of The Total Environment*. 2023;903: 166298. doi:10.1016/j.scitotenv.2023.166298
- Cıbık M, Keles G. Effect of stoned olive cake on milk yield and composition of dairy cows. *Revue de médecine vétérinaire*. 2016;167: 154-158.
- Çağan Ulusan E, Oğuz MN. Hayvan Beslemede Kullanılan Alternatif Protein Kaynakları: Geleneksel Derleme. *Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences*. 2024;15(1).
- Dalkılıç B. Zeytinyağı Endüstrisi Yan Ürünlerinin Hayvan Besleme Alanında Değerlendirilme Olanakları. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*. 2018;5(3): 904-913.
- Danieli PP, Lussiana C, Gasco L, et al. The effects of diet formulation on the yield, proximate composition, and fatty acid profile of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) prepupae intended for animal feed. *Animals*. 2019;9(4): 178. doi:10.3390/ani9040178
- Demirel R, Demirel DŞ. Tek hücre proteinlerinin insan ve hayvan beslemede kullanımı. *Journal of the Institute of Science and Technology*. 2018;8(3): 327-336. doi:10.21597/jist.458671
- Doğan E, Kırkpınar F, Bazı Alternatif Yem Kaynaklarının Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları. *7th International Students Science Congress*; 2023; İzmir - Türkiye.
- El Hachemi A, El Mecherfi KE, Benzineb K, et al. Supplementation of olive mill wastes in broiler chicken feeding. *African Journal of Biotechnology*. 2007;6(15). doi:10.5897/AJB2007.000-2274
- Erinle TJ, Adewole DI. Fruit pomaces—Their nutrient and bioactive components, effects on growth and health of poultry species, and possible optimization techniques. *Animal nutrition*. 2022;9(9): 357-377. doi:10.1016/j.aninu.2021.11.011
- Fermoso FG, Serrano A, Alonso-Fariñas B, et al. Valuable compound extraction, anaerobic digestion, and composting: a leading biorefinery approach for agricultural wastes. *Journal of Agricultural and Food*

- Chemistry*. 2018;66(32): 8451-8468. doi:10.1021/acs.jafc.8b02667
- Gasco L, Biasato I, Dabbou S, et al. Animals Fed Insect-Based Diets: State-of-the-Art on Digestibility, Performance and Product Quality. *Animals : an open access journal from MDPI*. 2019;9(4). doi:10.3390/ani9040170
- Ghanbari R, Anwar F, Alkharfy KM, et al. Valuable nutrients and functional bioactives in different parts of olive (*Olea europaea* L.)-a review. *International journal of molecular sciences*. 2012;13(3): 3291-3340. doi:10.3390/ijms13033291
- Guerra-Rivas C, Gallardo B, Mantecón Á R, et al. Evaluation of grape pomace from red wine by-product as feed for sheep. *Journal of the science of food and agriculture*. 2017;97(6): 1885-1893. doi:10.1002/jsfa.7991
- Gül E, Çelik V. Biyofarmasötik Keşif, Geliştirme ve Üretimin Güncel Paradigması Olarak Mikroorganizmaların Metabolik Mühendisliği: Sentetik Biyolojinin Katkıları. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2022;11(2): 427-458. doi:10.55007/dufed.1187305
- Hadjipanayiotou M. Feeding ensiled crude olive cake to lactating Chios ewes, Damascus goats and Friesian cows. *Livestock Production Science*. 1999;59(1): 61-66. doi:10.1016/S0301-6226(99)00005-6
- Henning S, Tshalibe P. Physico-chemical properties of reduced-fat beef species sausage with pork back fat replaced by pineapple dietary fibres and water. *LWT - Food Science and Technology*. 2016;74. doi:10.1016/j.lwt.2016.07.007
- Hoskin RT, Xiong J, Esposito DA, et al. Blueberry polyphenol-protein food ingredients: The impact of spray drying on the in vitro antioxidant activity, anti-inflammatory markers, glucose metabolism and fibroblast migration. *Food chemistry*. 2019;280: 187-194. doi:10.1016/j.foodchem.2018.12.046
- Islam MR, Lepp D, Godfrey DV, et al. Effects of wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*) pomace feeding on gut microbiota and blood metabolites in free-range pastured broiler chickens. *Poultry science*. 2019;98(9): 3739-3755. doi:10.3382/ps/pez062
- Jaroslawska J, Juskiewicz J, Wroblewska M, et al. Polyphenol-rich strawberry pomace reduces serum and liver lipids and alters gastrointestinal metabolite formation in fructose-fed rats. *The Journal of nutrition*. 2011;141(10): 1777-1783. doi:10.3945/jn.111.143677
- Jitendrasinh RR, Kotiya A, Dipakbhai JM. Bioactive Feed Ingredients used in Aquaculture: A Review. *Journal of Scientific Research and Reports*. 2024;30(5): 399-414. doi:10.9734/jsrr/2024/v30i51956
38. Kaltenegger A, Humer E, Stauder A, et al. Feeding of bakery by-products in the replacement of grains enhanced milk performance, modulated blood metabolic profile, and lowered the risk of rumen acidosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2020;103(11): 10122-10135. doi:10.3168/jds.2020-18425
- Keser O, Bilal T. Zeytin sanayi yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanımı olanakları. *Journal of Animal Production*. 2010;51(1): 64-72.
- Khan N, le Roes-Hill M, Welz PJ, et al. Fruit waste streams in South Africa and their potential role in developing a bio-economy. *South African Journal of Science*. 2015;111(5/6): 1-11. doi:10.17159/sajs.2015/20140189
- Koura BI, Shipandeni M, Cutrignelli MI. Sustainable Feeds for Animal Nutrition in Tropical Areas. *Animals*. 2023;13(8): 1379. doi:10.3390/ani13081379
- Kushnir V, Kosenko YM, Patereha I, et al. Determining the toxicity of the biomass of *Cladophora* sp. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2023;6(3): 52-55. doi:10.32718/ujvas6-3.10
- Luciano G, Pauselli M, Servili M, et al. Dietary olive cake reduces the oxidation of lipids, including cholesterol, in lamb meat enriched in polyunsaturated fatty acids. *Meat Science*. 2013;93(3): 703-714. doi:10.1016/j.meatsci.2012.11.033
- Lübeck M, Lübeck PS. Fungal Cell Factories for Efficient and Sustainable Production of Proteins and Peptides. *Microorganisms*. 2022;10(4). doi:10.3390/microorganisms10040753
- Malayoğlu HB, Aktaş B. Zeytin yağı işleme yan ürünlerinden zeytin yaprağı ile zeytin karasuyunun antimikrobiyal ve antioksidan etkileri. *Journal of Animal Production*. 2011;52(1): 49-58.
- Mallik AU, Hamilton J. Harvest date and storage effect on fruit size, phenolic content and antioxidant capacity of wild blueberries of NW Ontario, Canada. *Journal of food science and technology*. 2017;54(6): 1545-1554. doi:10.1007/s13197-017-2586-8
- Meyer-Rochow VB, Jung C. Insects used as food and feed: Isn't that what we all need? *Foods (Basel, Switzerland)*. 2020;9(8): 1003. doi:10.3390/foods9081003
- Miglietta PP, De Leo F, Ruberti M, et al. Mealworms for Food: A Water Footprint Perspective. *Water*. 2015;7(11): 6190-6203. doi:10.3390/w7116190
- Molina-Alcaide E, Yáñez-Ruiz DR. Potential use of olive by-products in ruminant feeding: A review. *Animal Feed Science and Technology*. 2008;147(1-3): 247-264. doi:10.1016/j.anifeeds.2007.09.021
- Morinaga H, Haibara S, Ashizawa S. Reinforcement of bio-based network polymer with wine pomace. *Polymer Composites*. 2021;42(6): 2973-2981. doi:10.1002/pc.26030
- Mourtzinis I, Goula A. Polyphenols in agricultural byproducts and food waste. In: Watson RR, editor. *Polyphenols in plants*. Cambridge: Academic Press; 2019. p. 23-44.
- Musingi B, Ngeno K, Omasaki S, et al. Water Quality and Growth Performance of Nile Tilapia Fries Fed on Insect-Based Feeds. *Open Journal of Animal Sciences*. 2023;13: 34-45. doi:10.4236/ojas.2023.131003
- Odabaşı F, Yeşilbağ D. Broyler beslemede protein ihtiyacının karşılanmasında yeni bir yaklaşım: Böcekler. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*. 2021;6(2): 180-187.
- Ogunkunle NF, Adeniyi NO, Simpson MD. The Use of Pomace as Animal Feed: A Review of Grape and Tomato Pomace. *Journal of Agricultural Science*. 2024;16(10): 1-10.

- Olmez M, Şahin T, Karadağolu Ö, et al. Effects of Dietary Prebiotic, Probiotic, and Synbiotic Supplementation on Growth Performance, Carcass Traits, Digestive Enzymes and Some Biochemical Parameters in Broiler Chickens. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2025;76(1): 8705-8714. doi:10.12681/jhvm.37162
- Overland M, Mydland LT, Skrede A. Marine macroalgae as sources of protein and bioactive compounds in feed for monogastric animals. *Journal of the science of food and agriculture*. 2019;99(1): 13-24. doi:10.1002/jsfa.9143
- Özcan MA. Kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanılan yeni alternatif protein kaynakları. *Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology*. 2014;2(2): 66-70.
- Radhakrishnan M, Samshath K, Balagurunathan R. Hydroxamate Siderophore from Bacillus Sp SD12 Isolated from Iron Factory Soil. *Current World Environment*. 2014;9: 990-993. doi:10.12944/CWE.9.3.53
- Ross KA, Ehret D, Godfrey D, et al. Characterization of Pilot Scale Processed Canadian Organic Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) and Blueberry (*Vaccinium angustifolium*) Juice Pressing Residues and Phenolic-Enriched Extractives. *International Journal of Fruit Science*. 2017;17(2): 202-232. doi:10.1080/15538362.2017.1285264
- Sadeghi H, Yansari AT, Ansari-Pirsarai Z. Effects of different olive cake by products on dry matter intake, nutrient digestibility and performance of Zel sheep. *Int J Agric Biol*. 2009;11(6).
- Sadeghi H, Yansari AT, Ansari-Pirsarai Z. Effects of different olive cake by products on dry matter intake, nutrient digestibility and performance of Zel sheep. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2009;11(6): 39-43.
- Saeed M, Hassan Fu, Al-Khalaifah H, et al. Fermented banana feed and nanoparticles: a new eco-friendly, cost-effective potential green approach for poultry industry. *Poultry science*. 2025;104(7): 105171. doi:10.1016/j.psj.2025.105171
- Sajid QUA, Asghar MU, Tariq H, et al. Insect Meal as an Alternative to Protein Concentrates in Poultry Nutrition with Future Perspectives (An Updated Review). *Agriculture*. 2023;13(6): 1239.
- Salter AM, Lopez-Viso C. Role of novel protein sources in sustainably meeting future global requirements. *The Proceedings of the Nutrition Society*. 2021;80(2): 186-194. doi:10.1017/s0029665121000513
- Savrunlu M, Denek N. The Effect of Adding Different Levels of Fresh Tomato Pomace on the Maize Silage Quality. *Harran University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*. 2016;5(1): 5-11.
- Sezgin A, Aydın B. Effect of replacing dietary soybean meal with pumpkin (*Cucurbita pepo*) seed cake on growth, feed utilization, haematological parameters and fatty acid composition of mirror carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Research*. 2021;52(11): 5870-5881. doi:10.1111/are.15481
- Shah AA, Totakul P, Matra M, et al. Nutritional composition of various insects and potential uses as alternative protein sources in animal diets. *Animal bioscience*. 2022;35(2): 317-331. doi:10.5713/ab.21.0447
- Toparlak E, Osman K. Zeytin yaprağı, pirina ve karasuyu gıda ve yem sektörlerinde değerlendirme çalışmaları. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*. 2022(28): 1-17.
- Türk M, Sevinç A, Durgun M, et al. Farklı tane boyutuna sahip öğütülmüş atık mısır koçanının alçı esaslı kompozitlerde değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 2022;25: 681-690. doi:10.17780/ksujes.1152749
- Tüzün AE, Ünlü HB. Farklı düzeylerde zeytin pulpu ilave edilmiş karmalarla yemlenen etlik piliçlerin besi performans ve but eti yağ asitleri kompozisyonu. *Journal of Animal Production*. 2016;57(2): 15-21.
- Ugwanyi J. Enzymes for Nutritional Enrichment of Agro-Residues as Livestock Feed. 2016. p. 233-260.
- van Huis A, Oonincx DGAB. The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agro-nomy for Sustainable Development*. 2017;37(5): 43. doi:10.1007/s13593-017-0452-8
- Vera R, Aguilar C, Lira R, et al. Feeding dry olive cake modifies subcutaneous fat composition in lambs, noting cake resistance to degradation and peroxidation. Alimentación con alperujo modifica la composición de grasa subcutánea en corderos, con una nota en la resistencia del alperujo a. 2009.
- Vijayaram S, Razafindralambo H, Ghafarifarsani H, et al. Synergetic response on herbal and probiotic applications: a review. *Fish Physiology and Biochemistry*. 2024;50. doi:10.1007/s10695-024-01318-5
- Wang P, Li X, Xu Z, et al. The digestible phosphorus requirement in practical diet for largemouth bass (*Micropterus salmoides*) based on growth and feed utilization. *Aquaculture and Fisheries*. 2022;7(6): 632-638.
- Weinberg ZG, Chen Y, Weinberg P. Ensiling olive cake with and without molasses for ruminant feeding. *Bioresource Technology*. 2008;99(6): 1526-1529. doi:10.1016/j.biortech.2007.04.022

YEM KATKI MADDELERİ

Eray AKTUĞ¹

1. Giriş

Yem katkı maddeleri, hayvan beslemede yemin ve hayvansal kaynaklı gıdaların kalitesini artırmak veya hayvanların performans ve sağlıklarını iyileştirmek amacıyla yemlere katılan maddelerdir. Söz konusu yem katkı maddeleri kapsamında çeşitli ülkelerde değişik yasal düzenlemeler mevcut olup kullanım esnasında dikkate alınmalıdır.

Yem katkı maddeleri 5 ana başlık altında incelenmektedir.

2. Yem Teknolojisiyle İlgili Katkılar

2.1. Antioksidanlar

Bu katkılar, yemlerin depolama sırasında oksidatif bozulmasını önlemede kullanılmaktadır. Ayrıca, hayvanlarda oksidatif stresi azaltmak amacıyla yemlere ilave edilen fizyolojik antioksidanları da kapsamaktadır.

Makro (karbonhidratlar, lipitler, proteinler) ve mikro (vitaminler, mineraller) besinler ile su, hücresel metabolizmanın (anabolizma/katabolizma) sağlıklı işlemesi için gereklidir.

Hücresel metabolizma aktiviteleri sırasında oluşan oksidasyon süreçleri yalnızca enerji üretmekle kalmaz, aynı zamanda yaşamın devamlılığı için gerekli olan hücresel savunma mekanizmalarına da katkı sağlar. Bu süreçlerde, oksijenden türeyen ve genel olarak “serbest radikaller” olarak adlandırılan bileşenler oluşur. Oksijen ve azottan türeyen reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif azot türleri, biyolojik sistemlerde en yaygın görülen serbest radikal gruplarını oluşturur.

Oksidatif stres, serbest radikallerin üretimi ile bunların antioksidanlar tarafından nötralizasyonu arasındaki dengesizliktir. Organizmanın fizyolojik işlevleri için düşük miktarda ROS gereklidir; ancak, fazlalığı birkaç molekülde oksidatif hasara neden olur, hücrelerin DNA’sını ve proteinini olumsuz etkiler ve hücre zarlarının lipid peroksidasyonuna neden olur.

Bu bileşiklerin düşük ya da orta düzeyde üretilmesi, yaygın üretim koşulları veya mera sistemleri altında çeşitli stres etmenlerine maruz kalan çiftlik hayvanlarında beklenen bir durumdur. Ancak, bu oksidatif radikallerin yüksek

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, eaktug@nku.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-2799-9478

de, tohum) kullanıldığına, yetiştiği coğrafyaya, toprak özelliklerine ve hasat mevsimine bağlı olarak büyük ölçüde değişir. Esansiyel yağların kimyasal bileşimi bitkinin türü ve işlenme şekline göre farklılık gösterir bu nedenle etkileri de değişkenlik sergiler.

Bu değişkenliği azaltmak ve ince bağırsakta hedef bölgede salımı sağlamak için mikro/nano kapsülasyon teknikleri stabiliteyi ve biyoyararlanımı artırmak üzere yaygınlaşmaktadır.

6. Koksidiostatlar

Koksidiyoz, konak-spesifik *Eimeria* türlerinin sebep olduğu kanatlılar ve ruminantların yanı sıra tavşan, tek tırnaklı ve devegillerde de görülebilen, özellikle yoğun yetiştiricilikte belirgin üretim, refah ve ekonomik kayıplara yol açan bir hastalıktır.

Hastalığın kontrolünde antikoksidiyaller temel araçtır ve modern hayvancılıkta yaklaşım ağırlıklı olarak profilaktiktir. Büyütme döneminin büyük kısmında antikoksidiyaller yem veya su ile sağlanır. Bununla birlikte antikoksidiyal ilaçların geniş çaplı ve uzun süreli kullanımı, dünya çapında tüm bu ilaçlara karşı direnç gelişmesine sebep olmuştur. Direnç oluşumunu en aza indirmek için, çeşitli antikoksidiyal ilaçların tek tek ve/veya dönüşümlü olarak rotasyonu kullanılmaktadır.

Kanatlılarda aşılama (attenüe/attenüe olmayan canlı oosist içeren preparatlar; gerekirse in-ovo) profilaktik ilaçların alternatifi ya da rotasyonun bir basamağı olarak kullanılır ve bağırsıklığı destekleyebilir.

Türkiye’de ruminant koksidiyoz kontrolü esas olarak Veteriner Tıbbi Ürün mevzuatı kapsamındaki preparatlarla yürütülmektedir. Toltrazuril/diklazuril (çoğunlukla metaflaksi/terapi) ve amprolium bu çerçevede kullanılır. Ruminantlarda “yeme katılarak rutin önleyici kullanım” genel bir kural değildir. Kullanım öncesinde, hedef tür/yaş için ürünün güncel ruhsat/

etiket bilgileri ile *Veteriner Tıbbi Ürünler Hakkında Yönetmelik* hükümleri mutlaka kontrol edilmelidir.

Türkiye’de yem katkısı olarak kullanım planlanıyorsa, yetkilendirmelerin tür-özel olması nedeniyle AB’nin *EU Register of Feed Additives*’ındaki güncel yetki ve koşullar ile Tarım ve Orman Bakanlığı’nın ilgili ulusal düzenleme/duyuruları birlikte kontrol edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Abd El-Ghany WA. Applications of organic acids in poultry production: an updated and comprehensive review. *Agriculture*. 2024;14(10): 1756. doi: 10.3390/agriculture14101756
- Abuelo A, Hernández J, Benedito JL, et al. The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: revisiting antioxidant supplementation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2015;99(6): 1003–1016. doi: 10.1111/jpn.12273
- Adaszyńska-Skwirzyńska M, Szczerbińska D. Use of essential oils in broiler chicken production – a review. *Annals of Animal Science*. 2017;17(2): 317–335. doi: 10.1515/aoas-2016-0046
- Ahammad GS, Kim IH. Effect of saccharin (sweetener) supplementation on growth performance, nutrient digestibility, fecal microbial, and fecal score in weaning piglets. *Korean Journal of Agricultural Science*. 2024;51(3): 331–339. doi: 10.7744/kjoas.510308
- Ahmadipour B, Isfahani MH, Abaszadeh S, et al. Dietary l-carnitine modulates oxidative stress, lipid metabolism, and pulmonary hypertension in chickens raised at high-altitude under cold stress. *BMC Veterinary Research*. 2025;21(1): 369. doi: 10.1186/s12917-025-04813-w
- Alagawany M, Elnesr SS, Farag MR, et al. Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health – a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*. 2021;41(1): 1–29. doi: 10.1080/01652176.2020.1857887
- Albarki HR, Susanto I, Sholikin MM, et al. Efficacy of mycotoxin binder on broiler performance, organ weight, wishbone weight, and gut length: a meta-analysis. *Veterinary Integrative Sciences*. 2024;22(2): 363–377. doi: 10.12982/VIS.2024.026
- Alugongo GM, Xiao J, Wu Z, et al. Review: utilization of yeast of *saccharomyces cerevisiae* origin in artificially raised calves. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2017;8(1): 34. doi: 10.1186/s40104-017-0165-5
- Alugongo GM, Xiao J, Azarfar A, et al. Effects of milk feeding strategy and acidification on growth performance, metabolic traits, oxidative stress, and health of holstein calves. *Frontiers in Animal Science*. 2022;3: . doi: 10.3389/fanim.2022.822707

- Appleton SR, Ballou A, Watkins KL. Use of monoglycerides and diglycerides to mitigate poultry production losses: a review. *Veterinary Sciences*. 2024;11(3): 101. doi: 10.3390/vetsci11030101
- Araújo MLGML, Santos EM, Carvalho GGP De, et al. Ensilaging sorghum with urea, aerobic exposure and effects on intake, digestibility, ingestive behaviour and blood parameters of feedlot lambs. *Animals*. 2023;13(12): 2005. doi: 10.3390/ani13122005
- Arsenault RJ, Lee JT, Latham R, et al. Changes in immune and metabolic gut response in broilers fed β -mannanase in β -mannan-containing diets. *Poultry Science*. 2017;96(12): 4307–4316. doi: 10.3382/ps/pex246
- Arthington JD, Ranches J. Trace mineral nutrition of grazing beef cattle. *Animals*. 2021;11(10): 2767. doi: 10.3390/ani11102767
- Aryal B, Kwakye J, Ariyo OW, et al. Major oxidative and antioxidant mechanisms during heat stress-induced oxidative stress in chickens. *Antioxidants*. 2025;14(4): 471. doi: 10.3390/antiox14040471
- 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*. 2018;59(2): 190–197. doi: 10.1080/00071668.2017.1409422
- Attia YA, Aldhalmi AK, Youssef IM, et al. Climate change and its effects on poultry industry and sustainability. *Discover Sustainability*. 2024;5(1): 397. doi: 10.1007/s43621-024-00627-2
- Baek K-R, Rani Ramakrishnan S, Kim S-J, et al. Yeast cell wall mannan structural features, biological activities, and production strategies. *Heliyon*. 2024;10(6): e27896. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e27896
- Baker JT, Deng Z, Sokale A, et al. Nutritional and functional roles of β -mannanase on intestinal health and growth of newly weaned pigs fed two different types of feeds. *Journal of Animal Science*. 2024;102: . doi: 10.1093/jas/skae206
- Bampidis V, Azimonti G, Bastos M de L, et al. Safety of lignosulphonate for all animal species. *EFSA Journal*. 2020;18(2): . doi: 10.2903/j.efsa.2020.6000
- Bampidis V, Azimonti G, Bastos M de L, et al. Safety and efficacy of a feed additive consisting of sepiolite for all animal species (sepiol s.a and tolsa, s.a). *EFSA Journal*. 2022;20(4): . doi: 10.2903/j.efsa.2022.7250
- Barbosa BST, Garcia-Rojas EE. Double emulsions as delivery systems for iron: stability kinetics and improved bioaccessibility in infants and adults. *Current Research in Food Science*. 2022;5: 718–725. doi: 10.1016/j.crf.2022.04.003
- Barroso C, Fonseca AJM, Cabrita ARJ. Vitamins, minerals and phytonutrients as modulators of canine immune function: a literature review. *Veterinary Sciences*. 2024;11(12): 655. doi: 10.3390/vetsci11120655
- Bartges JW, Callens AJ. Urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2015;45(4): 747–768. doi: 10.1016/j.cvsm.2015.03.001
- Bartges JW, Kirk CA, Cox SK, et al. Influence of acidifying or alkalinizing diets on bone mineral density and urine relative supersaturation with calcium oxalate and struvite in healthy cats. *American Journal of Veterinary Research*. 2013;74(10): 1347–1352. doi: 10.2460/ajvr.74.10.1347
- Bature I, Xiaohu W, Ding X. The roles of phytogenic feed additives, trees, shrubs, and forages on mitigating ruminant methane emission. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024;11: . doi: 10.3389/fvets.2024.1475322
- Beauchemin KA, Colombatto D, Morgavi DP. A rationale for the development of feed enzyme products for ruminants. *Canadian Journal of Animal Science*. 2004;84(1): 23–36. doi: 10.4141/A02-103
- Bedford MR, Schulze H. Exogenous enzymes for pigs and poultry. *Nutrition Research Reviews*. 1998;11: 91–114.
- Benjamim da Silva É, Polukis SA, Smith ML, et al. The use of *Lactobacillus buchneri* pjb1 and *Lactiplantibacillus plantarum* mtd1 on the ensiling of whole-plant corn silage, snaplage, and high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*. 2024;107(2): 883–901. doi: 10.3168/jds.2023-23672
- Bijsmans ES, Quéau Y, Feugier A, et al. The effect of urine acidification on calcium oxalate relative supersaturation in cats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2021;105(3): 579–586. doi: 10.1111/jpn.13503
- Blakley BR. *Fluoride poisoning in animals - toxicology*. Available from: <https://www.merckvetmanual.com/toxicology/fluoride-poisoning/fluoride-poisoning-in-animals> [Accessed: 30 June 2025]
- Bybee SN, Scorza AV, Lappin MR. Effect of the probiotic *enterococcus faecium* sf68 on presence of diarrhea in cats and dogs housed in an animal shelter. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2011;25(4): 856–860. doi: 10.1111/j.1939-1676.2011.0738.x
- Cao Y, Xun M, Ren S, et al. Effects of dietary organic acids and probiotics on laying performance, egg quality, serum antioxidants and expressions of reproductive genes of laying ducks in the late phase of production. *Poultry Science*. 2022;101(12): 102189. doi: 10.1016/j.psj.2022.102189
- Cappelaere L, Cour Grandmaison J Le, Martin N, et al. Amino acid supplementation to reduce environmental impacts of broiler and pig production: a review. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8: . doi: 10.3389/fvets.2021.689259
- Cardoso BB, Amorim C, Silvério SC, et al. Novel and emerging prebiotics: advances and opportunities. *Advances in Food and Nutrition Research*. Academic Press; 2021;95: 41–95. doi: 10.1016/BS.AFNR.2020.08.001
- Caroprese M, Ciliberti MG, Marino R, et al. Essential oil supplementation in small ruminants: a review on their possible role in rumen fermentation, microbiota, and animal production. *Dairy*. 2023;4(3): 497–508. doi: 10.3390/dairy4030033
- Castanon JIR. History of the use of antibiotic as growth promoters in european poultry feeds. *Poultry Science*.

- 2007;86(11): 2466–2471. doi: 10.3382/ps.2007-00249
- Chalvon-Demersay T, Luise D, Floc'h N Le, et al. Functional amino acids in pigs and chickens: implication for gut health. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8: . doi: 10.3389/fvets.2021.663727
- Chen J, Lei Y, Zhang Y, et al. Beyond sweetness: the high-intensity sweeteners and farm animals. *Animal Feed Science and Technology*. 2020;267: 114571. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114571
- Corino C, Rossi R. Antioxidants in animal nutrition. *Antioxidants*. 2021;10(12): 1877. doi: 10.3390/antiox10121877
- Craig JM. Additives in pet food: are they safe? *Journal of Small Animal Practice*. 2021;62(8): 624–635. doi: 10.1111/jsap.13375
- Cui Y, Li D, Zhang M, et al. The effects of dietary *saccharomyces cerevisiae* supplementation on gut microbiota composition and gut health in aged labrador retrievers. *Animals*. 2024;14(12): 1713. doi: 10.3390/ani14121713
- Dainton AN, Dogan H, Aldrich CG. The effects of select hydrocolloids on the processing of pâté-style canned pet food. *Foods*. 2021;10(10): 2506. doi: 10.3390/foods10102506
- Debevere S, Schatzmayr D, Reisinger N, et al. Evaluation of the efficacy of mycotoxin modifiers and mycotoxin binders by using an in vitro rumen model as a first screening tool. *Toxins*. 2020;12(6): 405. doi: 10.3390/toxins12060405
- Devine PJ, Perreault SD, Luderer U. Roles of reactive oxygen species and antioxidants in ovarian toxicity1. *Biology of Reproduction*. 2012;86(2): . doi: 10.1095/biolreprod.111.095224
- Dijksterhuis J, Meijer M, Doorn T van, et al. The preservative propionic acid differentially affects survival of conidia and germ tubes of feed spoilage fungi. *International Journal of Food Microbiology*. 2019;306: 108258. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108258
- Dorne JLCM, Fernández-Cruz ML, Bertelsen U, et al. Risk assessment of coccidiostats during feed cross-contamination: animal and human health aspects. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2013;270(3): 196–208. doi: 10.1016/j.taap.2010.12.014
- Dowling PM. *Controlling urine pH in animals - pharmacology - merck veterinary manual*. Available from: <https://www.merckvetmanual.com/pharmacology/systemic-pharmacotherapeutics-of-the-urinary-system/controlling-urine-ph-in-animals> [Accessed: 04 June 2025]
- Du Z, Yamasaki S, Oya T, et al. Cellulase–lactic acid bacteria synergy action regulates silage fermentation of woody plant. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*. 2023;16(1): 125. doi: 10.1186/s13068-023-02368-2
- EFSA. Scientific opinion on the safety and efficacy of bentonite as a technological feed additive for all species. *EFSA Journal*. 2012;10(7): . doi: 10.2903/j.efsa.2012.2787
- Elmhadi ME, Ali DK, Khogali MK, et al. Subacute ruminal acidosis in dairy herds: microbiological and nutritional causes, consequences, and prevention strategies. *Animal Nutrition*. 2022;10: 148–155. doi: 10.1016/j.aninu.2021.12.008
- Elolimy AA, Hashim MM, Elsafty SA, et al. Effects of microencapsulated essential oils and seaweed meal on growth performance, digestive enzymes, intestinal morphology, liver functions, and plasma biomarkers in broiler chickens. *Journal of Animal Science*. 2025;103: . doi: 10.1093/jas/skaf092
- Ensminger ME, Oldfield JE, Heinemann WW. *Feeds and nutrition*. 2nd editio ed. , California, USA: The Ensminger; 1990.
- Erdman RA. Dietary buffering requirements of the lactating dairy cow: a review. *Journal of Dairy Science*. 1988;71(12): 3246–3266. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(88)79930-0
- Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ, et al. *Yemler, yem hijyeni ve teknolojisi*. 7. baskı ed. , Ankara,Türkiye: 2019.
- Erickson PS, Kalscheur KF. Nutrition and feeding of dairy cattle. In: *Animal Agriculture*. Elsevier; 2020. p. 157–180.
- Feng Q, Zhang J, Ling W, et al. Ensiling hybrid pennisetum with lactic acid bacteria or organic acids improved the fermentation quality and bacterial community. *Frontiers in Microbiology*. 2023;14: . doi: 10.3389/fmicb.2023.1216722
- Franchino C, Vita V, Iammarino M, et al. Monitoring of animal feed contamination by mycotoxins: results of five years of official control by an accredited italian laboratory. *Microorganisms*. 2024;12(1): 173. doi: 10.3390/microorganisms12010173
- Fumagalli F, Ottoboni M, Pinotti L, et al. Integrated mycotoxin management system in the feed supply chain: innovative approaches. *Toxins*. 2021;13(8): 572. doi: 10.3390/toxins13080572
- Gallo A, Giuberti G, Frisvad J, et al. Review on mycotoxin issues in ruminants: occurrence in forages, effects of mycotoxin ingestion on health status and animal performance and practical strategies to counteract their negative effects. *Toxins*. 2015;7(8): 3057–3111. doi: 10.3390/toxins7083057
- Garnsworthy PC, Saunders N, Goodman JR, et al. Effects of live yeast on milk yield, feed efficiency, methane emissions and fertility of high-yielding dairy cows. *animal*. 2025;19(1): 101379. doi: 10.1016/j.animal.2024.101379
- Gong H, Liang F, Cai C, et al. Dietary *saccharomyces cerevisiae* fermentation product improved egg quality by modulating intestinal health, ovarian function, and cecal microbiota in post-peak laying hens. *Poultry Science*. 2025;104(5): 104979. doi: 10.1016/j.psj.2025.104979
- Gregg CR, Tejeda OJ, Spencer LF, et al. Effect of dietary choline chloride supplementation on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens

- reared to 32 days of age. *Poultry*. 2022;1(2): 66–73. doi: 10.3390/poultry1020007
- Gruber-Dorninger C, Faas J, Doupovec B, et al. Metabolism of zearalenone in the rumen of dairy cows with and without application of a zearalenone-degrading enzyme. *Toxins*. 2021;13(2): 84. doi: 10.3390/toxins13020084
- Guo L, Zhang D, Du R, et al. Supplementation of aspergillus oryzae culture improved the feed dry matter digestibility and the energy supply of total volatile fatty acid concentrations in the rumen of hu sheep. *Frontiers in Nutrition*. 2022;9: . doi: 10.3389/fnut.2022.847156
- Guo S, Feng Y, Yang J, et al. Mannan-rich fraction supplementation: a promising nutritional strategy for optimizing growth and health of pre-weaning calves. *Animals*. 2025;15(12): 1684. doi: 10.3390/ani15121684
- Guo Z, Gao S, Ouyang J, et al. Impacts of heat stress-induced oxidative stress on the milk protein biosynthesis of dairy cows. *Animals*. 2021;11(3): 726. doi: 10.3390/ani11030726
- Ha S, Kang S, Han M, et al. Therapeutic effects of levocarnitine or vitamin b complex and e with selenium on glycerin-treated holstein friesian cows with clinical ketosis. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8: . doi: 10.3389/fvets.2021.773902
- Halder N, Sunder J, De AK, et al. Probiotics in poultry: a comprehensive review. *The Journal of Basic and Applied Zoology*. 2024;85(1): 23. doi: 10.1186/s41936-024-00379-5
- Handojo LA, Indarto A, Shofinita D, et al. Calcium soap from palm fatty acid distillate (pfad) for ruminant feed: quality of calcium source. *MATEC Web of Conferences*. 2018;156: 02007. doi: 10.1051/matec-conf/201815602007
- Havel P. A scientific review: the role of chromium in insulin resistance. *The Science of Diabetes Self-Management and Care*. 2004;3: 2–14.
- Hu X, Ma W, Zhang D, et al. Application of natural antioxidants as feed additives in aquaculture: a review. *Biology*. 2025;14(1): 87. doi: 10.3390/biology14010087
- Huntley NF, Nyachoti CM, Patience JF. Lipopolysaccharide immune stimulation but not β -mannanase supplementation affects maintenance energy requirements in young weaned pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2018;9(1): 47. doi: 10.1186/s40104-018-0264-y
- Ilias G, Ioannis P, Vasiliki IC, et al. History of feed additives. In: *Sustainable Use of Feed Additives in Livestock*. Cham: Springer International Publishing; 2023. p. 79–98.
- Jaelani A, Rostini T, Zakir M, et al. Maintaining the physical quality and digestibility of pellet feed through the use of plant-based pellet binder. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. 2024;: 1. doi: 10.5455/javar.2024.k752
- Jansen MR, Kim K. Evaluating the effects of non-nutritive sweeteners on pigs: a systematic review. *Animals*. 2024;14(20): 3032. doi: 10.3390/ani14203032
- Jiang Y, Ogunade IM, Arriola KG, et al. Effects of the dose and viability of saccharomyces cerevisiae. 2. ruminal fermentation, performance of lactating dairy cows, and correlations between ruminal bacteria abundance and performance measures. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(10): 8102–8118. doi: 10.3168/jds.2016-12371
- Jinelle A GUNDZW. Iron deficiency anemia. *Can Vet J*. 2012;53(3): 250–256.
- Kadykalo S, Roberts T, Thompson M, et al. The value of anticoccidials for sustainable global poultry production. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 2018;51(3): 304–310. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2017.09.004
- Kamran J, Mehmood S, Mahmud A, et al. Effect of fat sources and emulsifier levels in broiler diets on performance, nutrient digestibility, and carcass parameters. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2020;22(1): . doi: 10.1590/1806-9061-2019-1158
- Keunen JE, Plaizier JC, Kyriazakis I, et al. Short communication: effects of subacute ruminal acidosis on free-choice intake of sodium bicarbonate in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2003;86(3): 954–957. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73678-9
- Khalifa OA, Wakeel RA Al, Hemeda SA, et al. The impact of vitamin e and/or selenium dietary supplementation on growth parameters and expression levels of the growth-related genes in broilers. *BMC Veterinary Research*. 2021;17(1): 251. doi: 10.1186/s12917-021-02963-1
- Kiarie EG, Steelman S, Martinez M. Does supplementing β -mannanase modulate the feed-induced immune response and gastrointestinal ecology in poultry and pigs? an appraisal. *Frontiers in Animal Science*. 2022;3: . doi: 10.3389/fanim.2022.875095
- Kihal A, Rodríguez-Prado M, Calsamiglia S. A network meta-analysis on the efficacy of different mycotoxin binders to reduce aflatoxin m1 in milk after aflatoxin b1 challenge in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2023;106(8): 5379–5387. doi: 10.3168/jds.2022-23028
- Kihal A, Rodríguez-Prado M, Calsamiglia S. The efficacy of mycotoxin binders to control mycotoxins in feeds and the potential risk of interactions with nutrient: a review. *Journal of Animal Science*. 2022;100(11): . doi: 10.1093/jas/skac328
- Kiprotich S, Dhakal J, Rasmussen C, et al. Assessment of the antifungal efficacy of whey fermentate alone or in combination with citrus extract to control aspergillus flavus mold in semi-moist pet food for dogs. *Frontiers in Microbiology*. 2023;14: . doi: 10.3389/fmicb.2023.1188834
- Kljak K, Carović-Stanko K, Kos I, et al. Plant carotenoids as pigment sources in laying hen diets: effect on yolk color, carotenoid content, oxidative stability and sensory properties of eggs. *Foods*. 2021;10(4): 721. doi: 10.3390/foods10040721

- Kraft S, Buchenauer L, Polte T. Mold, mycotoxins and a dysregulated immune system: a combination of concern? *International Journal of Molecular Sciences*. 2021;22(22): 12269. doi: 10.3390/ijms222212269
- Küçük O. *Pratik buzağı, düve, süt sığırı ve besi sığırı beslenmesi – beslenme hastalıkları*. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2025.
- Lauridsen C. From oxidative stress to inflammation: redox balance and immune system. *Poultry Science*. 2019;98(10): 4240–4246. doi: 10.3382/ps/pey407
- Li P, He W, Wu G. Composition of amino acids in foodstuffs for humans and animals. In: 2021. p. 189–210.
- Li P, Wu G. Amino acid nutrition and metabolism in domestic cats and dogs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2023;14(1): 19. doi: 10.1186/s40104-022-00827-8
- Li Z, Liu N, Cao Y, et al. Effects of fumaric acid supplementation on methane production and rumen fermentation in goats fed diets varying in forage and concentrate particle size. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2018;9(1): 21. doi: 10.1186/s40104-018-0235-3
- Liao X, Ma C, Lu L, et al. Determination of dietary iron requirements by full expression of iron-containing cytochrome c oxidase in the heart of broilers from 22 to 42 d of age. *British Journal of Nutrition*. 2017;118(7): 493–499. doi: 10.1017/S0007114517002458
- Lin J, Comi M, Vera P, et al. Effects of saccharomyces cerevisiae hydrolysate on growth performance, immunity function, and intestinal health in broilers. *Poultry Science*. 2023;102(1): 102237. doi: 10.1016/j.psj.2022.102237
- Liu M, Zhang X, Luan H, et al. Bioenzymatic detoxification of mycotoxins. *Frontiers in Microbiology*. 2024;15: . doi: 10.3389/fmicb.2024.1434987
- Loften JR, Linn JG, Drackley JK, et al. Invited review: palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2014;97(8): 4661–4674. doi: 10.3168/jds.2014-7919
- Lonigro N, Martello E, Bruni N, et al. Impact of saccharomyces cerevisiae dsm 34246 (canobios-bl) var. boulandii supplementation on nutritional status and fecal parameters in healthy breeding adult cats. *Veterinary Sciences*. 2025;12(1): 44. doi: 10.3390/vetsci12010044
- López-Alonso M, Miranda M. Copper supplementation, a challenge in cattle. *Animals*. 2020;10(10): 1890. doi: 10.3390/ani10101890
- Lulich JP, Berent AC, Adams LG, et al. Small animal consensus recommendations on the treatment and prevention of uroliths in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2016;30(5): 1564–1574. doi: 10.1111/jvim.14559
- Luo R, Zhang Y, Wang F, et al. Effects of sugar cane molasses addition on the fermentation quality, microbial community, and tastes of alfalfa silage. *Animals*. 2021;11(2): 355. doi: 10.3390/ani11020355
- Lykkesfeldt J, Svendsen O. Oxidants and antioxidants in disease: oxidative stress in farm animals. *The Veterinary Journal*. 2007;173(3): 502–511. doi: 10.1016/j.tvjl.2006.06.005
- Markowiak P, Śliżewska K, Śliżewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens*. Gut Pathog; 2018;10(1): 21. doi: 10.1186/s13099-018-0250-0
- Martins LF, Welter KC, Wasson DE, et al. Effects of calcium and buffer sources on lactational performance, ruminal fermentation, nutrient digestibility, and metabolism of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2024;107(12): 10680–10694. doi: 10.3168/jds.2024-25089
- Martins RR, Silva LJG, Pereira AMPT, et al. Coccidiosis and poultry: a comprehensive review and current legislation. *Foods*. 2022;11(18): 2738. doi: 10.3390/foods11182738
- Masey O'Neill H V., Smith JA, Bedford MR. Multicarboxylase enzymes for non-ruminants. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2014;27(2): 290–301. doi: 10.5713/ajas.2013.13261
- McCauley SR, Clark SD, Quest BW, et al. Review of canine dilated cardiomyopathy in the wake of diet-associated concerns. *Journal of Animal Science*. 2020;98(6): . doi: 10.1093/jas/skaa155
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, et al. *Animal nutrition*. Eighth ed. Pearson; 2022.
- 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. doi: 10.3390/ijms221910392
- Meléndez-Martínez AJ, Mandić AI, Bantis F, et al. A comprehensive review on carotenoids in foods and feeds: status quo, applications, patents, and research needs. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022;62(8): 1999–2049. doi: 10.1080/10408398.2020.1867959
- Micciche AC, Foley SL, Pavlidis HO, et al. A review of prebiotics against salmonella in poultry: current and future potential for microbiome research applications. *Frontiers in Veterinary Science*. 2018;5: . doi: 10.3389/fvets.2018.00191
- Mobashar M. Understanding concepts of feed additives in animal nutrition: their potential in improving livestock production performance and product quality. *International Journal of Veterinary Science*. 2024;(Feed Additives): 1–8. doi: 10.47278/book.CAM/2024.314
- Mohebodini H, Jazi V, Ashayerizadeh A, et al. Productive parameters, cecal microflora, nutrient digestibility, antioxidant status, and thigh muscle fatty acid profile in broiler chickens fed with eucalyptus globulus essential oil. *Poultry Science*. 2021;100(3): 100922. doi: 10.1016/j.psj.2020.12.020
- Mordenti AL, Giaretta E, Campidonico L, et al. A review regarding the use of molasses in animal nutrition. *Animals*. 2021;11(1): 115. doi: 10.3390/ani11010115
- Movahedi F, Nirmal N, Wang P, et al. Recent advances in essential oils and their nanoformulations for poultry feed. *Journal of Animal Science and Biotechnology*.

- 2024;15(1): 110. doi: 10.1186/s40104-024-01067-8
- Murcia HW, Diaz G, Acosta RD. In silico approximation to aflatoxin b1 metabolism and sensitivity in commercial poultry species based on empirical mathematical equations. *Toxicology Reports*. 2024;13: 101752. doi: 10.1016/j.toxrep.2024.101752
- Mutinati M, Pantaleo M, Roncetti M, et al. Oxidative stress in neonatology. a review. *Reproduction in Domestic Animals*. 2014;49(1): 7–16. doi: 10.1111/rda.12230
- Naeem M, Bourassa D. Probiotics in poultry: unlocking productivity through microbiome modulation and gut health. *Microorganisms*. 2025;13(2): 257. doi: 10.3390/microorganisms13020257
- Nalla K, Manda NK, Dhillon HS, et al. Impact of probiotics on dairy production efficiency. *Frontiers in Microbiology*. 2022;13: . doi: 10.3389/fmicb.2022.805963
- NASEM. *Nutrient requirements of dairy cattle*. , Washington, D.C.: National Academies Press; 2021.
- Nastoh NA, Waqas M, Çınar AA, et al. The impact of phytogetic feed additives on ruminant production: a review. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2024;33(4): 431–453. doi: 10.22358/jafs/191479/2024
- Nguyen HTT, Kheravii SK, Wu S, et al. Sources and levels of copper affect liver copper profile, intestinal morphology and cecal microbiota population of broiler chickens fed wheat-soybean meal diets. *Scientific Reports*. 2022;12(1): 2249. doi: 10.1038/s41598-022-06204-9
- Nielsen N, Ingvarsten KL. A review of the effects of feeding propylene glycol to early lactating dairy cows. In: *11th ICPD*. 2003. p. 216.
- Niknafs S, Navarro M, Schneider ER, et al. The avian taste system. *Frontiers in Physiology*. 2023;14: . doi: 10.3389/fphys.2023.1235377
- Noack S, Chapman HD, Selzer PM. Anticoccidial drugs of the livestock industry. *Parasitology Research*. 2019;118(7): 2009–2026. doi: 10.1007/s00436-019-06343-5
- NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle seventh revised edition*, 2001.
- NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. Washington, D.C.: National Academies Press; 2001.
- NRC, Council NR. *Nutrient requirements of poultry*. Washington, D.C.: National Academies Press; 1994.
- Olgun O. Manganese in poultry nutrition and its effect on performance and eggshell quality. *World's Poultry Science Journal*. 2017;73(1): 45–56. doi: 10.1017/S0043933916000891
- Oliveira M, Vasconcelos V. Occurrence of mycotoxins in fish feed and its effects: a review. *Toxins*. 2020;12(3): 160. doi: 10.3390/toxins12030160
- Omotayo OP, Omotayo AO, Mwanza M, et al. Prevalence of mycotoxins and their consequences on human health. *Toxicological Research*. 2019;35(1): 1–7. doi: 10.5487/TR.2019.35.1.001
- Palangi V, Lackner M. Management of enteric methane emissions in ruminants using feed additives: a review. *Animals*. 2022;12(24): 3452. doi: 10.3390/ani12243452
- Palmquist DL, Jenkins TC. A 100-year review: fat feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(12): 10061–10077. doi: 10.3168/jds.2017-12924
- Palomares RA. Trace minerals supplementation with great impact on beef cattle immunity and health. *Animals*. 2022;12(20): 2839. doi: 10.3390/ani12202839
- Panyod S, Wu W-K, Chang C-T, et al. Common dietary emulsifiers promote metabolic disorders and intestinal microbiota dysbiosis in mice. *Communications Biology*. 2024;7(1): 749. doi: 10.1038/s42003-024-06224-3
- Parker VJ. Nutritional management for dogs and cats with chronic kidney disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2021;51(3): 685–710. doi: 10.1016/j.cvsm.2021.01.007
- Pearlin BV, Muthuvel S, Govidasamy P, et al. Role of acidifiers in livestock nutrition and health: a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2020;104(2): 558–569. doi: 10.1111/jpn.13282
- Pečjak M, Leskovec J, Levart A, et al. Effects of dietary vitamin e, vitamin c, selenium and their combination on carcass characteristics, oxidative stability and breast meat quality of broiler chickens exposed to cyclic heat stress. *Animals*. 2022;12(14): 1789. doi: 10.3390/ani12141789
- Pitino R, Marchi M De, Manuelian CL, et al. Plant feed additives as natural alternatives to the use of synthetic antioxidant vitamins on yield, quality, and oxidative status of poultry products: a review of the literature of the last 20 years. *Antioxidants*. 2021;10(5): 757. doi: 10.3390/antiox10050757
- Ponnampalam EN, Kiani A, Santhiravel S, et al. The importance of dietary antioxidants on oxidative stress, meat and milk production, and their preservative aspects in farm animals: antioxidant action, animal health, and product quality-invited review. *Animals*. 2022;12(23): 3279. doi: 10.3390/ani12233279
- Pournaki SK, Aleman RS, Hasani-Azhdari M, et al. Current review: alginate in the food applications. *J*. 2024;7(3): 281–301. doi: 10.3390/j7030016
- Priyatno TP, Adli DN, Sholikin MM. Do the use of lecithin and lysolecithin as feed emulsifiers enhance poultry production? a meta-analysis. *Italian Journal of Animal Science*. 2025;24(1): 609–630. doi: 10.1080/1828051X.2025.2462408
- Propylene glycol livestock*. Available from: <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/PropyleneGlycolTR2021.pdf>
- Qiu C, Yang K, Diao X, et al. Effects of kinds of additives on fermentation quality, nutrient content, aerobic stability, and microbial community of the mixed silage of king grass and rice straw. *Frontiers in Microbiology*. 2024;15: . doi: 10.3389/fmicb.2024.1420022
- Rahal A, Kumar A, Singh V, et al. Oxidative stress, pro-oxidants, and antioxidants: the interplay. *BioMed Research International*. 2014;2014: 1–19. doi: 10.1155/2014/761264

- Rakita S, Banjac V, Djuragic O, et al. Soybean molasses in animal nutrition. *Animals*. 2021;11(2): 514. doi: 10.3390/ani11020514
- Ramos SC, Kim SH, Jeong CD, et al. Increasing buffering capacity enhances rumen fermentation characteristics and alters rumen microbiota composition of high-concentrate fed hanwoo steers. *Scientific Reports*. 2022;12(1): 20739. doi: 10.1038/s41598-022-24777-3
- Rankovic A, Verton-Shaw S, Shoveller AK, et al. Dietary choline, but not l-carnitine, increases circulating lipid and lipoprotein concentrations, without affecting body composition, energy expenditure or respiratory quotient in lean and obese male cats during weight maintenance. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023;10: . doi: 10.3389/fvets.2023.1198175
- Raths R, Rodriguez B, Holloway JW, et al. Comparison of growth performance and tissue cobalt concentrations in beef cattle fed inorganic and organic cobalt sources. *Translational Animal Science*. 2023;7(1): . doi: 10.1093/tas/txad120
- Ravanel MC, Contador CA, Wong W-T, et al. Prebiotics in animal nutrition: harnessing agro-industrial waste for improved gut health and performance. *Animal Nutrition*. 2025;21: 179–192. doi: 10.1016/j.aninu.2024.11.025
- Sadik JA, Righetti L, Fentahun N, et al. Storage management practices and mycotoxin contamination of sorghum (*sorghum bicolor*) in northwest ethiopia. *Journal of Stored Products Research*. 2025;111: 102535. doi: 10.1016/j.jspr.2024.102535
- Sahibzada KI, Shahid S, Akhter M, et al. Advancing enzyme-based detoxification prediction with toxzy-me: an ensemble machine learning approach. *Toxins*. 2025;17(4): 171. doi: 10.3390/toxins17040171
- Santos Neto JM dos, Souza J de, Lock AL. Effects of calcium salts of palm fatty acids on nutrient digestibility and production responses of lactating dairy cows: a meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science*. 2021;104(9): 9752–9768. doi: 10.3168/jds.2020-19936
- Scientific opinion on the safety and efficacy of propionic acid, sodium propionate, calcium propionate and ammonium propionate for all animal species. *EFSA Journal*. 2011;9(12): 2446. doi: 10.2903/j.efsa.2011.2446
- Scientific opinion on the safety and efficacy of fumaric acid as a feed additive for all animal species. *EFSA Journal*. 2013;11(2): . doi: 10.2903/j.efsa.2013.3102
- Shastak Y, Pelletier W. Review of liquid vitamin a and e formulations in veterinary and livestock production: applications and perspectives. *Veterinary Sciences*. 2024;11(9): 421. doi: 10.3390/vetsci11090421
- Soren S, Mandal GP, Mondal S, et al. Efficacy of *saccharomyces cerevisiae* fermentation product and probiotic supplementation on growth performance, gut microflora and immunity of broiler chickens. *Animals*. 2024;14(6): 866. doi: 10.3390/ani14060866
- Souza J de, Preseault CL, Lock AL. Altering the ratio of dietary palmitic, stearic, and oleic acids in diets with or without whole cottonseed affects nutrient digestibility, energy partitioning, and production responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(1): 172–185. doi: 10.3168/jds.2017-13460
- Souza M de, Eeckhaut V, Goossens E, et al. Guar gum as galactomannan source induces dysbiosis and reduces performance in broiler chickens and dietary β -mannanase restores the gut homeostasis. *Poultry Science*. 2023;102(8): 102810. doi: 10.1016/j.psj.2023.102810
- Souza MS, Queiroz ACM de, Bernardes TF, et al. Effects of sodium benzoate application, silage relocation, and storage time on the preservation quality of sugarcane silage. *Agronomy*. 2022;12(7): 1533. doi: 10.3390/agronomy12071533
- Stella JL, Lord LK, Buffington CAT. Sickness behaviors in response to unusual external events in healthy cats and cats with feline interstitial cystitis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2011;238(1): 67–73. doi: 10.2460/javma.238.1.67
- Stevanović ZD, Bošnjak-Neumüller J, Pajić-Lijaković I, et al. Essential oils as feed additives-future perspectives. *Molecules*. 2018;23(7): 1717. doi: 10.3390/molecules23071717
- Sturm V, Banse M, Salamon P. The role of feed-grade amino acids in the bioeconomy: contribution from production activities and use in animal feed. *Cleaner Environmental Systems*. 2022;4: 100073. doi: 10.1016/j.cesys.2022.100073
- Tefft KM, Byron JK, Hostnik ET, et al. Effect of a struvite dissolution diet in cats with naturally occurring struvite urolithiasis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2021;23(4): 269–277. doi: 10.1177/1098612X20942382
- Teng P-Y, Kim WK. Review: roles of prebiotics in intestinal ecosystem of broilers. *Frontiers in Veterinary Science*. 2018;5: . doi: 10.3389/fvets.2018.00245
- Tillman PB. Determination of nutrient values for commercial amino acids. *Journal of Applied Poultry Research*. 2019;28(3): 526–530. doi: 10.3382/japr/pfz010
- Tugnoli B, Giovagnoni G, Piva A, et al. From acidifiers to intestinal health enhancers: how organic acids can improve growth efficiency of pigs. *Animals*. 2020;10(1): 134. doi: 10.3390/ani10010134
- Uwineza C, Parchami M, Bouzarjomehr M, et al. Recent developments in the application of filamentous fungus *aspergillus oryzae* in ruminant feed. *Animals*. 2024;14(16): 2427. doi: 10.3390/ani14162427
- Vailati-Riboni M, Coleman DN, Lopreiato V, et al. Feeding a *saccharomyces cerevisiae* fermentation product improves udder health and immune response to a streptococcus uberis mastitis challenge in mid-lactation dairy cows. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2021;12(1): 62. doi: 10.1186/s40104-021-00560-8
- Valente Junior DT, Genova JL, Kim SW, et al. Carbohydrases and phytase in poultry and pig nutrition: a review beyond the nutrients and energy matrix. *Animals*. 2024;14(2): 226. doi: 10.3390/ani14020226
- Villa RE, Azimonti G, Bonos E, et al. Assessment of the feed additive consisting of propionic acid for all terrestrial animal species for the renewal of its authorisa-

- tion (eastman chemical b.v., perstorp ab, dow europe gmbh, basf se). *EFSA Journal*. 2024;22(10): . doi: 10.2903/j.efsa.2024.9020
- Villa RE, Azimonti G, Bonos E, et al. Safety and efficacy of a feed additive consisting of vermiculite for all poultry and ornamental birds, all porcine species, equines, leporids, camelids, pets and other non-food-producing animals (regal b.v.). *EFSA Journal*. 2025;23(5): . doi: 10.2903/j.efsa.2025.9362
- Vincent JB. New evidence against chromium as an essential trace element. *The Journal of Nutrition*. 2017;147(12): 2212–2219. doi: 10.3945/jn.117.255901
- Wang L, Sun H, Gao H, et al. A meta-analysis on the effects of probiotics on the performance of pre-weaning dairy calves. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2023;14(1): 3. doi: 10.1186/s40104-022-00806-z
- Wang Y, Zeng D, Wei L, et al. Effects of emulsifiers on lipid metabolism and performance of yellow-feathered broilers. *BMC Veterinary Research*. 2024;20(1): 246. doi: 10.1186/s12917-024-04095-8
- Wei C, He T, Wan X, et al. Meta-analysis of rumen-protected methionine in milk production and composition of dairy cows. *Animals*. 2022;12(12): 1505. doi: 10.3390/ani12121505
- Wei Y, Qin K, Qin X, et al. Effects of different types of xanthophyll extracted from marigold on pigmentation of yellow-feathered chickens. *Animal Bioscience*. 2023;36(12): 1853–1859. doi: 10.5713/ab.23.0097
- Weld KA, Armentano LE. The effects of adding fat to diets of lactating dairy cows on total-tract neutral detergent fiber digestibility: a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(3): 1766–1779. doi: 10.3168/jds.2016-11500
- Western MM, Souza J de, Lock AL. Effects of commercially available palmitic and stearic acid supplements on nutrient digestibility and production responses of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2020;103(6): 5131–5142. doi: 10.3168/jds.2019-17242
- Wilde P. Interfaces: their role in foam and emulsion behaviour. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. 2000;5(3–4): 176–181. doi: 10.1016/S1359-0294(00)00056-X
- Wingert AM, Murray OA, Lulich JP, et al. Efficacy of medical dissolution for suspected struvite cystoliths in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2021;35(5): 2287–2295. doi: 10.1111/jvim.16252
- Xie F, Gao C, Avérous L. Alginate-based materials: enhancing properties through multiphase formulation design and processing innovation. *Materials Science and Engineering: R: Reports*. 2024;159: 100799. doi: 10.1016/j.mser.2024.100799
- Yang Q, Wu Z. Gut probiotics and health of dogs and cats: benefits, applications, and underlying mechanisms. *Microorganisms*. 2023;11(10): 2452. doi: 10.3390/microorganisms11102452
- Yi Q, Wang P, Tang H, et al. Fermentation quality, in vitro digestibility, and aerobic stability of ensiling spent mushroom substrate with microbial additives. *Animals*. 2023;13(5): 920. doi: 10.3390/ani13050920
- Yohe TT, O'Diam KM, Daniels KM. Growth, ruminal measurements, and health characteristics of holstein bull calves fed an aspergillus oryzae fermentation extract. *Journal of Dairy Science*. 2015;98(9): 6163–6175. doi: 10.3168/jds.2015-9313
- Zaghari M, Mehrvarz H, Hajati H, et al. Evaluation of an innovative zn source on feed efficiency, growth performance, skin and bone quality of broilers suffering heat stress. *Animals*. 2022;12(23): 3272. doi: 10.3390/ani12233272
- Zahera R, Pratiwi MI, Fitri A, et al. Coconut fatty acid distillate ca-soap with different calcium sources: effects of varied proportions of protected and unprotected fat supplementation in dairy rations. *Dairy*. 2024;5(3): 542–554. doi: 10.3390/dairy5030041
- Zeweld SW, Tarekegn EK, Welearegay MA. A systematic review of aflatoxin b1 contamination in livestock feed and detection methods in ethiopia. *Veterinary Medicine and Science*. 2025;11(3): . doi: 10.1002/vms3.70405
- Zhang F, Wang Y, Wang H, et al. Calcium propionate supplementation has minor effects on major ruminal bacterial community composition of early lactation dairy cows. *Frontiers in Microbiology*. 2022;13: . doi: 10.3389/fmicb.2022.847488
- Zhang J, Mao Z, Zheng J, et al. The effects of different doses of canthaxanthin in the diet of laying hens on egg quality, physical characteristics, metabolic mechanism, and offspring health. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024;25(13): 7154. doi: 10.3390/ijms25137154
- Zhang L, Zhou J, Obianwuna UE, et al. Optimizing selenium-enriched yeast supplementation in laying hens: enhancing egg quality, selenium concentration in eggs, antioxidant defense, and liver health. *Poultry Science*. 2025;104(1): 104584. doi: 10.1016/j.psj.2024.104584
- Zhang X, Chen Y, Lv Z, et al. Analysis of the effects of β -mannanase on immune function and intestinal flora in broilers fed the low energy diet based on 16s rna sequencing and metagenomic sequencing. *Poultry Science*. 2024;103(5): 103581. doi: 10.1016/j.psj.2024.103581
- Zhao M, Wang Z, Du S, et al. Lactobacillus plantarum and propionic acid improve the fermentation quality of high-moisture amaranth silage by altering the microbial community composition. *Frontiers in Microbiology*. 2022;13: . doi: 10.3389/fmicb.2022.1066641
- Zhou R, Wu J, Zhang L, et al. Effects of oregano essential oil on the ruminal ph and microbial population of sheep. *PLOS ONE*. 2019;14(5): e0217054. doi: 10.1371/journal.pone.0217054
- Żybura A, Jedziniak P. The efficiency of mycotoxin binding by sorbents in the in vitro model using a naturally contaminated animal feed. *Journal of Veterinary Research*. 2024;68(2): 233–240. doi: 10.2478/jvetres-2024-0023

NUMUNE ALMA VE ANALİZLER

Derya Merve KARAGÖZ¹

1. Giriş

Numune alma, laboratuvar analizlerinin güvenilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Analiz sonuçlarının doğru ve geçerli olabilmesi için alınan numunenin ilgili yem partisinin tüm özelliklerini yansıtmaması gerekir. Bu nedenle numune, yalnızca tek bir noktadan değil, ürünün farklı bölümlerinden alınarak oluşturulmalı ve homojen bir paçal numune hazırlanmalıdır. Böylece nem, yoğunluk, kalite farklılıkları veya küf, çürüme gibi bölgesel sorunların sonuçlara etkisi en aza indirilir. Hazırlanan paçal numune iyice karıştırılmalı, analiz için yeterli miktar ayrılarak laboratuvara gönderilmelidir.

Alınan örnekler, çevresel faktörlerden (ısı, nem, zaman) etkilenmeden en kısa sürede laboratuvara ulaştırılmalıdır. Silaj gibi yüksek nemli yemlerde bozulmayı önlemek için gerekirse soğuk zincir kullanılmalı ve uygun kaplarda taşınmalıdır. Ayrıca analiz ve şahit numunelerin aynı parti numarasını ve son tüketim tarihini taşıması hem bilimsel doğruluk hem de hukuki geçerlilik açısından zorunludur.

2. Numune Alma Sırasında Kullanılan Terminoloji

Parti: Ortak özelliklere (orijin, çeşidi, ambalaj, etiketleme vb.) sahip yem grubudur.

İlk (Birincil) numune: Partinin tümüne ya da bir alt kısma ait tanımlı bir bölüm; numune alınacak kısmın bütünüdür.

Paçal numune: Birincil numunelerin homojen şekilde karıştırılması ile oluşan numunedir.

Azaltılmış numune: Paçal numuneden, karıştırma ve bölme yöntemleriyle alınan daha küçük ama temsil kabiliyeti devam eden numunedir.

Nihai numune: Laboratuvara gönderilmek üzere hazırlanan, analiz için kullanılan son numunedir.

Laboratuvar numunesi: Nihai ya da azaltılmış numune olabilir; analiz için laboratuvara gönderilen numunedir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, dmarituluk@mehmetakif.edu.tr., ORCID iD: 0000-0002-1179-1317

mg/kg (milyonda bir, ppm, g/ton): Çok düşük konsantrasyonlardaki maddeleri (mineral, vitamin) ifade etmek için kullanılır.

- 1 mg/kg = 1 ppm
- 1 g/ton = 1 ppm

µg/kg (milyarda bir, ppb, mg/ton): Genellikle toksinler ve mikro ölçekte bileşenler için kullanılır.

Doğal halde (DH) veya Yaş yem bazında: Numune orijinal nem içeriğiyle analiz edilir. Su oranı %10 olan yemde ham protein %18.

%100 Kuru maddede (KM): Tüm su çıkarılmış numune üzerinden hesaplanır.

$$HP (\%100 KM) = \frac{\% HP (DH)}{KM} \times 100$$

Örnek: %Kuru madde: 90, %Ham protein (Doğal halde): 18

%Ham protein (Kuru maddede): ?
= 20

$$HP (\%100 KM) = \frac{18}{90} \times 100$$

$$HP (\%100 KM) = 20$$

KAYNAKLAR

- American Oil Chemists' Society (AOCS). AOCS Approved Procedure Ba 6a-05: Crude fiber analysis in feeds by filter bag technique. Urbana, IL: AOCS; 2005. Available from: <https://7157e75ac0509b6a8f5c-5b19c577d-01b9ccfe75d2f9e4b17ab55.ssl.cf1.rackcdn.com/JF-CSWRAG-PDF-1-422536-4428457257.pdf>
- AOAC International. *Official methods of analysis of the AOAC*. Vol. 1. AOAC International; 1990. (22/09/2025 tarihinde <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
- AOAC International. *AOAC 962.09: Crude fiber in animal feed and pet food*. In: *Official methods of analysis of AOAC International*. 16th ed.; 1995. (22/09/2025 tarihinde https://www.academia.edu/39799330/AOAC_962_09_FIBRE_CRUDE_IN_ANIMAL_FEED_AND_PET_FOOD adresinden ulaşılmıştır).
- Dryden GML. *Animal Nutrition Science*. Wallingford: CABI; 2008.

DSM-Firmenich. *The importance of proper feedstuffs sampling*. (22/09/2025 tarihinde https://www.dsm-firmenich.com/anh/en_NA/news/articles/the-importance-of-proper-feedstuffs-sampling.html adresinden ulaşılmıştır).

Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ et al. *Yemler, yem hijyeni ve teknolojisi*. 7. baskı (Genişletilmiş). Ankara: Ankara Üniversitesi Detamat Tanıtım Tasarım Matbaacılık; 2019.

European Commission. Commission Regulation (EC) No 152/2009 *laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed*. *Official Journal of the European Union*. (27/01/2009 tarihinde <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009R0152> adresinden ulaşılmıştır).

Feedipedia. *Animal Feed Resources Information System*. (22/09/2025 tarihinde <https://www.feedipedia.org/content/feeds?category=All> adresinden ulaşılmıştır).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Hectolitre weight as a quality criterion in feed trade*. Rome: FAO; 2012. (22/09/2025 tarihinde <https://www.fao.org/3/some-link.pdf> adresinden ulaşılmıştır).

Goering HK, Van Soest PJ. *Forage fiber analysis: Apparatus, reagents, procedures, and some applications*. *Agricultural Handbook No. 379*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture; 1970.

Hossain ME, et al. Near-infrared spectroscopy for analysing livestock diet quality. *Heliyon*. 2024;10(5):e2405844024160471.

Kutlu HR. *Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri*. Adana: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü; 2008.

Momcilovic D, Rasooly A. Detection and analysis of animal materials in food and feed. *Journal of Food Protection*. 2000;63(11):1602–1609. doi:10.4315/0362-028X-63.11.1602

Nursoy H, Şahin E. Son metodlara göre yemlerin kuru madde analizleri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*. 2017;6(1):61–66.

Resmî Gazete. *Yemlerin resmî kontrolü için numune alma ve analiz metotlarına dair yönetmelik* (Sayı: 29955). (21/01/2017 tarihinde <https://faolex.fao.org/docs/pdf/tur171251.pdf> adresinden ulaşılmıştır).

Shenk JS, Westerhaus MO. Population definition, sample selection, and calibration procedures for near infrared reflectance spectroscopy. *Crop Science*. 1991;31(2):469–474.

Türk Standartları Enstitüsü (TSE). TSE 2974 – *Yemlik tahıllar: Hektolitre ağırlığına göre kalite sınıflandırması*. Ankara: TSE; 2005. (22/09/2025 tarihinde <https://www.tse.org.tr> adresinden ulaşılmıştır).

Van Soest PJ. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists*. 1963;46:825–829.

Whittle E. Manual of Microscopic Analysis of Feedstuffs (Third Edition). *Journal of Applied Poultry Research*. 1995;4(4):432. doi:10.1093/japr/4.4.432

KARMA YEM ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

Tahir BALEVİ¹
Emre YILMAZ²

1. Giriş

Dünya nüfusunun her geçen gün artarak 2050 yılında 10 milyar civarında olacağı öngörülmektedir. Nüfusun artmasıyla hayvancılığa dolayısıyla et, süt, yumurta gibi hayvansal ürünlere de ihtiyaç artacaktır. Et, süt, yumurta gibi hayvansal ürünler insanların beslenmesi için gerekli olan besin maddelerini içerirler. Hayvanlardan optimum verim almak için, onların ihtiyaç duyduğu besin maddelerini içeren kaliteli karma yemlerle beslenmeleri gerekir. Karma yemler yem fabrikalarında kontrollü olarak üretilip satılan, fazla sayıda yem hammaddelerinin bir araya gelmesinden oluşan karışımlardır. Hızla büyüyen dünya yem pazarı 2020 yılında yaklaşık olarak 345 milyar dolarken, 2027 yılında 460 milyar dolar olacağı tahmin edilmektedir. Hayvanlar yaşlarına, verim dönemlerine ve fizyolojik durumlarına göre farklı besin maddelerini içeren karma yemlerle beslenmektedir. Ülkemizde fabrika ve işletmelerde ruminant ve kanatlı karma yemleri ile kedi-köpek mamaları üretilmektedir.

Karma yemler; hayvanların ihtiyaç duydukları besin maddelerini tam olarak içermeleri,

kolay sindirilmeleri, tel, çivi gibi yabancı maddeleri bulundurmamaları, depolanmalarıyla taşınmalarının kolay olması ve fiyat değişikliklerinden daha az etkilenmeleri sebebiyle tek yemlere göre daha üstündür.

2. Karma Yemin Dünyadaki Gelişim Süreci

İlk karma yem, 1870 yıllarında İngiltere ve Almanya’da ordu atları için “At bisküvisi” adı altında yulaf, bezelye ve çavdar unlarıyla öğütülmüş keten tohumunun karıştırılmasıyla üretilen yem olarak bilinmektedir. Daha sonra 1885 yılında ABD’de mısır, yulaf ve arpanın karışımından oluşan ve COB feed (corn, oat, barley) adı verilen karma yem üretilmiştir. Yine 1908 yılında ABD’de mısır, buğday, yulaf, keten tohumu, akdarı gibi hammaddelerden oluşan civciv yemi üretilirken, Avrupa’da da karma yem üretilmeye başlanmıştır. 20. yüzyılda karma yem üretiminin hızla artması sonucu, 1916 yılında ABD’de, 1920 yılında da Almanya’da yasal düzenlemeler getirilerek, yem fabrikaları kurulmaya, 1930’lu

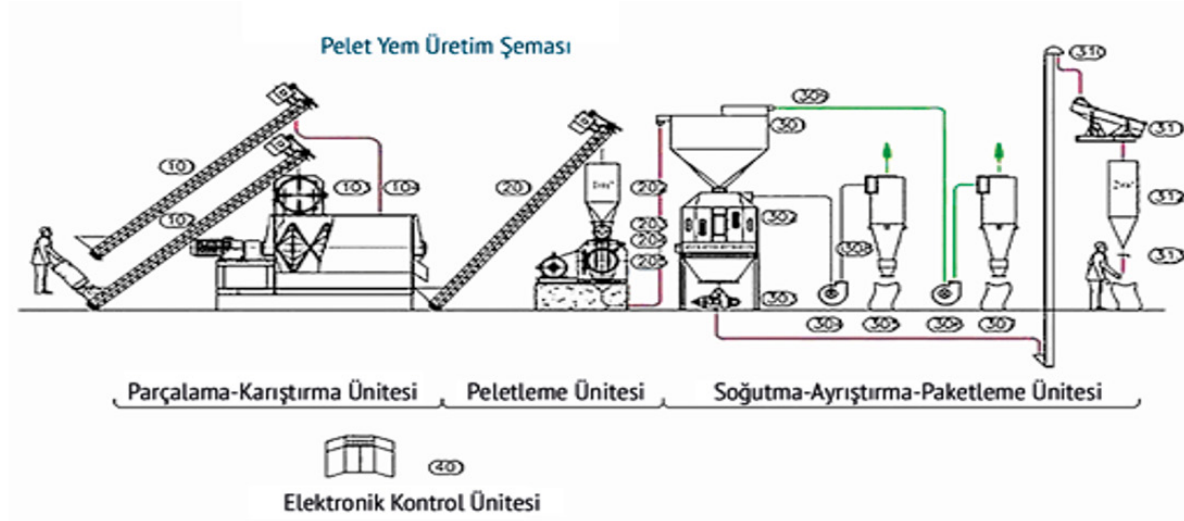
¹ Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, tbalevi@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-8830-9170

² Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, emre.yilmaz@atauni.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-1004-6531

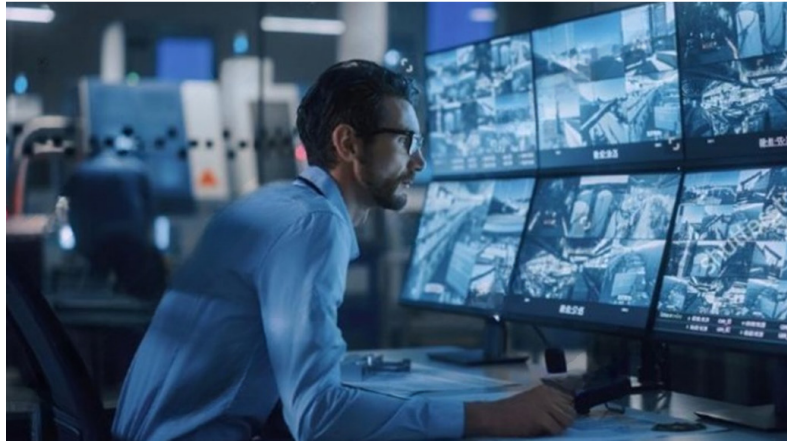
Rasyona ilave edilen melas, tatlandırıcı olmasının yanında eriyip tekrar pelet bağlayıcı olarak görev yapmaktadır.

Soğutulan pelet yemler eleklerden geçirilerek kırık parçalar ve tozlardan ayrılır. Kırık pe-

letler ve tozlar tekrar sisteme geri dönerken, sağlam ve kaliteli peletler silolarda ya da çuvallarda depolanır. Son yıllarda dünyada ve ülkemizde karma yemlerin üretimleri tamamen otomasyona uyumlu yem fabrikalarında yapılmaktadır.



Resim 14. Karma yem üretim şeması



Resim 15. Karma yem fabrikasında otomasyon şeması

KAYNAKLAR

- Abdollahi M, Ravindran V, Svihus, B. Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Animal Feed Science Technologia*. 2013; 179 (1-4), 1-23.
- Akbay KC ve Ak İ. Karma Yem Teknolojisindeki Gelişmelerin Karma Yem Kalitesine ve Yem Değerine Etkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2018; 32 (2), 175-188.
- Alltech, Global Feed Production Remain Steady in 2022. Grain Products and Mixed Fodder's. 2022; Vol.22, I.3 (87).

Alltech, Alltech Agri-Food Outlook shares global feed production survey data and influential trends in agriculture. 2024.

Amerah AM, Ravindran V, Lentle RG, Thomas, DG. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. *Poultry Science*. 2007; 86:2615-2623.

Anonim. Türkiye'de yem sanayi ve bugünkü durumu. 2004;

<http://www.atb.gov.tr/BorsaDergi/Mayis2004/htm/20.35.pdf> s. 21-25.

- Anonim. Türkiye Karma Yem Sektörü Raporu. Türkiye Yem Sanayicileri Birliği Bilgisayar Kayıtları. 2009; Ankara
- Anonim. Avrupa Yem Sanayicileri Federasyonu (FEFAC). 2023; www.fefac.eu.
- Audet L. Emerging feed mill technology: keeping competitive. *Animal Feed Science Technologia*. 1995; 53:157-170.
- Ateş, S. Ayhan, V. Karma Yem Üretiminde Değirmen Tipi, Öğütme Derecesi ve Karıştırma Süresinin Broyler Performansı Üzerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2017; 2(2): 11-21.
- Basmacıoğlu H. Karma Yem Üretiminde Pelet Kalitesine Etki Eden Etkenler. *Hayvansal Üretim*. 2004; 45(1): 23-30.
- Behnke KC. Feed manufacturing technology: current issues and challenges. *Animal Feed Science Technologia*. 1996; 62: 49-57.
- Briggs JL, Maier DE, Watkins BA, et al. Optimization of press settings affecting quality of the pellets. 2008;
- Bouvier JM. Twin screw versus single screw in feed extrusion processing. 2nd Workshop "Extrusion technology in feed and food processing. 2010; S:32-45.
- Bunzel D. Selecting optimal mixer options in feed milling <https://millingandgrain.com/selecting-optimal-mixer-options-in-feed-milling-20337/> 2019.
- Canbolat Ö. Süt sığırlarının beslenmesi ve rasyon hazırlama yöntemleri. *Medyay Kitabevi*. 2015; S:450, Bursa/TÜRKİYE.
- Çakmak A. Yem Fabrikasında Üretilen Pelet Yemlerde Pelet Kalite Faktörü (PKF) Değerinin Pelet Kalitesi ve Enerji Tüketimine Etkisinin İncelenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi. 2019; Tez.
- Douglas JH, Sulliva, TW, Bond PL, et al. Influence of grinding, rolling, and pelleting on the nutritional-value of grain sorghums and yellow corn for broilers. *Poultry Science*. 1990; 69: 2150-2156.
- Dunmire KM, Charles RS, and Chad BP. Batching and Mixing. Quality feed manufacturing guide general quality principles. *Kansas State University Quality Feed Manufacturing*. 2021;
- Ergül M. Karma yemler ve karma yem teknolojisi (Yeniden düzenlenmiş 3. Basım). Ege Üniv. Yayınları, 2005; Ziraat Fakültesi. Yayın No:384. S:220. İzmir/TÜRKİYE.
- Farahinia A, Jamaati J, Niazman, H, et al. Numerical investigation into the mixing performance of micro T-mixers with different patterns of obstacles. *Journal of Brazilian Society Mechanical Science*. 2019; 41 (11) 491.
- Joseph M, Hall S. Hayvan Besleme ve Yem Sektöründeki Zorluklar ve Trendler. Yem Katkı, *Uluslararası Hayvan Yemi ve Yem Katkıları Dergisi*. 2025;
- Hofe A. Yem üretiminde partikül büyüklüğünün önemi ve optimizasyonu. Yem Katkı, *Uluslararası Hayvan Yemi ve Yem Katkıları Dergisi*. 2022; <https://www.frmtr.com/muhendislik-mimarlik-peyzaj-mimarligi/776590-karma-yem-teknolojisinde-ogutme-ve-onemi.html>
- Karabulut A, Filya İ. Yemler bilgisi ve yem teknolojisi (5. Baskı). *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları*. 2012; No: 67. S: 306. Bursa/TÜRKİYE.
- Kutlu HR, Çelik L. Yemler bilgisi ve yem teknolojisi (2. Baskı). *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı*. 2010; Yayın no: A-86. S: 365. Adana/TÜRKİYE.
- Lund P, Weisbjerg MR, Hvelpund T. Profile of digested feed amino acids from untreated and expander treated feeds estimated using in situ methods in dairy cows. *Livestock Science*. 2008; 114:62-74.
- Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Mart, 2024.
- Global Feed Production Remains Steady in 2022, Grain Products and Mixed Fodder's. 2022; Vol.22, I.3 (87).
- Gorocica-Buenfil MA, Loerch SC. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. *Journal Animal Science*. 2005; 83:705-714.
- Gündoğdu G, Kale Ç. 2024. Türkiye ve dünyada karma yem sektörü, Sağlık Bilimleri Alanında Uluslararası Akademik Çalışmalar ve Teorik Bilgiler -III, doi: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10402026>.
- Micheal AB, Nartey AI, Yaw OG, et al. Performance evaluation of mechanical feed mixers using machine parameters, operational parameters and feed characteristics in Ashanti and Brong-Ahafo regions. Ghana, *Alexandria Engineering Journal*. 2021; 60, 4905-4918.
- Nils Lastein, Yem fabrikalarında verimliliği artırmanın yolları, *Yem Katkı Dergisi*. 2022; Eylül-Ekim, 38-41.
- Nebi Husein, Lalisa Diriba, 2024. Complete Animal Feed Production and Method of Feed Conservation. *International Journal of Agriculture & Agribusiness*. 2024; ISSN: 2391-3991, Volume 1 Issue 1, page 133-141.
- Nir I, Hillel R, Ptichi I, et al. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poultry Science*. 1995; 74: 771-783.
- Prestløkken E. Expander treatment. HFE 305 *Feed Manufacturing Technologia*. 2013; http://www.umb.no/statistik/ih/kurs/nova/feed_technology/4.pdf
- Reimer L. Proc. Northern crops institute feed mill management and feed manufacturing technologia. Short Course, p.7. Colifornia Pellet Mill Co. Crawfordsville, in.1992;
- Richert BT, DeRouchey CR, McKinney L. Swine Feed Processing and Manufacturing Fact Sheet. *National Swine Nutrition Guide*. 2010; Manhattan, KS: Kansas State University.
- Sameh A. Salaheldeen A. Nahed S. Process optimization in poultry feed mill. *Scientific Reports*. 2023; 13:9897
- Stark CR, and Jones CK. Feed processing to improve animal performance. *Canada Eastern Animal Nutrition Conference*. 2015; Quebec, Canada.
- Stark CR. Feed processing to improve swine and poultry performance. *The 5th Global Feed and Food Congress*. 2016; Antalya, Turkey.
- Stark CR. and Saensukjaroenphon M. Testing Mixer Performance, Kansas State University, September 2017.

- Şenköylü N. Karma Yemde Homojenite Testi ve Mikser Kullanımı. *Yem Magazin*. 2023; 27-30 Nisan, 41-46
- Toprak NN, Ceylan N. Ruminant yemleri üretiminde ekspander teknolojisi kullanımı ve etkileri. 1-Besin maddeleri ve besi hayvanlarındaki etkileri. *Yem Magazin*. 2016; 75:19-25.
- Tothi R, Lund P, Weisbjerg MR. et al. Effect of expander processing on fractional rate of maize and barley starch degradation in the rumen of dairy cows estimated using rumen evacuation and in situ techniques. *Animal Feed Science Technologia*. 2003; 104:71-94.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü 2023 ve 2024 raporu. <https://www.tarimorman.gov.tr>
- Tumulu JS. Effect of process variables on the density and durability of the pellets made from high moisture corn stover. *Biosystems Engineering*. 2013; 119, 44–57.
- TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu, 2023; <http://tuik.gov.tr>
- Tielen M. Structure & FEFAC and Lobbying Strategies. 7. TUYEM, *Uluslararası Yem Kongresi ve Yem Dergisi*. 2004; Belek/Antalya, s.93-113.
- Selm B, Hijbeek R, Ittersum MK, et al. Recoupling livestock and feed production in the Netherlands to reduce environmental impacts. *Science of the Total Environment*. 2023; 899.
- Yang WZ, Beachumin KA, Rode LM. Effects of grain processing, forage to concentrate ratio, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cows. *Journal Dairy Science*. 2001; 84:2203–2216.

YEM HİJYENİ

Soner UYSAL¹

1. Giriş

Hayvan beslemede kullanılan yemler, hayvancılık işletmelerinde toplam üretim maliyetlerinin büyük bir kısmını oluşturmaya devam etmektedir. Bu nedenle yem kaynaklarının ekonomik olması işletme karlılığı, besinsel ve hijyenik açıdan uygun olması hem hayvan sağlığı hem de nihai hayvansal ürünlerin kalitesi için son derece önemlidir.

Genel olarak, geviş getiren hayvanlar, üretim döngüsüne (büyüme, süt verimi, gebelik vb.) ve elde edilmesi hedeflenen hayvansal ürünün türüne bağlı olarak, ham selüloz içeriği yüksek kaba yemlerle beslenmektedir. Bu kaba yemler arasında ot, silaj, saman ve meraya dayalı yem kaynakları öne çıkmaktadır. Öte yandan, tek mideli hayvanlar, sindirim fizyolojileri gereği düşük selüloz, yüksek enerji ve protein içeren tahıl bazlı rasyonlara ihtiyaç duymaktadır. Bu amaçla, çoğunlukla mısır ve soya fasulyesi kombinasyonuna dayalı yemler tercih edilmekte ve bu rasyonlar, hayvan türüne özgü mikro besin öğeleri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde mineral ve vitamin premiksleri ile desteklenmektedir.

Yemlerin bileşimi ya da hayvan türü ne olursa olsun, yem hammaddeleri üretim, depolama, taşıma ve işleme aşamalarında çeşitli çevresel ve biyolojik risk faktörlerinin etkisi altında kalabilmektedir. Bu faktörlerden bazıları zararsız ya da geçici etkiye sahip olsa da, bazıları hayvanlar açısından hastalık riski oluşturmakta ve bu durum dolaylı olarak insan sağlığını da tehdit edebilmektedir. Özellikle mikrobiyolojik (örneğin *Salmonella*, *Clostridium spp.*) ve toksikolojik (örneğin mikotoksinler, ağır metaller) kontaminantlar hem hayvan performansını düşürmekte hem de et, süt ve yumurta gibi hayvansal ürünlerin güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle yem güvenliği, yalnızca hayvan sağlığı açısından değil, halk sağlığı ve gıda güvenliği açısından da stratejik öneme sahiptir.

Yem hammaddelerine ve tamamlayıcı yemlere yönelik kalite kontrol programları entegre bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Bu programlar, tarımsal kaynak temininden başlayarak, hasat, işleme, depolama, lojistik, yem formülasyonu, hayvana sunulma şekli ve son olarak hayvan ve insan sağlığına olan etkilerin değerlendirilmesi-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, soner.uyasal@atauni.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-0372-9895

olup (13,6–23,5 yıl), organizmalarda birikme eğilimindedir. Kadmiyuma aşırı düzeyde maruz kalınması, renal disfonksiyon, pulmoner yetmezlik ve osteomalazi gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bir diğer toksik element olan cıva (Hg), Dünya genelinde çevresel bir kirlenici olarak kabul edilmekte olup, özellikle inorganik formu böbrekleri hedef alır. Akut cıva zehirlenmesi sonrasında, renal tübüler epitelyumda nekroz gelişebilir ve bu durum, maruziyetten sonraki 24 saat içinde böbrek yetmezliğine neden olabilir. Uzun süreli maruz kalımlarda ise tübüler nekroz ve glomerülonefrit gibi kalıcı böbrek hasarları gözlemlenir.

Krom (Cr), karbonhidrat, lipid ve protein metabolizmasında görev alan esansiyel bir mikroelement olmasına rağmen, aşırı maruziyet durumunda toksik etkiler oluşturabilmektedir. Yüksek düzeyde Cr alımı, karaciğer kanseri de dâhil olmak üzere çeşitli patolojik durumlarla ilişkilendirilmektedir. Krom kontaminasyonu genellikle hasat veya yem işleme sırasında toprak veya metal yüzeylerle temas sonucu gerçekleşmektedir. Arsenik (As) ise hem toksik hem de kanserojen özellikler taşıyan bir metaloid olup; diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve nöropatiler gibi kanser dışı kronik sağlık sorunlarıyla da ilişkilendirilmektedir. Literatürde, pirinç ve soğan gibi bitkisel ürünlerde yüksek arsenik düzeylerinin tespit edildiği bildirilmektedir.

Hayvan yemlerinde biriken ağır metaller, yalnızca hayvanların sağlığını olumsuz yönde etkilemekle kalmaz; aynı zamanda büyüme performansı ve verimlilik üzerinde de olumsuz etkiler yaratır. Daha da önemlisi, bu toksik elementler hayvansal ürünlere geçerek (süt, et, yumurta vb.), nihai tüketici olan insanlar için ciddi bir sağlık riski oluşturur. Bu nedenle, hayvan yemlerindeki ağır metal konsantrasyonlarının düzenli olarak izlenmesi ve sınırlandırılması, yem güvenliğinin sağlanması ve halk sağlığının korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Akinoso R, Aboaba SA, Olayanju TMA. Effects of moisture content and heat treatment on peroxide value and oxidative stability of un-refined sesame oil. *African Journal Of Food Agriculture Nutrition And Development* 2010;10(10). <https://doi.org/10.4314/ajfand.v10i10.62908>
- Ayaz A, Yurttagül M. Besinlerdeki toksik öğeler-II. Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayınları; 2012. Yayın No:727.
- Black Z, Balta I, Black L, et al. The fate of foodborne pathogens in manure treated soil. *Frontiers in Microbiology* 2021;12:781357. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.781357>
- Collins DA. A review on the factors affecting mite growth in stored grain commodities. *Experimental and Applied Acarology* 2012;56:191–208. <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9512-6>
- Crawshaw R. Animal feeds, feeding practices and opportunities for feed contamination: An introduction. In: Animal feed contamination. *Woodhead Publishing*; 2012. p. 11–32. <https://doi.org/10.1533/9780857093615.11>
- Dorn-In S, Geißler H, Harms K, et al. Quantitative PCR detection of Clostridia and evaluation of feed hygiene across different manure application techniques. *International Journal of Agronomy* 2025;2025:9930437. <https://doi.org/10.1155/iaa/9930437>
- Ergün A, Tuncer ŞT, Çolpan İ, et al. Yemler, yem hijyeni ve teknolojisi. 6. baskı. Ankara: Kardelen Ofset; 2016.
- Fabien DDF, Annie NN, Adélaide DM, et al. Effect of heating and of short exposure to sunlight on carotenoids content of crude palm oil. *Journal of Food Processing & Technology* 2014;5(4):1. <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7110.1000314>
- Fink-Gremmels J, ed. Animal feed contamination: effects on livestock and food safety. *Oxford: Woodhead Publishing*; 2012.
- Ge B, LaFon PC, Carter PJ, et al. Retrospective analysis of Salmonella, Campylobacter, Escherichia coli, and Enterococcus in animal feed ingredients. *Foodborne Pathogens and Disease* 2013;10(8):684–691. <https://doi.org/10.1089/fpd.2012.147>
- Ghaemmaghami SS. A glance of feed hygiene and importance of mycotoxins in poultry feedstuffs. *World's Poultry Science Journal* 2024;80(4):1009–1015. <https://doi.org/10.1080/00439339.2024.2384866>
- Gül M, Top Ş. Hayvan beslemede kullanılan toksin bağlayıcılar. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 2020;2(2):325–335.
- Hemery YM, Fontan L, Moench-Pfanner R, et al. Influence of light exposure and oxidative status on the stability of vitamins A and D3 during the storage of fortified soybean oil. *Food Chemistry* 2015;184:90–98. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.096>
- Hubert J, Stejskal V, Athanassiou CG et al. Health hazards associated with arthropod infestation of stored products. *Annual Review of Entomology* 2018;63(1):553–573. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043218>

- Hung YT, Hanson AR, Shurson GC et al. Peroxidized lipids reduce growth performance of poultry and swine: a meta-analysis. *Animal Feed Science and Technology*. 2017;231:47–58. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds-ci.2017.06.013>
- Jacob JM, Karthik C, Saratale RG, et al. Biological approaches to tackle heavy metal pollution: a survey of literature. *Journal of Environmental Management* 2018;217:56–70. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.077>
- Janković L, Drašković V, Pintarić Š, et al. Rodent pest control. *Veterinarski Glasnik*. 2019;73(2):85–99. <https://doi.org/10.2298/VETGL190507020J>
- Krajcar D. Provedba deratizacijskih postupaka-integralni pristup. *Hrvatski Časopis za Javno Zdravstvo*. 2011;7(25).
- Kumar A, Thakur A, Sharma V, et al. Pesticide residues in animal feed: status, safety and scope. *Journal of Animal and Feed Sciences* 2019;7:73–80. <https://doi.org/10.21088/jafst.2321.1628.7219.3>
- Kwak WS, Huh JW. Feed hygiene and meat safety of cattle fed processed rice hulls-bedded broiler litter. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2004;17(11):1509–1517. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.1509>
- Maciorowski KG, Herrera P, Jones FT, et al. Effects on poultry and livestock of feed contamination with bacteria and fungi. *Animal Feed Science and Technology*. 2007;133(1–2):109–136. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds-ci.2006.08.006>
- Mahmood I, Imadi SR, Shazadi K, et al. Effects of pesticides on environment. In: *Plant, Soil and Microbes: Implications in Crop Science*. Springer; 2016. p. 253–269. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27455-3_13
- Melin P, Sundh I, Håkansson S, et al. Biological preservation of plant derived animal feed with antifungal microorganisms: safety and formulation aspects. *Biotechnology Letters* 2007;29:1147–1154. <https://doi.org/10.1007/s10529-007-9375-9>
- Meronuck R, Xie W. Mycotoxins in feed. *Feedstuffs*. 1990:123–130.
- Mushtaq M, Khanam S. AJAB. *Asian Journal of Agriculture and Biology* 2017;5(4):263–269.
- Noordhuizen JP, Jorritsma R. The role of animal hygiene and animal health in dairy operations. In: *Animal feed contamination*. Woodhead Publishing; 2012. p. 205–218.
- Olson EG, Grenda T, Ghosh A, et al. Microbial pathogen contamination of animal feed. In: *Present knowledge in food safety*. Academic Press; 2023. p. 378–393. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819470-6.00023-8>
- Ottaway PB. Stability of vitamins during food processing and storage. In: *Chemical deterioration and physical instability of food and beverages*. Woodhead Publishing; 2010. p. 539–560. <https://doi.org/10.1533/9781845699260.3.539>
- Palyvos NE, Emmanouel NG, Saitanis CJ. Mites associated with stored products in Greece. *Experimental and Applied Acarology* 2008;44:213–226. <https://doi.org/10.1007/s10493-008-9145-y>
- Park D, Lee HJ, Sethukali AK, et al. Effects of temperature on the microbial growth and quality of unsealed dry pet food during storage. *Food Science of Animal Resources*. 2025;45(2):504. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2024.e51>
- Poholsky CM, Moritz JS, Boney JW. Hygienic feed manufacturing strategies improve pelleting efficiency while maintaining early turkey poult performance and tibia mineralization. *Journal of Applied Poultry Research* 2024;33(4):100487. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2024.100487>
- Polykretis P, Cencetti F, Donati C, et al. Cadmium effects on superoxide dismutase 1 in human cells revealed by NMR. *Redox Biology* 2019;21:101102. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101102>
- Ricke SC. Feed hygiene. In: *Biosecurity in animal production and veterinary medicine: from principles to practice*. Wallingford, UK: CABI; 2019. p. 177–209. <https://doi.org/10.1079/9781789245684.0177>
- Sabuncuoğlu SA, Baydar T, Giray B, et al. Mikotoksinler: Toksik etkileri, degradasyonları, oluşumlarının önlenmesi ve zararlı etkilerinin azaltılması. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*. 2008;1:63–92.
- Saensukjaroenphon M, Evans CE, Paulk CB, et al. Impact of storage conditions and premix type on fat-soluble vitamin stability. *Translational Animal Science* 2020;4(3):txaa143. <https://doi.org/10.1093/tas/txaa143>
- Sargeant JM, Totton SC, Plishka M, et al. Salmonella in animal feeds: a scoping review. *Frontiers in Veterinary Science* 2021;8:727495. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.727495>
- Savrunlu M. Şanlıurfa İlinde bazı süt sığırları işletmelerinde kullanılan toplam karışım yemlerde aflatoksin B1 ile sütte aflatoksin M1 düzeylerindeki değişimin yıl boyunca incelenmesi [doctoral dissertation]. Şanlıurfa: Harran University; 2022.
- Scudamore KA, Livesey CT. Occurrence and significance of mycotoxins in forage crops and silage: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1998;77(1):1–17. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199805\)77:1<1::AID-JSFA9>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199805)77:1<1::AID-JSFA9>3.0.CO;2-4)
- Şahin T, Şehu A. Yemlerde mikotoksinler ve toksinleri azaltma yolları. *Türkiye Klinikleri Animal Nutrition and Nutritional Diseases* 2015;1(1):54–65.
- Tao C, Wei X, Zhang B, et al. Heavy metal content in feedstuffs and feeds in Hubei province, China. *Journal of Food Protection* 2020;83(5):762–766. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-539>
- Uyeh DD, Kim J, Lohumi S, Park T, et al. Rapid and non-destructive monitoring of moisture content in livestock feed using a global hyperspectral model. *Animals*. 2021;11(5):1299. <https://doi.org/10.3390/ani11051299>

Waghmare AG, Chugh N, Sagaram US, et al. Characterization of storage stability of microalgal biomass for its applications as protein feed ingredients in animal and aquafeeds. *Animal Feed Science and Technology*. 2022;288:115323. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds-ci.2022.115323>

Wang H, Li L, Zhang N, et al. Effects of pelleting and long-term high-temperature stabilization on vitamin retention in swine feed. *Animals*. 2022;12(9):1058. <https://doi.org/10.3390/ani12091058>

YEMLERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ-İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Taylan AKSU¹
Taner LEVENDOĞLU²

1. Yem Üretiminin Çevresel Ayak İzi

Çevresel ayak izi, bir organizasyon, etkinlik veya üretimle ilişkili, başlıca karbondioksitten oluşan sera gazı sürümlerinin toplam miktarı olarak tanımlanır. Yem üretimi için çevresel ayak izi, özellikle endüstriyel hayvancılık sistemlerinin temel bileşenlerinden biri olan yem üretiminin çevre üzerindeki çok boyutlu etkileri anlamına gelmektedir. Yem üretiminin çevresel ayak izi;

1. Su ayak izi
2. Toprak ve arazi kullanımı
3. Karbon ayak izi ve iklim değişikliği
4. Kimyasal kirlilik ve ekosistem tahribatı başlıklarında değerlendirilir.

1.1. Su Ayak İzi

Su ayak izi, tarımsal üretimde doğrudan ya da dolaylı olarak harcanan toplam suyun hacmi yanında türünü de kapsayan bir göstergedir. Mavi su; yem üretimi için ihtiyaç duyulan toplam yüzey ve yeraltı tatlı suyunu; yeşil su, yem üretimi

için ihtiyaç duyulan toplam yağmur suyunu; gri su ise su kirliliğini esas alan ve tatlı sulardaki kirleticilerin özümlemesi için ihtiyaç duyulan suyu ifade eder. Dünya hayvancılık sektöründe yem bitkileri, kaba yemler ve otlatma amaçlı biyokütle üretmek için her yıl 4387 km³ mavi ve yeşil suya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu miktar, küresel tarım arazilerindeki toplam buharlaşmanın yaklaşık %22'sine, toplam tarımsal su kullanımının da %41'ine karşılık gelmektedir. Tüm tarım sektörü, küresel olarak su çekimlerinin yaklaşık %70'inden ve toplam su tüketiminin %90'ından sorumludur. Bitkisel üretim deseni de ihtiyaç duyulan mavi su miktarını önemli derecede etkilemektedir. Örneğin, hayvan yemi olarak mısıır, soya fasulyesi ve diğer tahılların üretimi, ot veya kaba yem üretimine kıyasla yaklaşık 43 kat daha fazla suya ihtiyacı doğurmaktadır. Aşırı yeşil su tüketimi, yeraltı ve yüzey sularının çekilmesine, baraj ve göletlerin kurumasına yol açmaktadır. Hayvan yemi üretiminde kullanılan suyun büyük bir kısmı yeşil su olmasına rağmen, mavi su kaynaklarının da önemli bir rolü vardır. Bu du-

¹ Prof. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, aksuturkiye@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-2977-200

² Öğr. Gör. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Özalp Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Pr., tanerlevendoglu@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-3752-2131

Kanser Araştırma Ajansı, GD gıda ürünlerinin üretiminde yaygın olarak kullanılan bir herbisit olan glifosatın muhtemel bir insan kanserojeni olduğunu belirlemiştir. Bazı GD gıdalarda ölçülebilir miktarda glifosat tespit edilmiştir.

Süper yabani otlar: Herbisite dirençli GD ürünlerin kullanımı arttıkça, herbisite dirençli yabani otların sayısı ve çeşitliliği de artar. GD ürünlerde belirli herbisitlerin kullanımı, artık bu herbisitler tarafından öldürülemeyen “süper yabani otların” veya yabani otların evrimine ve yayılmasına yol açmaktadır. Birçok yabani ot türünün herbisit glifosata direnç geliştirdiği rapor edilmektedir. Bu yabani otlar, herbisit kullanımını daha da artırarak, çiftçiler için maliyetleri artıran ve ciddi çevresel etkilere sahip bir “pestisit döngüsü” yaratmaktadır.

Süper zararlılar: Bazı böceklerin GD böcek dirençli (Bt) ürünlerdeki toksinlere karşı direnç geliştirdiği rapor edilmektedir. Bu raporlamalardan sonra herbisit üreten şirketler süper yabani otlarla mücadele edebilmek için birden fazla herbisit toleranslı özelliği bir araya getirerek yeni GD ürünler yetiştirmektedir. Örneğin, Kanada 2012’de 2,4-D herbisite toleranslı ilk GD mısırları; 2016’da dikambaya toleranslı ilk GDO mısırları; ve ardından 2020’de hem 2,4-D’ye hem de dikambaya toleranslı bir GD mısırları onaylamıştır. Bu ürünlerin çoğu glifosata da toleranslıdır. 2023’te Kanada’da piyasadaki GD mısırlarının yaklaşık %80’i birden fazla herbisite toleranslı özellikte üretilmiştir.

Değiştirilmiş gen kirliliği: GD ürünlerin veya doğrudan genetik materyalin konvansiyonel bitkilere, hayvanlara ve gıdalara gen akışı veya yayılması anlamındadır. Bu yayılma, polen yayılması, tohum kaçışı veya gıda ile yemin karışması gibi çeşitli yollarla meydana gelmektedir. Değiştirilmiş gen kirliliği, kendisini çoğaltabilen canlı bir kirliliktir. Bu tür bir kirlenmenin olumsuz çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri olmaktadır. Gen kirliliği, yabani ve yabani otların akrabalıkları, konvansiyonel ürünler ve

gıdalar ile organik tarım için önemli bir tehdit oluşturmaktadır.

Biyolojik Çeşitlilik Kaybı: Herbisite dayalı mahsul sistemleri, tarımsal sistemlerdeki bitki çeşitliliğini azaltan ve diğer önemli organizmalar için yaşam alanını ve besin kaynaklarını sınırlandıran herbisitlerin kullanımını teşvik etmektedir. Ayrıca herbisit kullanımı, biyoçeşitliliği olumsuz etkilemektedir. Örneğin, üremek için ipek otuna ihtiyaç duyan *Monarch kelebeği*, bu otlar mücadelesinde kullanılan glifosat sebebi ile popülasyonunun %90’ını kaybetme riski altındadır. Diğer taraftan, genetiği değiştirilmiş böcek dirençli (Bt) mısırdan gelen toksinleri içeren polen ve diğer bitki parçaları mısır tarlalarının yakınındaki akarsulara karışarak sudaki biyoçeşitliliği de tehdit etmektedir.

KAYNAKLAR

- Alexander TW, Reuter T, Aulrich K, et al. A review of the detection and fate of novel plant molecules derived from biotechnology in livestock production. *Animal Feed Science and Technology*, 2007;133, 31–62.
- Altomare AA, Baron G, Aldini G, et al. Silkworm pupae as source of high-value edible proteins and of bioactive peptides. *Food Science and Nutrition*, 2020;8(6), 2652–2661.
- Araújo RG, Chavez-Santoscoy RA, Parra-Saldívar R, et al. Agro-food systems and environment: Sustaining the unsustainable. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2023;31, 100413.
- Aspevik T, Steinsholm S, Vang B, et al. Nutritional and sensory properties of protein hydrolysates based on salmon (*Salmo salar*), mackerel (*Scomber scombrus*), and herring (*Clupea harengus*) heads and backbones. *Frontiers in Nutrition*, 2021;8, Article.
- Barkia I, Saari N, Manning SR. Microalgae for high-value products towards human health and nutrition. *Marine Drugs*, 2019;17(5), 304. DOI:10.3390/md17050304
- Bawa AS, Anilakumar KR. Genetically modified foods: Safety, risks and public concerns – A review. *Journal of Food Science and Technology*, 2013;50(6), 1035–1046. DOI:10.1007/s13197-012-0899-?
- Beckie HJ., Hall LM. Genetically-modified herbicide-resistant (GMHR) crops a two-edged sword? An Americas perspective on development and effect on weed management. *Crop Protection*, 2014;66, 40–45.
- BEETLE. Long-term effects of genetically modified (GM) crops on health and the environment (including biodiversity), Executive Summary and Main Report. *Federal Office of Consumer Protection and Food Safety*

- (BVL), BLau Umweltstudien and Genius GmbH, Berlin, 2009.
- Belghit I, Liland NS, Gjesdal P, et al. Black soldier fly larvae meal can replace fish meal in diets of seawater phase Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 2019;503, 609–619.
- Borowitzka MA. Dunaliella: Biology, production, and markets. Handbook of Microalgal Culture: *Applied Phycology and Biotechnology* (2nd ed.), 2013; pp. 359–368.
- Burja AM, Banaigs B, Abou-Mansour E, et al. Marine cyanobacteria – a prolific source of natural products. *Tetrahedron*, 2001;57(46), 9347–9377. DOI:10.1016/S0040-4020(01)00931-0
- Campbell M, Ortuño J, Stratakis AC, et al. Impact of thermal and highpressure treatments on the microbiological quality and in vitro digestibility of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Animals*, 2020;10(4), 682.
- Canadian Corn Pest Coalition. Bt Corn Products Available as of March 2023. *Canadian Corn Pest Coalition*, 2023; Web resource. URL: <https://cornpest.ca/wp-content/uploads/2023/03/Canadian-Bt-Traits-Table-March-2023-English-4.pdf>
- Canadian Food Inspection Agency. Table of Stacked Plant Products Authorized for Unconfined Release into the Canadian Environment. *Canadian Food Inspection Agency*, 2025; Web resource. URL: <https://inspection.canada.ca/.../stacked-traits/...> (Accessed: 18/06/2025)
- Cellini F, Chesson A, Coquhonn I, et al. Unintended effects and their detection in genetically modified crops. *Food and Chemical Toxicology*, 2004;42, 1089–1123.
- Chacón-Lee TL, González-Mariño GE. Microalgae for “healthy” foods: possibilities and challenges. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2010;9(6), 655–675. DOI:10.1111/j.1541-4337.2010.00132.x
- Da Mata D, Dotta M, Lobo T. Technological Progress and Climate Change: *Evidence from the Agricultural Sector. SSRN*, 2023.
- Davoodi SH, Shahbazi R, Esmacili S, et al. Health-related aspects of milk proteins. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 2016;15(3), 573.
- De Moraes MG, Vaz BDS, De Moraes EG, et al. Biologically active metabolites synthesized by microalgae. *Biomol Res Int*, 2015; 2015: 835761.
- Dobermann, D, Swift JA, Field LM. Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. *Nutr Bull*, 2017; 42(4): 293–308.
- Egonyu JP, Subramanian S, Tanga CM, et al. Global overview of locusts as food, feed and other uses. *Global Food Secur*, 2021; 31.
- Elahi U, Xu CC, Wang J, et al. Insect meal as a feed ingredient for poultry. *Anim Biosci*, 2022; 35(2): 332–346.
- Elouattassi Y, Ferioun M, El Ghachtouli N, et al. Agroecological concepts and alternatives to the problems of contemporary agriculture: Monoculture and chemical fertilization in the context of climate change. *Journal Agric Environ Int Dev*, 2023; 117(2): 41–98.
- FAO. Environmental performance of animal feeds supply chains: Guidelines for assessment. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2016.
- FAO/WHO. Protein Quality Evaluation Report of Joint FAO/WHO Expert Consultation. *FAO Food and Nutrition Paper No. 51*, Rome, 1991.<http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57a-a4593304ffc17f06.pdf>
- Flachowsky G, Chesson A, Aulrich K. Animal nutrition with feeds from genetically modified plants. *Arch Anim Nutr*, 2005; 59(1): 1–40.
- Flachowsky, G., Schafft, H., & Meyer, U. Genetiği değiştirilmiş bitkilerden elde edilen yemlerin beslenme ve güvenlik değerlendirmelerine yönelik hayvan besleme çalışmaları: bir inceleme. *J Verbrauch Lebensm*, 2012; 7: 179–194.
- Gencbay G, Turhan S. Proximate composition and nutritional profile of the Black Sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*) whole fish, fillets, and by-products. *J Aquat Food Prod Technol*, 2016; 25(6): 864–874.
- Gerber PJ, Steinfeld H, Henderson B, et al. Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2013.
- Gille A, Trautmann A, Posten C, et al. Bioaccessibility of carotenoids from *Chlorella vulgaris* and *Chlamydomonas reinhardtii*. *International Jrl Food Science*, 2016; 67(5): 507–513. <https://doi.org/10.1080/09637486.2016.1181158>
- Gonzalez LA, Kyriazakis I, Tedeschi LO. Review: Precision nutrition of ruminants: approaches, challenges and potential gains. *Animal*, 2018; 12(S2): s246–s261. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002288>
- Grant ET, De Franco H, Desai MS. Non-SCFA microbial metabolites associated with fiber fermentation and host health. *Trends Endocrinol Metab*, 2024; 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2024.06.009>
- Guedes AC, Amaro HM, Malcata FX. Microalgae as sources of carotenoids. *Mar Drugs*, 2011; 9(4): 625–644. <https://doi.org/10.3390/md9040625>
- Güngör E, Demiryürek K. Türkiye’de genetiği değiştirilmiş organizmalar. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 2021; 7(2), 140-154.
- Heckmann, L. H., Andersen, J. L., Gianotten, N., Calis, M., Fischer, C. H., & Calis, H. Sustainable mealworm production for feed and food. In: *Edible Insects in Sustainable Food Systems*. FAO, Rome, 2018; pp. 321–328.
- Hemaiswarya S, Raja R, Kumar RR, Ganesan V, et al. Microalgae: A sustainable feed source for aquaculture. *World J Microbiol Biotechnol*, 2011; 27: 1737–1746.
- Herman RA, Yan CH, Wang JZ, et al. Insight into the silkworm pupae: Modification technologies and functionality of the protein and lipids. *Trends Food Sci Technol*, 2022; 129: 408–420.
- Hossain MM, Hu J, Yoo JS, et al. Effect of genetically modified organisms feed ingredients (corn and soybean) in diet on egg production, egg broken rate and egg qu-

- ality in layers. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2023; 25(3): eRBCA-2022.
- Hussein M, Pillai VV, Goddard JM, et al. Sustainable production of housefly (*Musca domestica*) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure. *PLoS One*. 2017;12(2):e0171708.
- Islam MM, Yang CJ. Efficacy of mealworm and super mealworm larvae probiotics as an alternative to antibiotics challenged orally with *Salmonella* and *E. coli* infection in broiler chicks. *Poultry Science*. 2017;96(1):27–34.
- Jacob-Lopes E, Maroneze MM, Deprá MC, et al. Bioactive food compounds from microalgae: An innovative framework on industrial biorefineries. *Current Opinion in Food Science*. 2019;25:1–7. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.12.003>
- Jannel S, Caro Y, Bermudes M, Petit T. Novel insights into the biotechnological production of *Haematococcus pluvialis*-derived astaxanthin: advances and key challenges to allow its industrial use as novel food ingredient. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2020;8(10):789.
- Kamle M, Kumar P, Patra JK. Et al. Current perspectives on genetically modified crops and detection methods. *3 Biotech*. 2017;7(3):1–15. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0809-3>
- Khalifah A, Abdalla S, Rageb M, et al. Could insect products provide a safe and sustainable feed alternative for the poultry industry? A comprehensive review. *Animals*. 2023;13(9):1534.
- Khanal P, Pandey D, Naess G, et al. Yellow mealworms (*Tenebrio molitor*) as an alternative animal feed source: a comprehensive characterization of nutritional values and the larval gut microbiome. *Journal of Cleaner Production*. 2023;389.
- Kim TK, Yong HI, Kim YB, et al. Edible insects as a protein source: a review of public perception, processing technology, and research trends. *Food Science of Animal Resources*. 2019;39(4):521–540.
- Kinyuru JN. Nutrient content and lipid characteristics of desert locust (*Schistocerca gregaria*) swarm in Kenya. *International Journal of Tropical Insect Science*. 2020;41(3):1993–1999.
- Kolobe SD, Manyelo TG, Malematja E, et al. Fats and major fatty acids present in edible insects utilised as food and livestock feed. *Veterinary and Animal Science*. 2023;22:100312.
- Kumari B, Tiwari BK, Hossain MB. Et al. Recent advances on application of ultrasound and pulsed electric field technologies in the extraction of bioactives from agro-industrial by-products. *Food Bioprocess Technology*. 2018;11:223–241.
- López G, Yate C, Ramos FA, et al. Production of polyunsaturated fatty acids and lipids from autotrophic, mixotrophic and heterotrophic cultivation of *Galdieria* sp. strain USBA-GBX-832. *Scientific Reports*. 2019;9:10791.
- Lymbery P. Cultivated meat to secure our future: hope for animals, food security and the environment. 2023. Available from: <https://time.com/6298660/insect-farming-isnt-going-to-save-the-planet>
- Maciel G, Wagner JR, Bartosik RE. Drying of soybean seeds and effect on protein quality and oil extraction efficiency by extruding-expelling process. *Scientia Agricola*. 2023;80.
- Madamwar D, Kaushal A, Patel DK, et al. Cyanobacterial phycoerythrin purified from marine *Lyngbya* sp. induces apoptosis in lung carcinoma cells. *Bangladesh Journal of Pharmacology*. 2015;10(4):770–778. <https://doi.org/10.3329/bjp.v10i4.23896>
- Makkar HPS, Tran G, Heuzé V, et al. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*. 2014;197:1–33.
- Malematja E, Sebola NA, Manyelo TG, et al. Copping out of novel feeds: how climate change pledgers and food summits overlooked insect protein. *Heliyon*. 2023;9(12):e22773.
- Markou G, Angelidaki I, Georgakakis D. Microalgal carbohydrates: an overview of the factors influencing carbohydrates production, and of main bioconversion technologies for production of biofuels. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2012;96(3):631–645. <https://doi.org/10.1007/s00253-012-4398-0>
- Matovu J. Does the inclusion of second generation genetically modified plants in feeds have any effect on animal performance? *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2021;9(10):1799–1807.
- McKinney K. How to solve the greatest challenge in the feed industry. Available from: <https://www.alltech.com/blog/how-solve-greatest-challenge-feed-industry> (accessed 11/05/2025).
- Meijer N, Safitri RA, Tao W, Hoek-Van den Hil EF. European Union legislation and regulatory framework for edible insect production – safety issues. *Animal*. 2025;101468. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2025.101468>
- Mobin S, Alam F. Some promising microalgal species for commercial applications: a review. *Energy Procedia*. 2017;110:510–517. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.177>
- Naziri E, Nenadis N, Mantzouridou FT, et al. Valorization of the major agrifood industrial by-products and waste from Central Macedonia (Greece) for the recovery of compounds for food applications. *Food Research International*. 2014; 65:350–358.
- Neslen A. FAO draft report backs growth of livestock industry despite emissions. Available from: <https://www.climatechangenews.com/2024/08/14/fao-draft-report-backs-growth-of-livestock-industry-despite-emissions/> (accessed 26/08/2025).
- Noack F, Engist D, Gantois J, et al. Environmental impacts of genetically modified crops. *Science*. 2024;385(6712), eado9340.
- Nowakowski AC, Miller AC, Miller ME, et al. Potential health benefits of edible insects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022;62(13), 3499–3508.

- Nugroho RA, Aryani R, Hardi EH, et al. Nutritive value, material reduction, biomass conversion rate, and survival of black soldier fly larvae reared on palm kernel meal supplemented with fish pellets and fructose. *International Journal of Tropical Insect Science*, 2023;43(4), 1243–1254.
- Ochiai M, Inada M, Horiguchi S. Nutritional and safety evaluation of locust (*Caelifera*) powder as a novel food material. *Journal of Food Science*, 2020;85(2), 279–288.
- OECD/FAO. OECD-FAO Agricultural Outlook 2024-2033. 2024.
- Ooninx D, Laurent S, Veenenbos ME, et al. Dietary enrichment of edible insects with omega 3 fatty acids. *Insect Science*, 2020;27(3), 500–509.
- Ooninx D, van Broekhoven S, van Huis A, et al. Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS One*, 2015;10(12).
- Ooninx DG, de Boer IJ. Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans - a life cycle assessment. *PLoS One*, 2012;7(12), e51145.
- Psistaki K, Tsantopoulos G, Paschalidou AK. An overview of the role of forests in climate change mitigation. *Sustainability*, 2024;16(14), 6089.
- Réhault-Godbert S, Guyot N, Nys Y. The golden egg: nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. *Nutrients*, 2019;11(3).
- Rătu RN, Veleşcu ID, Stoica F, et al. Application of agri-food by-products in the food industry. *Agriculture*, 2023;13, 1559. <https://doi.org/10.3390/agriculture13081559>
- Rauytanapanit M, Janchot K, Kusolkumbot P, et al. Nutrient deprivation-associated changes in green microalga *Coelastrum* sp. TISTR 9501RE enhanced potent antioxidant carotenoids. *Marine Drugs*, 2019;17.
- Ravzanaadii N, Kim SH, Choi WH, et al. Nutritional value of mealworm, *Tenebrio molitor* as food source. *International Journal of Industrial Entomology and Biomaterials*, 2012;25(1), 93–98.
- Raza A, Razzaq A, Mehmood SS, et al. Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: a review. *Plants*, 2019;8(2), 34.
- Rivera VB. Reducing feed emissions is critical to advancing sustainability. Available from: <https://www.allaboutfeed.net/animal-feed/feed-additives/reducing-feed-emissions-is-critical-to-advancing-sustainability/> (accessed 06/06/2025).
- Saadaoui I, Rasheed R, Abdulrahman N, et al. Algae-derived bioactive compounds with anti-lung cancer potential. *Marine Drugs*, 2020;18(4), 197. <https://doi.org/10.3390/md18040197>
- Sahoo A, Swain SS, Behera A, et al. Antimicrobial peptides derived from insects offer a novel therapeutic option to combat biofilm: a review. *Frontiers in Microbiology*, 2021;12.
- Samarakoon K, Jeon YJ. Bio-functionalities of proteins derived from marine algae - a review. *Food Research International*, 2012;48(2), 948–960. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.03.013>
- Sandhu R, Chaudhary N, Shams R, et al. Genetically modified crops and sustainable development: navigating challenges and opportunities. *Food Science and Biotechnology*, 2025;34, 307–323.
- Sasso S, Pohnert G, Lohr M et al. Microalgae in the post-genomic era: a blooming reservoir for new natural products. *FEMS Microbiology Reviews*, 2012;36(4), 761–785. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00304.x>
- Shabir I, Dash KK, Dar AH, et al. Carbon footprints evaluation for sustainable food processing system development: a comprehensive review. *Future Foods*, 2023;7, 100215.
- Sogari G, Bellezza Oddon S, Gasco L, et al. Recent advances in insect-based feeds: from animal farming to the acceptance of consumers and stakeholders. *Animal*, 2023;17, 100904.
- Suresh G, Das RK, Kaur Brar S, et al. Alternatives to antibiotics in poultry feed: molecular perspectives. *Critical Reviews in Microbiology*, 2018;44(3), 318–335. <https://doi.org/10.1080/1040841X.2017.1373062>
- Tan LT. Bioactive natural products from marine cyanobacteria for drug discovery. *Phytochemistry*, 2007;68(7), 954–979. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.01.012>
- Tibbetts SM, Milley JE, Lall SP. Chemical composition and nutritional properties of freshwater and marine microalgal biomass cultured in photobioreactors. *Journal of Applied Phycology*, 2015;27(3), 1109–1119. <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0428-x>
- Tomotake H, Katagiri M, Yamato M. Silkworm pupae (*Bombyx mori*) are new sources of high quality protein and lipid. *Journal of Nutritional Science and Vitamology*, 2010;56(6), 446–448.
- Tsatsakis AM, Nawaz MA, Kouretas D, et al. Environmental impacts of genetically modified plants: a review. *Environmental Research*, 2017;156, 818–833.
- Udayan A, Arumugam M, Pandey A. Nutraceuticals from algae and cyanobacteria. *Algal Green Chemistry: Recent Progress in Biotechnology*, 2017;65–89. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63784-0.00004-7>
- USSOY. Feeding Sustainable Animal Protein Growth. Available from: <https://ussoy.org/feeding-sustainable-animal-protein-growth/> (accessed 12/5/2025).
- Wang YS, Shelomi M. Review of black soldier fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food. *Foods*, 2017;6(10).
- Wu Q, Patočka J, Kuča K. Insect antimicrobial peptides, a mini review. *Toxins*, 2018;10(11), 461.
- Yeşil ŞD, Aksu T. “Ruminant Beslemede Alternatif Yem Kaynakları: Meyve ve Sebze İşleme Yan Ürünleri” *Van Sağlık. Bilimleri Dergisi*. 2024; 17(3):189-199.
- Yılmaz F. Bitkisel üretimde genetiği değiştirilmiş organizmalar ve ürünleri ile biyogüvenlik. *Kalkınma Bakanlığı*, 2014.
- Zampori L, Pant R. Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method. *EUR*

- 29682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019. <https://doi.org/10.2760/424613>
- Zhang X, Tang H, Chen G, et al. Growth performance and nutritional profile of mealworms reared on corn stover, soybean meal, and distillers' grains. *European Food Research and Technology*, 2019;245(12), 2631–2640.
- Zulkifli N, Seok-Kian AY, Seng LL, et al. Nutritional value of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae processed by different methods. *PLoS One*, 2022;17(2), e0263924.
- Zou X, Liu M, Li X, et al. Applications of insect nutrition resources in animal production. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2024;15, 100966.

GELECEK PERSPEKTİFLERİ-YEM VE HAYVAN BESLEME

Muhittin ZENGİN¹

1. Yapay Zekâ ve Dijital Teknolojilerin Yem Formülasyonu ve Hayvan Beslemedeki Rolü

İnsanoğlunun hayatına bilgisayar kökenli yenilikler 20. yüzyılda girmeye başlasa da hayvancılıktaki tam potansiyelinin fark edilmesine yönelik yaklaşımlar yirmi birinci yüzyılda ortaya çıkmıştır. Son beş yılda kullanımı yaygınlaşmaya başlayan yapay zekâ (YZ) ve dijital teknolojiler ise birçok sektörde olduğu gibi tarım ve hayvancılık alanında da büyük bir dönüşümü başlatmıştır. Hayvancılık sektörünün içinde en yüksek maliyeti oluşturan yemler ve hayvan besleme ise bu bilimden en çok etkilenen ve etkilenme potansiyeline sahip noktadadır. Yem maddelerinin üretimi için gerekli tohum tanesinden itibaren başlayan bu süreçte, toprak yapısı, gübrelemesi, büyüme aşamaları, sıcak ve soğuk stresi, hasat dönemi, lojistiği, depolanması, analizi, hayvanın ihtiyacının hesaplanması, sindirim ve vücuttan atılana kadar her noktası çok önemlidir. Hayvanlara verilen yem maddeleri bahsi geçen süreçlerin hepsinden etkilenebilmektedir ve yine hayvanlara verilmeden önce

değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Yem formülasyonu ve hayvan besleme alanında dijital teknolojilerin en önemli amacı ve belki de ilgi duyulmasının nedeni, hayvanların besin madde ihtiyaçlarını karşılayacak yemler için kaynaklar optimize edilirken daha hassas, verimli ve uygun maliyetli yöntemleri mümkün kılabilmesidir.

Akıllı otomasyon sistemlerinin, gerçek zamanlı optimizasyon ve kalite kontrolü, tahmini bakım yetenekleri, kendini izleme ve teşhis, otomatik planlama ve envanter yönetimi ile uçtan uca temel performans göstergesi takibiyle yakın geçmiş ve gelecekte bazı temel faydalar sağladığı veya sağlayacağı düşünülmektedir. Bunun içinde geniş yer tutan yapay zekâ uygulamaları ile akıllı çiftçilik, çiftlik hayvanlarının refahını birçok farklı şekilde iyileştirme potansiyeline sahiptir. Bunlar;

- 1) Yüksek refah standartları ve sorunların erken uyarısını sağlamak için işletmelerde 7/24 saat izleme,
- 2) Çiftliklerde daha yüksek konfor standartları,
- 3) Hayvanların bireysel ihtiyaçlarına daha fazla odaklanma,

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, ORCID iD 0000-0003-4596-9061

ve personel eğitim programları bu dönüşümün temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Sonuç olarak, yapay zekâ teknolojilerinin yem üretimi ve hayvan besleme alanında bireyselleştirilmiş diyet planlaması, formülasyon verimliliği, sağlık takibi, üretim verimliliği ve sürdürülebilirlik gibi alanlarda yenilikçi katkılar sunduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca, yenilikçi teknolojik yaklaşımların hayvanlar üzerinde de yaygın şekilde kullanılmasıyla birlikte dijital hayvancılık etiği ortaya çıkması öngörülen yeni bir alan olacaktır. Hayvan refahı, veri gizliliği ve mülkiyeti, çevresel sürdürülebilirlik, emek ve sosyal adalet ile etik yönetimi konuları ele alınmalıdır. Başlangıç aşamasında olan dijital çiftçilik devriminin yaygınlaşması için çiftçilerin, bilim insanlarının, etik uzmanlarının ve tüketicilerin bilinçli bir şekilde devrime katılımı gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aggarwal A, Mishra A, Tabassum N, et al. Detection of mycotoxin contamination in foods using artificial intelligence: A review. *Foods*, 2024;13(20), 3339. <https://doi.org/10.3390/foods13203339>
- Almeida CF, Faria M, Carvalho J, et al. Contribution of nanotechnology to greater efficiency in animal nutrition and production. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2024;108(5), 1430-1452. doi: [10.1111/jpn.13973](https://doi.org/10.1111/jpn.13973)
- Ang MYA, Pontes N, France C. Unsustainable burgers? Deploying carbon footprint labels to enhance sustainability perceptions of animal-based food products. *Journal of retailing and consumer services*. 2024;76, 103567. doi: [10.1016/j.jretconser.2023.103567](https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103567)
- Aro SO. Improvement in the nutritive quality of cassava and its by-products through microbial fermentation. *African journal of biotechnology*, 2008;7(25).
- Arsalan A, Rehman AU, Younus H, et al. Nutrigenomic Potential of Mineral Nano-Particles to Modulate Poultry Health and Performance. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2025; (Early View). doi: [10.1111/jpn.14119](https://doi.org/10.1111/jpn.14119)
- Babina T, Fedyk A, He A, et al. Artificial intelligence, firm growth, and product innovation. *Journal of financial economics*. 2024;151, 103745. doi: [10.1016/j.jfineco.2023.103745](https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2023.103745)
- Bami MK, Afsharmanesh M, Espahbodi M, et al. Effects of dietary nano-selenium supplementation on broiler chicken performance, meat selenium content, intestinal microflora, intestinal morphology, and immune response. *Journal of trace elements in medicine and biology*. 2022;69:126897. doi: [10.1016/j.jtemb.2021.126897](https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2021.126897)
- Bao J, Xie Q. Artificial intelligence in animal farming: A systematic literature review. *Journal of cleaner production*. 2022;331, 129956. [org/10.1016/j.jclepro.2021.129956](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129956)
- Belanche A, Hristov AN, van Lingen HJ, et al. Prediction of enteric methane emissions by sheep using an inter-continental database. *Journal of cleaner production*. 2023; 384, 135523. [org/10.1016/j.jclepro.2022.135523](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135523)
- Belanche A, Newbold CJ, Morgavi DP, et al. A meta-analysis describing the effects of the essential oils blend agolin ruminant on performance, rumen fermentation and methane emissions in dairy cows. *Animals*. 2020;10(4), 620. [org/10.3390/ani10040620](https://doi.org/10.3390/ani10040620)
- Bezen R, Edan Y, Halachmi I. Computer vision system for measuring individual cow feed intake using RGB-D camera and deep learning algorithms. *Computers and electronics in agriculture*. 2020;172, 105345. [org/10.1016/j.compag.2020.105345](https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105345)
- Blanc CD, Van der List M, Aly SS, et al. Blood calcium dynamics after prophylactic treatment of subclinical hypocalcemia with oral or intravenous calcium. *Journal of dairy science*. 2014;97(11), 6901-6906. [org/10.3168/jds.2014-7927](https://doi.org/10.3168/jds.2014-7927)
- Can L. Application of Artificial Intelligence in Animal Nutrition and Feed Science. In: *4th International Conference on Public Administration, Health and Humanity Development (PAHHD)* 21 Oct 2024, Atlantis Press; 2024. 187-194. [org/10.2991/978-2-38476-295-8_23](https://doi.org/10.2991/978-2-38476-295-8_23)
- Chin S, Moniruzzaman M, Smirnova E, et al. Green metal nanotechnology in monogastric animal health: current trends and future prospects—A review. *Animal Bioscience*. 2024;38(1), 19. doi: [10.5713/ab.24.0506](https://doi.org/10.5713/ab.24.0506)
- Collavo A, Glew RH, Huang YS, et al. House cricket small-scale farming. Paoletti MG (ed). *In Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails*. Enfield, USA: Science Publishers; 2005, 519-544.
- Dawkins MS. Smart farming and Artificial Intelligence (AI): How can we ensure that animal welfare is a priority? *Applied animal behaviour science*. 2025;283, 106519. [org/10.1016/j.applanim.2025.106519](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2025.106519)
- Dijkstra J, Bannink A, Congio GF, et al. Feed additives for methane mitigation: Modeling the impact of feed additives on enteric methane emission of ruminants—Approaches and recommendations. *Journal of dairy science*. 2025;108(1), 356-374. [org/10.3168/jds.2024-25049](https://doi.org/10.3168/jds.2024-25049)
- Dumlu B. Importance of Nano-Sized Feed Additives in Animal Nutrition. *Journal of agricultural production*. 2024;5(1), 55-72. <https://doi.org/10.56430/japro.1433614>
- FEDIAF European Pet Food Annual Report 2024. Erişim: https://europeanpetfood.org/wp-content/uploads/2024/06/FEDIAF-Annual-Review-2024_Online.pdf
- Feng XY, Dijkstra J, Bannink A et al. Antimethanogenic effects of nitrate supplementation in cattle: A meta-analysis. *Journal of dairy science*, 2020;103(12), 11375-85. [org/10.3168/jds.2020-18541](https://doi.org/10.3168/jds.2020-18541)

- Fu C, Cheema WA, Mobashar M, et al. Insects as sustainable feed: enhancing animal nutrition and reducing livestock environmental impression. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 2025; 109(2), 280-290. [org/10.1111/jpn.14055](https://doi.org/10.1111/jpn.14055)
- Fusco S, Aulitto M. Microbial Enzymes for Biotechnological Applications. *International journal of molecular sciences*. 2025;26(5), 2040. doi: [org/10.3390/ijms26052040](https://doi.org/10.3390/ijms26052040)
- Gao RX, Krüger J, Merklein M. Artificial Intelligence in manufacturing: State of the art, perspectives, and future directions. *CIRP Annals*. 2024;73(2), 723-49. [org/10.1016/j.cirp.2024.04.101](https://doi.org/10.1016/j.cirp.2024.04.101)
- Gerber PJ, Hristov AN, Henderson B et al. Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. *Animal*. 2013;7(2), 220-234. doi:[org/10.1017/S1751731113000876](https://doi.org/10.1017/S1751731113000876)
- Ghosh-Dastidar S, Adeli H. Neural network-wavelet microsimulation model for delay and queue length estimation at freeway work zones. *Journal of transportation engineering*. 2006;132(4),331-341. doi: [org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2006\)132:4\(331\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2006)132:4(331)
- Glencross B. Introduction of feed and feeding management. Kumar V (Ed.) *In Feed and Feeding for Fish and Shellfish*. Academic Press; 2025. p. 3-14. doi: [org/10.1016/B978-0-443-21556-8.00011-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-443-21556-8.00011-9)
- Goff JP, Horst RL. Oral administration of calcium salts for treatment of hypocalcemia in cattle. *Journal of dairy science*. 1993;76(1):101-8. doi: [10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77328-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77328-2)
- Goldman Sachs. AI investment forecast to approach \$200 billion globally by 2025. Artificial intelligence outlooks— New York City, NY. 2023;01 AUG.
- Grand View Research. *Enzymes industry data book 2023*. (19.04.2025 tarihinde <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/enzymes-industry#:~:text=The%20global%20enzymes%20market%20size,4.9%25%20from%202024%20to%202030> adresinden ulaşılmıştır).
- Gunaratnam A, Thayananthan T, Thangathurai K, et al. Computer vision in livestock management and production. In *Engineering Applications in Livestock Production*. Academic Press. 2024. (pp. 93-128). [org/10.1016/B978-0-323-98385-3.00002-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-323-98385-3.00002-5)
- Holzinger A, Keiblinger K, Holub P, et al. AI for life: Trends in artificial intelligence for biotechnology. *New biotechnology*, 2023;74, 16-24. [org/10.1016/j.nbt.2023.02.001](https://doi.org/10.1016/j.nbt.2023.02.001)
- Hosseini SH, Farhangfar A, Moradi M et al. Beyond probiotics: Exploring the potential of postbiotics and paraprobiotics in veterinary medicine. *Research in veterinary science*, 2024;167, 105133. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.105133>
- Howard J. Artificial intelligence: Implications for the future of work. *American journal of industrial medicine*, 2019;62(11), 917-926. <https://doi.org/10.1002/ajim.23037>
- Ibrahim M, John AO, Yahaya K, et al. Effect of feeding nano-selenium supplemented diets on growth and immunological performance of broiler chickens. *Research journal of veterinary sciences*. 2024;17:1-7. doi: [10.3923/rjvs.2024.1.7](https://doi.org/10.3923/rjvs.2024.1.7).
- Isaac-Bamgboye FJ, Mgbechidinma CL, Onyeaka H, et al. Exploring the potential of postbiotics for food safety and human health improvement. *Journal of nutrition and metabolism*. 2024;(1), 1868161. <https://doi.org/10.1155/2024/1868161>
- Ittiphalin M, Arnonkijpanich B, Pathumnakul S. An artificial intelligence model to estimate the fat addition ratio for the mixing process in the animal feed industry. *Journal of intelligent manufacturing*. 2017;28, 219-28. <https://doi.org/10.1007/s10845-014-0972-x>
- Jana S, Das P, Ghosh PR, et al. Collagen and Gelatin from Fish Processing By-Products for Biomedical Applications. Maqsood S (Ed.), *In Fish Waste to Valuable Products*. Singapore: Springer Nature; 2024. p. 91-117.
- Kramer O. Genetic algorithms. *Genetic Algorithm Essentials*. Springer International Publishing; 2017. p. 11-19.
- Kufel J, Bargiel-Lączek K, Kocot S, What Is Machine Learning, Artificial Neural Networks and Deep Learning? - Examples of Practical Applications in Medicine. *Diagnostics*. 2023;13(15), 2582. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13152582>
- Lean IJ, Golder HM, Grant TM, et al. A meta-analysis of effects of dietary seaweed on beef and dairy cattle performance and methane yield. *PLoS One*. 2021;16(7), e0249053.
- Lei Y, Cheng M, McCarl B, et al. A Review of Options and Costs for Mitigating GHG Emissions from the U.S. Dairy Sector. *Atmosphere*, 2024;15(8), 926. doi: [org/10.3390/atmos15080926](https://doi.org/10.3390/atmos15080926)
- Li G, Zhao Y, Purswell JL, et al. Analysis of feeding and drinking behaviors of group-reared broilers via image processing. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2020;175, 105596.
- Li YP, Ahmadi F, Kariman K, et al. Recent advances and challenges in single cell protein (SCP) technologies for food and feed production. *npj Science of food*. 2024;8, 66. <https://doi.org/10.1038/s41538-024-00299-2>
- Lu Y. Artificial intelligence: a survey on evolution, models, applications and future trends. *Journal of management analytics*, 2019;6(1), 1-29. doi: [org/10.1080/23270012.2019.1570365](https://doi.org/10.1080/23270012.2019.1570365)
- Lucas AJDS, de Oliveira LM, Da Rocha M, et al. Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds. *Food chemistry*, 2020;311, 126022. doi: [org/10.1016/j.foodchem.2019.126022](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126022)
- Luo W, Zhang J, Ahmed MK, et al. Valorization of animal by-product enzymes: Advancing sustainable food processing through innovative extraction, purification, and application strategies. *Trends in food science & technology*, 2025;104870. doi: [org/10.1016/j.tifs.2025.104870](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.104870)
- Makkar HP, Tran G, Heuzé V et al. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal feed science and technology*, 2014;197, 1-33.

- Mandal A, Ghosh AR. Role of artificial intelligence (AI) in fish growth and health status monitoring: a review on sustainable aquaculture. *Aquaculture international*. 2024;32, 2791–2820. doi: org/10.1007/s10499-023-01297-z
- Melak A, Aseged T, Shitaw T. The influence of artificial intelligence technology on the management of livestock farms. *International journal of distributed sensor networks*, 2024(1), 8929748. doi: org/10.1155/2024/8929748
- Menezes GL, Mazon G, Ferreira REP, et al. Artificial intelligence for livestock: a narrative review of the applications of computer vision systems and large language models for animal farming. *Animal frontiers*. 2024;14(6), 42–53. doi: org/10.1093/af/vfae048
- Mitsunaga TM, Nery Garcia BL, Pereira LBR, et al. Current trends in artificial intelligence and bovine mastitis research: a bibliometric review approach. *Animals*. 2024;14, 2023. https://doi.org/10.3390/ani14142023
- Mukhopadhyay SC, Tyagi SKS, Suryadevara NK, et al. Artificial intelligence-based sensors for next generation IoT applications: A review. *IEEE Sensors journal*, 2021;21(22), 24920-32.
- Mustapha UF, Alhassan AW, Jiang DN, et al. Sustainable aquaculture development: a review on the roles of cloud computing, internet of things and artificial intelligence (CIA). *Reviews in Aquaculture*, 2021;13(4), 2076-2091. doi.org/10.1111/raq.12559
- Nangul A, Bhatia R. Microorganisms: a marvelous source of single cell proteins. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 2013;3(1), 15-18.
- Nasiri A, Amirivojdan A, Zhao Y, et al. An automated video action recognition-based system for drinking time estimation of individual broilers. *Smart agricultural technology*, 2024;7, 100409. org/10.1016/j.atech.2024.100409
- Neethirajan S. The significance and ethics of digital livestock farming. *AgriEngineering*, 2023;5(1), 488-505. https://doi.org/10.3390/agriengineering5010032
- Nile SH, Baskar V, Selvaraj D, et al. Nanotechnologies in food science: applications, recent trends, and future perspectives. *Nano-micro letters*. 2020;12 ,45. org/10.1007/s40820-020-0383-9
- Njokweni SG, Steyn A, Botes M, et al. Potential valorization of organic waste streams to valuable organic acids through microbial conversion: A South African case study. *Catalysts*, 2021;11(8), 964. https://doi.org/10.3390/catal11080964
- Onyeaka H, Anumudu C, Okpe C, et al. Single cell protein for foods and feeds: A review of trends. *The open microbiology journal*, 2022;16,e187428582206160. doi: org/10.2174/18742858-v16-e2206160
- Özbay-Arı M, Yılmaz-Ersan L. Yeni nesil fonksiyonel bileşenler olarak postbiyotikler ve biyoaktif özellikleri. *Bursa uludağ üniversitesi ziraat fakültesi dergisi*, 2024;38(2), 509-533.
- Pettersson D, Pontoppidan K. Soybean meal and the potential for upgrading its feeding value by enzyme supplementation. Hany El-Shemy (Ed) Soybean-bio-active compounds. InTech, Croatia. 2013;13, 288-307.
- Pico-Valencia P, Holgado-Terriza JA. The internet of things empowering the internet of pets—an outlook from the academic and scientific experience. *Applied Sciences*. 2025; 15(4):1722. https://doi.org/10.3390/app15041722
- Pupo MR, Ferraretto LF, Nicholson CF. Effects of feeding 3-nitrooxypropanol for methane emissions reduction on income over feed costs in the United States. *Journal of dairy science*, 2025;108(5), 5061-5075.
- Rafique N, Jan SY, Dar AH, et al. Promising bioactivities of postbiotics: A comprehensive review. *Journal of agriculture and food research*. 2023;14, 100708.
- Ravi G, Choi JW. Data-driven intelligent feeding system for pet care. In 22nd International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS) 2022. p. 2013-2018.
- Saar M, Edan Y, Godo A, et al. A machine vision system to predict individual cow feed intake of different feeds in a cowshed. *Animal*. 2022;16(1), 100432. org/10.1016/j.animal.2021.100432
- Salminen S, Collado MC, Endo A, et al. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature reviews gastroenterology & hepatology*, 2021;18(9), 649-667. org/10.1038/s41575-021-00440-6
- Schwan RF, Wheals AE. The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2004;44(4), 205-221. org/10.1080/10408690490464104
- Shafana ARF, Thariq MGM, Musthafa MM. Application of artificial intelligence in sexing of hatching eggs: present status, challenges and future direction for sustainable egg industry. In: Dutta PK, Hamad A, Haghi AK, et al. (Ed.) *Food and Industry 5.0: Transforming the Food System for a Sustainable Future*. Springer, 2025. https://doi.org/10.1007/978-3-031-76758-6_4
- Siad O, Bouzid C. Biotech meets artificial intelligence to enhance the value of by-products in animal nutrition. *Biological sciences*, 2023;3(1), 353-365. org/10.55006/biolsciences.2023.03012
- Suhag R, Dhiman A, Deswal G, et al. Microwave processing: A way to reduce the anti-nutritional factors (ANFs) in food grains. *Lwt*, 2021;150, 111960. org/10.1016/j.lwt.2021.111960
- Teame T, Wang A, Xie M, et al. Paraprobiotics and postbiotics of probiotic *Lactobacilli*, their positive effects on the host and action mechanisms: A review. *Frontiers in nutrition*. 2020;7, 570344. org/10.3389/fnut.2020.570344
- Toma M, Wei C. Predictive Modeling in Medicine. *Encyclopedia*. 2023;3(2), 590-601. doi.org/10.3390/encyclopedia3020042
- Tuncel Y, Basaklar T, Smithyman M, et al. Towards smart cattle farms: automated inspection of cattle health with real-life data. In 2023 *Design, automation & test in*

- europa conference & exhibition (DATE). IEEE. 2023. p. 1-2.
- United Nations, Sustainable Development, Sustainable Consumption and Production. August 23, 2023. <https://sdgs.un.org/topics/sustainable-consumption-and-production>.
- Vargas-Bello-Pérez E, Espinoza-Sandoval OR, Gonzalez Ronquillo M, et al. The role of artificial intelligence in Latin American ruminant production systems. *Animal Frontiers*, 2024;14(6), 23-32. doi.org/10.1093/af/vfae034
- Wang X, Dai B, Wei X, et al. Vision-based measuring method for individual cow feed intake using depth images and a Siamese network. *International journal of agricultural and biological engineering*, 2023;16(3), 233-239.
- Wang Z, An W, Wang J, et al. Machine learning for predicting zearalenone contamination levels in pet food. *Toxins*. 2024;16(12):553. <https://doi.org/10.3390/toxins16120553>
- Xia W, Jiang Y, Chen X, et al. Application of machine learning algorithms in municipal solid waste management: A mini review. *Waste management & research*, 2022;40(6), 609-624. [org/10.1177/0734242X2110337](https://doi.org/10.1177/0734242X2110337)
- Yıldız AK, Özgüven MM. Determination of estrus in cattle with artificial neural networks using mobility and environmental data. *Journal of agricultural faculty of gazi-osmanpaşa university*. 2022;39(1), 40-45.
- You J, Tulpan D, Malpass MC, et al. Using machine learning regression models to predict the pellet quality of pelleted feeds. *Animal feed science and technology*. 2022;293, 115443. [org/10.1016/j.anifeeds-ci.2022.115443](https://doi.org/10.1016/j.anifeeds-ci.2022.115443)
- Zengin M, Demir E, Hamamcı F, ve ark. Süt ineklerinde doğum sonrası kalsiyum bolusu kullanımının bazı serum ve verim parametrelerine etkisi. 8. *Ulusal & 4. uluslararası sürü sağlığı ve yönetimi kongresi*, Antalya, 2024.
- Zengin M, Sur A, İlhan Z, et al. Effects of fermented distillers grains with solubles, partially replaced with soybean meal, on performance, blood parameters, meat quality, intestinal flora, and immune response in broilers. *Research in veterinary science*. 2022a;150, 58-64. [org/10.1016/j.rvsc.2022.06.027](https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.06.027)
- Zengin M, Sur A. The effects of heat stress on rumen microbiota and feeding strategies in dairy cattle. Bilgili A, Hanedan B (Ed) *Current Debates on Health Sciences: Bilgin Kültür Sanat Yayınları*, Ankara, 2023. 287-97.
- Zengin M. Yüksek nemli mısırla beslenen kuzularda *Bacillus licheniformis* kullanımının besi performansı, kan parametreleri, rumen fermentasyonu ve mikrobiyotası üzerine etkileri (Doktora tezi, *Balikesir University*, Balıkesir, 2022b).
- Zhang J, Li J. Spatial Cognitive Engine Technology. Intelligent language knowledge for cognitive engine, Elsevier Academic Press. 2023. <https://doi.org/10.1016/C2021-0-02777-2>
- Zhang L, Li B, Sun X, et al. Intelligent fish feeding based on machine vision: A review. *Biosystems engineering*. 2023b;231, 133-164.
- Zou X, Liu M, Li X, et al. Applications of insect nutrition resources in animal production. *Journal of agriculture and food research*. 2024;15, 100966. [org/10.1016/j.jafr.2024.100966](https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.100966)