

**HAYVAN BESLEME  
VE  
BESLENME HASTALIKLARI**

EDİTÖR  
Prof. Dr. Kanber KARA



© Copyright 2024

*Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Yayınevi A.Ş. 'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt 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.*

<b>ISBN</b>	<b>Sayfa ve Kapak Tasarımı</b>
978-625-375-200-2	Akademisyen Dizgi Ünitesi
<b>Kitap Adı</b>	<b>Yayıncı Sertifika No</b>
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları	47518
<b>Editör</b>	<b>Baskı ve Cilt</b>
Kanber KARA ORCID iD: 0000-0001-9867-1344	Vadi Matbaacılık
<b>Yayın Koordinatörü</b>	<b>Bisac Code</b>
Yasin DİLMEN	PET000000
	<b>DOI</b>
	10.37609/akya.3406

#### **Kütüphane Kimlik Kartı**

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları / ed. Kanber Kara.  
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2024.  
646 s. : resim, tablo, şekil, grafik, fotoğ. ; 195x275 mm.  
Kaynakça ve Dizin var.  
ISBN 9786253752002

## **GENEL DAĞITIM**

**Akademisyen Yayınevi A.Ş.**

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

# ÖNSÖZ

Hayvan Besleme biliminin başlangıcından günümüze kadar çok sayıda bilim insanı değerli katkılar sunmuştur. Tüm bilim alanlarında olduğu gibi hayvan besleme ve beslenme hastalıkları bilim alanı da daha önce makro düzeyde üzerinde durulan ya da hatalı olarak değerlendirmelerin iyileştirilmesi için modern teknoloji imkânlarının kullanılmasıyla gelişmeye devam etmektedir. Beslenme biliminin günümüz düzeyine ulaşmasında katkısı olan önemli bilim insanları ve bunların bilimde farklı katkıları bulunmaktadır.

Beslenme biliminin kurucu olan ve “*Beslenmenin Babası, Modern Kimyanın Babası. Beslenme Biliminin Kurucusu*” olarak kabul edilen *Antoine Lavoisier* (1743-1794) Fransız bir kimyagerdir. Bu bilim insanı solunumun vücut ısısının temel kaynağı olduğunu gösteren bir kalorimetre tasarlamıştır. *Santorio Sanctorius* (1561-1636), nabız, sıcaklık ve çevresel nemi ölçmek için aletler tasarlamış olup, metabolik denge çalışmalarının kurucu babasıdır. *Sanctorius*, insan metabolizması üzerine ilk çalışmayı yapan bilim insanıdır. Alman fizyolog ve hijyenist olan *Max Rubner* (1854-1932), metabolizma, enerji fizyolojisi, hijyen ve diyet termogenezi alanındaki araştırmalarıyla bilinir. *Rubner*, kuşların ve memelilerin metabolik hızının vücut yüzey alanlarıyla (sabit sıcaklıkta) kabaca orantılı olduğunu belirten 1. “Yüzey hipotezi”ni ortaya atmıştır. *Max Rubner* ayrıca, yavaş bir metabolizmanın bir hayvanın ömrünü artırdığını öne süren 2. “Yaşam hızı teorisi” ile de bilinir. Karbonhidrat ve yağın enerji eşdeğerlerine dayanarak metabolizmada birbirinin yerine kullanılabilirdiği, *Rubner* tarafından gösterilmiştir. Hollandalı organik ve analitik kimyager olan *Gerardus Johannes Mulder* (1802-1880) ise azotlu besin maddelerine “Protein” adını veren bilim insanıdır. *Francois Magendie* (1783-1885), Fransız Fizyolog olup, “Hayvan Yemi Deneysinde Modern Deneysel Yöntemin Kurucusu” olarak tanınır. *Magendie*, yemlerdeki azotunun elzem olduğunu kanıtlamak için saf karbonhidrat ve yağlardan oluşan diyetler kullanmıştır. *Magendie*, 1816’da, vücutta bulunan azot’un, gıdada/yemde bulunan azot bileşiklerinden kaynaklandığını belirtmiştir. Alman fizyolog olan *Nathan Zuntz* (1847-1920), bazal metabolizma ve çiftlik hayvanlarında solunum çalışmalarının öncüsüdür. İlk taşınabilir solunum cihazını geliştiren *Zuntz*, 1879’da ruminantlar tarafından yem kullanımının mekanizmasını açıklamak için “Fermentasyon” hipotezini ilk formüle eden kişidir. *Oskar Kellner* (1851-1911) ise Alman tarım bilimcisidir ve hayvan yemi besin madde analizi “Kellner Standardı” olarak adlandırılmıştır. Kellner, Nişasta Eşdeğeri (Starch Equivalent; SE) enerji değerlendirme sistemine katkıda bulunmuştur. *Frank Barron Morrison* (1887-1958), çeşitli hayvan sınıfları için rasyonların hesaplanmasında mevcut en iyi kılavuz olacak bir standartlar/kılavuz seti oluşturmaya çalışmıştır. “Morrison Beslenme Standardı” oluşturan *Morrison*, kuru madde, sindirilebilir protein ve toplam sindirilebilir besin maddeleri ifadelerini kullanmıştır. 1956 yılında *Morrison*, sindirilebilir karbonhidratlar, sindirilebilir proteinler ve net enerjinin yanı sıra Ca, P ve karoteni de bu standarda dahil etmiştir. *Leonard Maynard* (1887-1972), 1942’de NRC (ABD) Hayvan Besleme Komitesinin başkanı olarak, çiftlik hayvanları için önerilen besin madde düzeylerini hazırlamıştır. *Maynard* bu komitede mineraller, amino asitler, vitaminler, saflaştırılmış (pürifiye) diyetlerin geliştirilmesi, laktasyondaki hayvanlar için protein, mineraller ve lipidlerin kullanımı ve metabolizması üzerine çalışmalar yapmıştır. İsviçreli bilim insanı olan *Max Kleiber* (1893-1976), enerji metabolizmasını tanımlamak için yüzey alanı yerine canlı ağırlığın 0,75 kuvvetinin ( $CA^{0,75}$ ) kullanımını geliştirmiştir. Alman bir bilim insanı olan *Franz Tappeiner*, selülozun bakteriler tarafından *in vitro* fermentasyonundan büyük miktarlarda uçucu yağ asitinin (UYA), yani asetik asidin üretildiğini göstermiştir. *Wilbur Atwater* (1844-1907), insan beslenmesi ve metabolizması üzerine yaptığı çalışmalarla tanınan Amerikalı bir kimyacı olup, besin maddelerinin sağladığı enerjiyi ölçmek için solunum kalorimetresini icat etmiş ve “Atwater sistemi” olarak bilinen formülasyonu oluşturmuştur. *Peter J. Van Soest* (1929-2021) yemlerdeki lifli bileşikleri tahmin etmek için prosedürler geliştirmesiyle hatırlanır. *Van Soest*,

yem hammaddelerindeki karbonhidratlarının fraksiyonlanması için deterjan sistemini ve lignin için birkaç yöntemi geliştirmiştir. *Tilley, J.M.A. ve Terry, R.A. (1963)*, ruminantlarda lif sindirilebilirliğinin *in vitro* yöntemi üzerinde çalışmışlardır. *Johan Kjeldahl (1849-1900)*, kendisinin anısına Kjeldahl yöntemi olarak adlandırılan, laboratuvar tekniğini kullanarak belirli organik bileşiklerdeki azot miktarını belirlemek için bir yöntem geliştiren Danimarkalı bir kimyacıdır. Soxhlet ekstraktör cihazı, 1879'da *Franz Soxhlet* tarafından icat edilmiş ve başlangıçta katı bir maddeden lipit çıkarmak için tasarlanmıştır. ABD'li bir tarım kimyacı olan *Stephen Babcock (1843-1931)*, süt işlemede süt işleme ve peynir yapımı ile süt tereyağını belirlemek için Babcock testini geliştirmiştir. *Elmer McCollum (1879-1967)*, beslenmenin sağlık üzerindeki etkisine ilişkin çalışmalarıyla tanınan Amerikalı bir biyokimyacı olup, yağda çözünen vitaminler ve suda çözünen vitaminleri keşfetmiştir. *Lazzaro Spallanzani (1729-1799)*, İtalyan biyolog ve fizyologdur, *Spallanzani*'nin en büyük eseri "sindirim süreci" olup, sindirim sürecini ilk yorumlayan oydur. *Benedict Mendel (1872-1935)* ise A vitamini, B vitamini, lizin ve triptofan üzerine çalışmalarıyla tanınan Amerikalı bir biyokimyacıdır. Modern Hayvan Besleme biliminin şekillenmesinde katkısı ön plana çıkan bu bilim insanları dışında geçmişte çalışmaları olan ve günümüzde de halen çalışmalarına devam eden çok sayıda araştırmacı da bulunmaktadır.

Bu kitapta farklı hayvan türlerine göre besleme ihtiyaçları üzerinde güncel bilgiler verilmiştir. Hayvanların yaşama payı ve verim düzeyi ile verim niteliğine göre ihtiyacı olan enerji-besin maddelerinin eksik ya da fazla verilmesi ile şekillenen beslenme hastalıkları anlamında ne gibi sonuçların olacağı ve bunların önlenmesi için rasyonlarda yapılması gereken değişikliklerden bahsedilmiştir. Hayvan sağlığının korunması için Profilaktik Veteriner Hekimlik (Koruyucu Hekimlik) günümüzde önem kazanmış olup, ilaç kullanmadan hayvanların sağlığının devam ettirilmesi enerji ve protein yanında vitamin ve minerallerin dengeli olarak sağlanması ile gerçekleşebilecektir. Dengeli diyet ya da rasyonun sağlanması ile "Sürü Sağlığı" programının temeli ve sürdürülebilirliği sağlanabilecektir. Kitapta farklı hayvan türlerinin bir günde tükettiği toplam yem hammaddeleri karışımları, çiftlik hayvanları için "rasyon", kanatlı hayvanları için "karma yem ya da diyet", kedi-köpek için "mama ve diyet" laboratuvar hayvanları için "diyet ve yem" şeklinde ifade edilmiştir.

Erciyes Üniversitesi, Kafkas Üniversitesi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fırat Üniversitesi, Cumhuriyet Üniversitesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Kırıkkale Üniversitesi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Atatürk Üniversitesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Aksaray Üniversitesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi ve Kastamonu Üniversitesi olmak üzere 13 farklı üniversitenin Veteriner Fakültelerindeki Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Öğretim Üyelerinin bölüm yazarı olarak yer aldığı bu kitap, güncel bilgileri içermesi ile alanında lisans ve lisansüstü eğitime ve sektöre katkısı olacağı inancındayız. Kitabın bu haline gelmesinde değerli katkıları olan bölüm yazarlarına ve manevi olarak desteğini esirgemeyen sevgili eşime ve kızım Ayşe Beren KARA'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

**Aralık 2024**

**EDİTÖR**

**Prof. Dr. Kanber KARA**

# İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1	Su ve Metabolizması..... 1 <i>Mükremin ÖLMEZ</i> <i>Tarkan ŞAHİN,</i>	1
BÖLÜM 2	Karbonhidratlar ve Metabolizması..... 15 <i>Kanber KARA</i>	15
BÖLÜM 3	Proteinler ve Metabolizması ..... 41 <i>Abdullah ÖZBİLGİN</i> <i>Kanber KARA</i>	41
BÖLÜM 4	Lipitler ve Metabolizması..... 63 <i>Güler YENİCE</i>	63
BÖLÜM 5	Mineraller ve Metabolizması..... 83 <i>Erinç GÜMÜŞ</i>	83
BÖLÜM 6	Vitaminler ve Metabolizması..... 101 <i>Özlem KARADAĞOĞLU</i>	101
BÖLÜM 7	Yemlerin Sindirimi ve Sindirim Teknikleri ..... 133 <i>Gökhan ŞEN</i>	133
BÖLÜM 8	Enerji ve Enerji Sistemleri ..... 147 <i>Gökhan ŞEN</i>	147
BÖLÜM 9	Sütçü Irk Buzağlarının Beslenmesi ..... 157 <i>Mükremin ÖLMEZ</i>	157
BÖLÜM 10	Sütçü Damızlık Düve Besleme ..... 179 <i>Kanber KARA</i>	179
BÖLÜM 11	Süt Sığırlarının Beslenmesi..... 199 <i>Kanber KARA</i>	199
BÖLÜM 12	Besi Sığırlarının Beslenmesi ..... 259 <i>Hıdır GÜMÜŞ</i>	259
BÖLÜM 13	Koyun ve Keçi Besleme..... 281 <i>Hasan Hüseyin ŞENYÜZ</i>	281
BÖLÜM 14	Ruminantlarda Beslenme Hastalıkları..... 311 <i>Habip MURUZ</i> <i>Zehra SELÇUK</i>	311

BÖLÜM 15	Etlik Piliçlerin Beslenmesi.....	371
	<i>Eren KUTER</i>	
BÖLÜM 16	Yumurtacı Tavukların Beslenmesi .....	405
	<i>Seda İFLAZOĞLU MUTLU</i>	
	<i>Pınar TATLI SEVEN</i>	
BÖLÜM 17	Bıldırcın ve Hindi Besleme .....	431
	<i>Süleyman Ercüment ÖNEL</i>	
BÖLÜM 18	Kaz ve Ördek Besleme.....	445
	<i>Süleyman Ercüment ÖNEL</i>	
BÖLÜM 19	Kanatlı Besleme Hastalıkları.....	461
	<i>Abdullah ÖZBİLGİN</i>	
BÖLÜM 20	Kedi ve Köpek Besleme.....	475
	<i>Kanber KARA</i>	
BÖLÜM 21	Kedi ve Köpeklerde Beslenme Hastalıkları .....	519
	<i>Kanber KARA</i>	
BÖLÜM 22	At Besleme ve Beslenme Hastalıkları.....	545
	<i>Recep GÜMÜŞ</i>	
BÖLÜM 23	Balık Besleme ve Beslenme Hastalıkları.....	565
	<i>Veysel DOĞAN</i>	
BÖLÜM 24	Laboratuvar Hayvanlarının Beslenmesi .....	597
	<i>Eray AKTUĞ</i>	
BÖLÜM 25	Domuz Besleme.....	615
	<i>Kurşat YILMAZ</i>	
BÖLÜM 26	Rasyon.....	623
	<i>Sena YILMAZ ÖZTAŞ</i>	

## YAZARLAR

**Dr.Öğr.Üyesi Eray AKTUĞ**

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

**Dr.Öğr.Üyesi Veysel DOĞAN**

Kastamonu Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalık AD.

**Dr.Öğr.Üyesi Erinç GÜMÜŞ**

Aksaray Üniversitesi Eski Meslek Yüksekokulu

**Doç.Dr. Hıdır GÜMÜŞ**

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

**Prof.Dr. Recep GÜMÜŞ**

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

**Prof.Dr. Kanber KARA**

Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

**Doç.Dr. Özlem KARADAĞOĞLU**

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

**Doç.Dr. Eren KUTER**

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

**Doç.Dr. Habip MURUZ**

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

**Doç.Dr. Seda İFLAZOĞLU MUTLU**

Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

**Doç.Dr. Mükremin ÖLMEZ**

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

**Doç.Dr. Süleyman Ercüment ÖNEL**

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

**Doç.Dr. Abdullah ÖZBİLGİN**

Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

**Arş.Gör. Sena YILMAZ ÖZTAŞ**

Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

**Prof.Dr. Zehra SELÇUK**

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

**Prof.Dr. Pınar TATLI SEVEN**

Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

**Prof.Dr. Tarkan ŞAHİN**

Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

**Doç.Dr. Güler YENİCE**

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

**Dr.Öğr.Üyesi Gökhan ŞEN**

Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

**Dr.Öğr.Üyesi Kurşat YILMAZ**

Cumhuriyet Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

**Dr.Öğr.Üyesi Hasan Hüseyin ŞENYÜZ**

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

\* : Yazarlar soyadına göre alfabetik olarak sıralanmıştır.



# Bölüm 1

## Su ve Metabolizması

Mükremin ÖLMEZ<sup>1</sup>  
Tarkan ŞAHİN<sup>2</sup>

### GİRİŞ

Su, hayvan vücudunun en büyük bileşenini oluşturmaktadır. Vücut içerisinde su sıcaklığın düzenlenmesi, sindirim, fetal gelişim ve süt üretimi dahil tüm biyolojik işlevler için gerekli olan temel bir besin maddesidir. Bu nedenle, erişimin kısıtlı olması veya kalitenin düşük olması durumlarında tüketimi azalırsa yem (ya da kuru madde-KM) tüketimi, üretim performansı, sağlık ve hayvanın refahı üzerinde olumsuz bir etkisi olacaktır. Su vücudun her yerinde bulunmakla beraber mükemmel bir çözücü olarak fonksiyon görmektedir. Kimyasal olarak nötr olduğu için çoğu maddenin iyonizasyonu suda diğer ortamlara göre daha serbestçe gerçekleşmektedir. Kolloidler ve iyonların vücutta dağılması veya süspansiyonu için bir ortam görevi gördüğü için ozmotik dengenin korunması için gerekli olmasının yanı sıra besinlerin, metabolitlerin, hormonların ve gazların taşınması için bir ortam sağlamaktadır. Laktasyondaki sığırlarının beslenmesinde en ucuz ve en hayati besin maddesi olmasına rağmen temizliği ve varlığı sıklıkla göz ardı edilmektedir. Sağmal bir inek günde 115-190 L su tüketmekte ve bu miktar sıcaklık stresi yaşandığında normal tüketim miktarının iki katına çıkabilmektedir. Su ayrıca tozlanmayı azaltmak ve seçilen bileşenlerin yem karışımından ayrılmasını önlemek için konsantre yem karışımlarının ıslatılması, saman gibi kuru kaba yemlerin yumuşatılması, çeltik samanındaki oksalatlar ve potasyum (K) tuzları ile yağlı tohum-

ların küspelerinde bulunan anti-besinsel faktörlerin yıkılınması, yemlerin bulamaç haline getirilmesi ve peletleme aşamasında buhar olarak kullanılması bakımından hayvan beslemede önemli bir yere sahiptir.

### HAYVANLARDA SU METABOLİZMASI

Hayvanların içme suyu ve yemlerle sağladıkları suyun büyük bir bölümü sindirim sisteminden emilmektedir. Bu süreç birçok etken tarafından düzenlenmektedir. Eğer bağırsak içeriğinin yoğunluğu, bağırsak duvarındaki kan ve doku sıvısından düşükse su bağırsaktan emilmekte, bunun tersi durumda ise doku sıvısı bağırsak boşluğuna geçmektedir.

### Ruminantlarda su metabolizması

Ruminantların dört kompartmandan oluşan mide kısmının üçüncü bölümü olan omasum, bir su absorpsiyon organı olarak kabul edilmekle birlikte uçucu yağ asitleri (UYA)'nin, minerallerin, elektrolitlerin ve sıvıların da emilimi gerçekleştirebilmektedir. Omasumun en önemli morfolojik parametresi, omasal laminaların büyüklüğüne ve sayısına bağlı olan ve farklı ruminant türlerinde değişkenlik gösteren ve günlük rasyonlarındaki farklılıklara dayanan mevcut emilim alanıdır.

Kalın bağırsak, içinden geçen materyalden suyu emmek ve daha sonra geri kalan materyali dışkı olarak rektumdan dışarı atmak için işlev görmektedir.

<sup>1</sup> Doç.Dr., Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., mukremin.olmez@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5003-3383

<sup>2</sup> Prof.Dr., Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., tarkants7@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0155-2707

tadır. Soluma, çok hızlı ve sığ nefes alma ve vermeleri içeren, solunum suyu ve ısı kayıplarında önemli artışlara neden olan özel bir nefes alma şeklidir. Vücut sıcaklığını korumak için solumanın kullanılması ve köpeklerin vücutlarındaki aşırı ısıyı atmak için başka etkili araçlara sahip olmaması nedeniyle, sıcak havalarda solunum ve buharlaşmadan kaynaklanan su kayıpları çok yüksek olabilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Aganga A. Water utilization by sheep and goats in northern Nigeria. *World Animal Review*. 1992;73: 9-14.
- Ahmed MM, El Kheir I. Thermoregulation and water balance as affected by water and food restrictions in Sudanese desert goats fed good-quality and poor-quality diets. *Tropical Animal Health And Production*. 2004;36(2): 191-204. doi:10.1023/b:trop.0000012107.70822.91
- Anderson R. Water balance in the dog and cat. *Journal of Small Animal Practice*. 1982;23(9): 588-598. doi:10.1111/j.1748-5827.1982.tb02519.x
- Araújo GGL, Voltolini TV, Chizzotti ML, et al. Water and small ruminant production. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2010;39: 326-336. doi:10.1590/S1516-35982010001300036
- Beede DK. What will our ruminants drink? *Animal Frontiers*. 2012;2(2): 36-43. doi:10.2527/af.2012-0040
- Braul L, Kirychuk B. Water quality and cattle. [Online] Available from: [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/agricultural-land-and-environment/water/livestock-watering/590301-2\\_water\\_quality\\_and\\_cattle.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/agricultural-land-and-environment/water/livestock-watering/590301-2_water_quality_and_cattle.pdf). [Accessed 09.01.2024].
- Broucek J. Water consumption, performance, and health in calves: a review. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2019;7(4): 164-169. doi:10.31893/2318-1265jabb.v7n4p164-169
- Canbolat Ö. Süt sığırlarının beslenmesi ve rasyon hazırlama yöntemleri. 1. Baskı. Bursa: Medyay Kitabevi; 2015.
- Case LP. The dog: its behavior, nutrition, and health. New Jersey: John Wiley & Sons; 2023.
- Cherian G. A guide to the principles of animal nutrition. Corvallis: Oregon State University; 2020.
- Chiba LI. Major Protein Supplements in Swine Diets. In: Chiba L (ed.) *Sustainable Swine Nutrition*. Alabama, USA: John Wiley & Sons; 2022. p. 307-341.
- Costa RG, Beltrão Filho EM, de Medeiros AN, et al. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. *Small Ruminant Research*. 2009;82(1): 62-65. doi:10.1016/j.smallrumres.2009.01.004
- Davis CL, Drackley JK. The development, nutrition, and management of the young calf. Ames: Iowa State University Press; 1998.
- Dyer TG, Rossi J, Pence M. Water requirements and quality issues for cattle. *Special Bulletin*. 2012;56.
- El Mahdy C, Boaru A, Popescu S, et al. Water Quality, Essential Condition Sustaining the Health, Production and Reproduction in Cattle. A Review. *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca*. 2016;73(2). doi:10.15835/buasvmcn-asb:12156
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). National Primary Water Drinking Regulations. Available from: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/>. [01.09.2024].
- Ergün A, Tuncer Ş, Çolpan İ, et al. Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları. Ankara: Medipress; 2001.
- Ertürk MM, Özen N. Hayvan Beslenmesinde Yeterince Önemsenmeyen Bir Besin Maddesi: Su. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*.8(1): 354-367.
- Esmail S. Water requirements of livestock: 7 factors to consider. Available from: <https://www.allaboutfeed.net/animal-feed/feed-processing/water-requirements-of-livestock-7-factors-to-consider/>. [01.09.2024].
- Faries Jr FC, Sweeten JM, Reagor JC. Water quality: Its relationship to livestock. Available from: <https://www.fao.org/4/t0234e/T0234E07.htm>. [01.09.2024].
- Freeman DE. Effect of feed intake on water consumption in horses: relevance to maintenance fluid therapy. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8: 626081. doi:10.3389/fvets.2021.626081
- Giger-Reverdin S, Gihad E. Water metabolism and intake in goats. Rome: EAAP Publication; 1991. p. 37-45.
- Göncü S, Özkütük K, Görgülü M. Sığır yetiştiriciliğinde su gereksinmesi ve içme suyu kalite özellikleri. *Hasad Dergisi*. 2008;24(279): 44-51.
- Handl S, Fritz J. The water requirements and drinking habits of cats. *Vet Focus*. 2018;28(3).
- Heinke J, Lannerstad M, Gerten D, et al. Water Use in Global Livestock Production—Opportunities and Constraints for Increasing Water Productivity. *Water Resources Research*. 2020;56(12): e2019WR026995. doi:10.1029/2019WR026995
- Hersom M, Crawford S. Water Nutrition and Quality Considerations for Cattle: AN195. *EDIS*. 2008;2008(2): 1-5. doi:10.32473/edis-an195-2008
- Holter J, Urban Jr W. Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 1992;75(6): 1472-1479. doi:10.3168/jds.S0022-0302(92)77904-1
- Iniguez L. Characterization of small ruminant breeds in West Asia and North Africa. Beirut: Icarda; 2005.
- Jackson J, Agouridis C, Higgins S, et al. Tire tanks for watering livestock. Available from: <https://publications.ca.uky.edu/sites/publications.ca.uky.edu/files/AEN133.pdf>. [01.09.2024].
- Jain G, Singh J. Importance and requirement of water in livestock animals. In: Pant H, Yadav A, Singh M, et al. (ed.) *Innovations in Agriculture, Environment and Health Research for Ecological Restoration*. Prayagraj: Society of Biological Sciences and Rural Development; 2023. p. 310-314.
- Kellems RO, Church DC. *Livestock feeds and feeding*. Pearson: New Jersey; 2002.
- Kirkpatrick K, Fleming E. Water quality. Available from: [https://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/Broiler\\_Breeder\\_Tech\\_Articles/English/AviagenBrief\\_WaterQuality\\_Feb08.pdf](https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Broiler_Breeder_Tech_Articles/English/AviagenBrief_WaterQuality_Feb08.pdf). [01.09.2024].

- Kononoff PJ, Clark KJ. Water Quality and Requirements for Dairy Cattle. Lincoln: University of Nebraska-Lincoln, Extension; 2017.
- Lardner H, Kirychuk B, Braul L, et al. The effect of water quality on cattle performance on pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 2005;56(1): 97-104. doi:10.1071/AR04086
- Legrand A, Schütz K, Tucker C. Using water to cool cattle: Behavioral and physiological changes associated with voluntary use of cow showers. *Journal of Dairy Science*. 2011;94(7): 3376-3386. doi:10.3168/jds.2010-3901
- LeJeune J, Besser T, Merrill N, 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. doi:10.3168/jds.S0022-0302(01)74626-7
- Looper ML, Waldner DN. Water for dairy cattle. New Mexico: New Mexico State University, Cooperative Extension Service; 2002.
- Luke G. Consumption of water by livestock. New Jersey: Citeseer; 1987.
- Markwick G. Water requirements for sheep and cattle. Available from: <https://www.livestock-emergency.net/userfiles/file/water-supply/Marwick-2007.pdf>. [01.09.2024].
- McDonald P, Edwards R, Greenhalgh L, et al. *Animal Nutrition*. 7th. USA: Pearson; 2010.
- McGregor BA. Water intake of grazing Angora wether goats and Merino wether sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 1986;26(6): 639-642. doi:10.1071/EA9860639
- Meehan MA, Stokka GL, Mostrom MS. Livestock water requirements. North Dakota: NDSU Extension Service; 2015.
- Miller E, Ullrey D, Lewis A. Swine nutrition. USA: Butterworth-Heinemann; 1991.
- Morgan SE. Water quality for cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2011;27(2): 285-295. doi:10.1016/j.cvfa.2011.02.006
- Murphy M. Symposium: Nutritional factors affecting animal water and waste quality. *Journal of Dairy Science*. 1992;75: 326-333.
- Naqvi S, Kumar D, De K, et al. Climate change and water availability for livestock: impact on both quality and quantity. In: Sejian V, Gaughan J, Baumgard L, et al. (ed.) *Climate change impact on livestock: Adaptation and mitigation*. India: Springer; 2015. p. 81-95.
- NASEM. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, USA: National Academies Press; 2016.
- NRC. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. Washington, USA: National Academies Press; 1981.
- NRC. Mineral Tolerance of Animals. 2nd ed. Washington, USA: The National Academies Press; 2005.
- NRC. Nutrient requirements of dairy cattle: 2001. Washington, USA: National Academies Press; 2001.
- NRC. Nutrient requirements of dogs and cats. Washington, USA: National Academies Press; 2006.
- NRC. Nutrient Requirements of Poultry Ninth Revised Edition. Washington, USA: National Academy Press; 1994.
- NRC. Nutrient requirements of sheep. Washington, USA: National Academies Press; 1985.
- NRC. Nutrient requirements of swine. Washington, USA: National Academic Press; 2012.
- Olkowski AA. Livestock water quality: A field guide for cattle, horses, poultry and swine. Canada: Agriculture and Agri-Food Canada; 2009.
- Olsson K, McKinley MJ. Central control of water and salt intake in goats and sheep. In: Ruckebusch Y, Thivend P (ed.) *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants: Proceedings of the 5th International Symposium on Ruminant Physiology*, held at Clermont — Ferrand, on 3rd–7th September, 1979. Dordrecht: Springer Netherlands; 1980. p. 161-175.
- Pérez W, Duro S, Gündemir O. Anatomical Differences in the Omasum of Weaning Calves Fed with Different Diets. *Anatomia*. 2023;2(2): 176-188. doi:10.3390/anatomia2020016
- Phillips CJ. Nutrition and the welfare of farm animals. In: Phillips CJ (ed.) *Animal Welfare*. Switzerland: Springer; 2016.
- Rankovic A. How Much Water Should Your Horse Drink? (Encouraging Hydration). Available from: <https://madbarn.com/how-much-water-should-horses-drink/>. [01.09.2024].
- Saha SK, Pathak NN. *Fundamentals of animal nutrition*. Berlin: Springer; 2021.
- Smith GP, Williams TM. You can lead a horse to water... what Self-determination theory can contribute to our understanding of clinical policy implementation. *Journal of Health Services Research & Policy*. 2017;22(1): 37-44. doi:10.1177/1355819616652922
- Smith JF, Harner JP, DeFrain S, et al. Drinking water requirements for lactating dairy cows (2001). *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. 2001;0(2): 35-39. doi:10.4148/2378-5977.3227
- Stockdale C, King K. A note on some of the factors that affect the water consumption of lactating dairy cows at pasture. *Animal Science*. 1983;36(2): 303-306. doi:10.3168/jds.S0022-0302(92)77768-6
- Van Der Klis JD, de Lange L. Water intake in poultry. *Proc 19th European Poultry Nutr Symp*; 26-29 August 2013; Postdam, Germany. 2013. p. 102-107.
- Van Emon M. Water quality for livestock. Available from: [https://www.montana.edu/extension/climate/documents/WaterQualityforLivestock\\_remediated.pdf](https://www.montana.edu/extension/climate/documents/WaterQualityforLivestock_remediated.pdf). [01.09.2024].
- Whaley J. Sheep water requirements and quality testing. Available from: <https://extension.sdstate.edu/sheep-water-requirements-and-quality-testing>. [01.09.2024].
- Willms WD, Kenzie OR, McAllister TA, et al. Effects of water quality on cattle performance. *Journal of Range Management*. 2002;55(5): 452-460. doi:10.2307/4003222
- Woodford S, Murphy M, Davis C. Water dynamics of dairy cattle as affected by initiation of lactation and feed intake. *Journal of Dairy Science*. 1984;67(10): 2336-2343. doi:10.3168/jds.S0022-0302(84)81582-9
- Zanghi BM, Gardner CL. Total water intake and urine measures of hydration in adult dogs drinking tap water or a nutrient-enriched water. *Frontiers in Veterinary Science*. 2018;5(5): 317. doi:10.3389/fvets.2018.00317

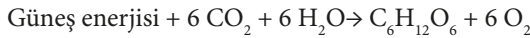
## Bölüm 2

# Karbonhidratlar ve Metabolizması

Kanber KARA<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Karbonhidratlar, çeşitli fiziksel ve fizyolojik özellikler ile sağlık üzerine yararlılara sahip kimyasal olarak tanımlanmış maddeler grubudur. Karbonhidratlar suda bulunan oranda karbon (C), hidrojen (H) ve oksijenden (O) oluşan büyük makromoleküllerdir ve genel olarak  $C_x(H_2O)_y$  formül yapısındadırlar. Karbon atomunun hidrat hali karbonhidrat olarak bilinir. Karbonhidratlar bitki dokusunun ana bileşenleridir ve kuru madde (KM)'nin %60-90'ını oluştururlar. Karbonhidratlar hayvan hücrelerindeki temel enerji kaynağıdır. Bitki bazlı ürünlerden elde edilen rasyon/diyet karbonhidratları hayvanlar için ana enerji kaynağı görevi görür. Bitki hücrelerindeki klorofil aşağıdaki denklemde gösterildiği gibi güneş (solar) enerjisini hapseder ve karbondioksit ve suyu kullanarak karbonhidrat üretir ve oksijen verir:



Bitki hücresinde karbonhidratlar hücre içeriğinde şeker veya nişasta olarak bulunabilir veya selüloz, pektin ve hemiselüloz gibi hücre duvarı yapısında bulunabilir. Hayvanlar bitki materyallerini (örneğin tahıl taneleri, çayır otları, kuru otları) yediğinde, yemin karbonhidratlarındaki enerji hayvan hücresindeki metabolik süreçler yoluyla kullanılabilir hale getirilir. Genel olarak, hayvan metabolizması fotosentezin tersine bir süreçte enerji üretir.

Karbonhidratlar genellikle basit veya kompleks olarak sınıflandırılır. Basit şekerler veya monosakkaritler, hidroliz yoluyla daha küçük şekerlere dönüştü-

rülemeyen glikoz ve fruktoz gibi karbonhidratlardır. Kompleks karbonhidratlar, asetal bağlarıyla birbirine bağlanmış iki veya daha fazla basit şekerden oluşur. Örneğin sakkaroz (sofra şekeri), bir glikozun bir fruktoza bağlanmasıyla oluşur. Benzer şekilde, selüloz birbirine bağlanmış birkaç bin glikoz ünitesinden oluşur. Kompleks bir karbonhidratın enzim katalizli hidrolizi onu bileşenleri olan monosakkaritlerine ayırır.

### KARBONHİDRATLARIN SINIFLANDIRILMASI

Karbonhidratları sınıflandırmanın moleküldeki karbon (C) atomu sayısına göre, bileşikteki monosakkarit (monomer) sayısına, polimerizasyon derecesine ve bağlantı türüne ( $\alpha$  veya  $\beta$ ) göre yapılabilir.

Karbonhidrat molekülünün her birindeki karbon atomu sayısına göre, bir karbonhidrat trioz (3 C), tetroz (4 C), pentoz (5 C) ve heksoz (6 C) olarak sınıflandırılabilir. Bir biyokimyasal ismin sonundaki "oz" (ya da İngilizce olarak "ose") eki, molekülü bir "şeker" olarak belirtmektedir. Bunlar arasında, pentozlar (örneğin, ribonükleik asitteki (RNA) riboz) ve heksozlar (örneğin, glikoz veya kan şekeri) hayvan dokularındaki en yaygın şekerlerdir.

Karbonhidratların bir diğer sınıflandırması kimyasal yapısına, yani bireysel monomerlerin karakterine, polimerizasyon derecesine (DP) ve bağlantı türüne ( $\alpha$  veya  $\beta$ ) dayanır. Karbonhidratların etkileri sonuçta birincil kimyasal yapılarıyla ilişkili olsa da, fiziksel özellikleriyle değiştirilirler. Bunlara suda çözünürlük,

<sup>1</sup> Prof.Dr., Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., kanberkara@erciyes.edu.tr; karakanber@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0001-9867-1344

## KAYNAKLAR

- Adebowale TO, Yao K, Oso AO. Major cereal carbohydrates in relation to intestinal health of monogastric animals: A review. *Animal Nutrition*. 2019;5(4): 331-339. doi: 10.1016/j.aninu.2019.09.001.
- Bailoni L, Bonsembiante M, Schiavon S, et al. Estimation of the content of pectins in feeds: fractional extraction and quantitative determination. *Veterinary Research Communication*. 2003;27 Suppl 1:249-251. doi: 10.1023/b:verc.0000014152.80334.86.
- Beloshapka AN, Wolff AK, Swanson KS. Effects of feeding polydextrose on faecal characteristics, microbiota and fermentative end products in healthy adult dogs. *British Journal of Nutrition*. 2012;108(4): 638-644. doi:10.1017/S0007114511005927
- Beynen AC. Dextrins for dogs. *Bonny Canteen*. 2021; 2: 263-271.
- Beynen AC, Saris DHJ, De Jong L, et al. Impact of dietary polydextrose on clinical signs of canine osteoarthritis. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 2011;6(3): 93-99.
- Blennow A, Wischmann B, Houborg K, et al. Structure function relationships of transgenic starches with engineered phosphate substitution and starch branching. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2005;36(3): 159-68. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2005.05.006
- Birman MW, Nawab A, Ghani MW, et al. Role of inulin in animal nutrition. *Journal of Food Technology Research*, 2019;36(1): 18-27. doi:10.18488/journal.58.2019.61.18.27
- Calle J, Gasparre N, Benavent-Gil Y, et al. Aroids as underexplored tubers with potential health benefits. *Advances in Food and Nutrition Research*. 2021;97: 319-359. doi: 10.1016/bs.afnr.2021.02.018.
- Chandel V, Biswas D, Roy S, et al. Current advancements in pectin: extraction, properties and multifunctional applications. *Foods*. 2022;11(17): 2683. doi: 10.3390/foods11172683.
- Chauhan DDAP, Deepak D, Chauhan S. Cow milk oligosaccharides and their relevance to infant nutrition. *Biology and Life Sciences Forum*. 2023; 29(1):19. doi: 10.3390/IECN2023-15973
- Cherian G. A guide to the principles of animal nutrition. III. carbohydrates, structures and types. Oregon State University; 2020.
- Cummings J, Stephen A. Carbohydrate terminology and classification. *European Journal Of Clinical Nutrition*. 2007;61: 5-18. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602936
- EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). Re-evaluation of  $\beta$ -cyclodextrin (E 459) as a food additive. *EFSA Journal*. 2016; 14: 4628. doi: 10.2903/j.efsa.2016.4628
- EU. 2017. Commission Regulation (EU) 2017/1017 of 15 June 2017 amending Regulation (EU) No 68/2013 on the Catalogue of feed materials. (02/08/2024 tarihinde <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/1017/oj> adresinden ulaşılmıştır).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Carbohydrates in human nutrition. *FAO Food and Nutrition*. 1998;66:1-140.
- Giles H, Bull SP, Lignou S, et al. A narrative review investigating the potential effect of lubrication as a mitigation strategy for whey protein-associated mouthdrying. *Food Chemistry*. 2024;436: 137603. doi: 10.1016/j.foodchem.2023.137603.
- Gómez LM, Posada SL, Olivera M. Starch in ruminant diets: a review. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2016; 29:77-90. doi: 10.17533/udea.rccp.v29n2a01
- Harmon DL, Yamka RM, Elam NA. Factors affecting intestinal starch digestion in ruminants: A review.
- Hartmann H, Trumbore S. Understanding the roles of nonstructural carbohydrates in forest trees - from what we can measure to what we want to know. *New Phytologist*. 2016;211(2): 386-403. doi: 10.1111/nph.13955.
- Hasjim J, Ai Y, Jane J. Novel applications of amylose-lipid complex as resistant starch type 5. Shi YC, Maningat CC (ed.) *Resistant starch sources, applications and health benefits* içinde. Chichester: John Wiley & Sons; 2013. p. 79-94.
- Hua D, Hendriks WH, Xiong B, et al. Starch and cellulose degradation in the rumen and applications of metagenomics on ruminal microorganisms. *Animals (Basel)*. 2022;12(21): 3020. doi: 10.3390/ani12213020.
- Kara K. Investigation of the effectiveness of tomato pulp on the in vitro fermentation of working horse diets. *Journal of Applied Animal Research*, 2022;50(1): 198-203. doi: 10.1080/09712119.2022.2054421
- Kaushik SJ, Panserat S, Schrama JW. Carbohydrates. Hardy RW, Kaushik SJ (ed.) *Fish nutrition* içinde. Cambridge, Massachusetts: Academic Press; 2022. p. 555-591.
- Leszczynski W. Resistant starch - classification, structure, production. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2004; 54(1): 37-50.
- Liu Q, Luo L, Zheng L. Lignins: biosynthesis and biological functions in plants. *International Journal of Molecular Sciences*. 2018;19(2): 335. doi: 10.3390/ijms19020335.
- Lovegrove A, Edwards CH, De Noni I, et al. Role of polysaccharides in food, digestion, and health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017;57(2): 237-253. doi: 10.1080/10408398.2014.939263.
- McMurry J. 2023. Organic Chemistry. (01.08.2024 tarihinde [https://openstax.org/details/books/organic-chemistry?Book%20details%20adresinden ulaşılmıştır](https://openstax.org/details/books/organic-chemistry?Book%20details%20adresinden%20ula%C5%9Fm%C4%B1%C5%97t%C3%BCr)).
- Míguez IS, Jorge FTA, Espinheira RP, et al. Plant cell wall polysaccharides: Methodologies for compositional, structural, and physicochemical characterization. Goldbeck R, Poletta R (ed.) *Polysaccharide-Degrading Biocatalysts Foundations and Frontiers in Enzymology* içinde. Academic Press; 2023. p. 1-37.
- Niwiska B. *Digestion in ruminants. carbohydrates - comprehensive studies on glycobiology and glycotchnology*. InTech; 2012.
- Peyrot des Gachons C, Breslin PA. Salivary amylase: digestion and metabolic syndrome. *Current Diabetes Reports*. 2016;16(10): 102. doi: 10.1007/s11892-016-0794-7.
- Ronald H, Wilfred V. Lignin formation in plants. the dilemma of linkage specificity, *Plant Physiology*. 2001;126(4):1351-1357, doi: 10.1104/pp.126.4.1351
- Sajilata MG, Singhal RS, Kulkarni PR. Resistant starch: a re-

- view. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2006;5:1–17. doi: 10.1111/j.1541-4337.2006.tb00076.x.
- van Leeuwen SS, Te Poele EM, Chatziioannou AC, et al. Goat milk oligosaccharides: their diversity, quantity, and functional properties in comparison to human milk oligosaccharides. *The Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2020;68(47):13469-13485. doi: 10.1021/acs.jafc.0c03766.
- Xu T, Sun R, Zhang Y, et al. Recent research and application prospect of functional oligosaccharides on intestinal disease treatment. *Molecules*. 2022;27(21):7622. doi: 10.3390/molecules27217622.
- Zhang L, Lin Q, Zhang J, et al. Qualitative and quantitative changes of oligosaccharides in human and animal milk over lactation. *The Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2023;71(42): 15553-15568. doi: 10.1021/acs.jafc.3c03181.
- Zhong R, Gao L, Chen Z, et al. Chemoenzymatic synthesis of fucosylated oligosaccharides using *Thermosynechococcus*  $\alpha$ 1-2-fucosyltransferase and their application in the regulation of intestinal microbiota. *Food Chemistry*. 2021;12:100152. doi: 10.1016/j.fochx.2021.100152.

## Bölüm 3

# Proteinler ve Metabolizması

Abdullah ÖZBİLGİN<sup>1</sup>  
Kanber KARA<sup>2</sup>

### PROTEİN NEDİR?

Protein kelimesi “*proteios*” kelimesinden türemiştir. Proteinler, amino asitler adı verilen ve peptit bağlarıyla birleştirilen farklı yapı taşlarından (temel birimler) oluşan organik bileşiklerdir. Proteinler yaşam için hayati öneme sahiptir ve vücudun (örneğin deri, kas, tüy, tendonlar) yapısal bileşenleridir. Ek olarak proteinler biyokimyasal (örneğin enzimler), immünolojik (örneğin immünooglobulinler), transport (örneğin lipoproteinler) ve diğer düzenleyici (örneğin hormonlar) faaliyetlerde de rol oynar. Proteinler ihtiyaç duyulduğunda enerji de sağlayabilir.

Hayvan dokusundaki yapı (örneğin kas) ve metabolik reaksiyonların (örneğin enzimler, hormonlar) çoğu proteinler tarafından oluşturulur. Verim hayvanlarında sağlık, büyüme ve üretkenliğin sürdürülmesi için rasyon ile yeterli miktarda protein ve amino asitlerin sağlanması esastır. Ayrıca sindirim sistemi florası ile özellikle ruminantlarda protein olmayan kaynaklardan protein sentezlenebilir.

Protein gereksinimleri fizyolojik dönemlere göre değişir ve genç hayvanlarda hızlı büyüme evreleri ile gebelik ve laktasyon dönemlerinde yüksektir. Diğer makro besinler gibi proteinler de karbon (C), oksijen (O) ve hidrojen (H) içerir. Ayrıca proteinler ek olarak azot (N) ve kükürt (bazı amino asitlerde) içermektedir.

### AMİNO ASİTLER

Amino asitler proteinlerin yapı taşıdır. Doğada var olduğu bilinen 300’den fazla farklı amino asit vardır. Bunlardan yaklaşık 20 amino asit hayvansal proteinlerin önemli bileşenleridir ve kas, bağ doku, deri, tüy, boynuz, kan, enzimler ve hormonlarla ilişkilidir. Tüm amino asitler, karboksil grubuna bitişik C atomunda en az bir amino grubu (-NH<sub>2</sub>) ve bir karboksil grubu (-COOH)’ndan oluşmaktadır. Bunun bir istisnası, serbest bir amino grubu bulunmayan prolin’dir (imino asit). Amino grubu (NH<sub>2</sub>) amino asitlere bazik özellikler sağlarken, karboksil (COOH) grubu asidik özellikler sağlar (Tablo 1).

Esansiyel amino asitler (EAA) organizmada sentezlenemeyen ve dışardan (eksojen) alınması gereken amino asitlerdir. Hayvanlar 11 proteinojenik AA’nın karbon iskeletlerini *de novo* (yeniden) sentezleyemez. Bu nedenle, sistein, histidin, isolöysin, löysin, lizin, metiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan, tirozin ve valin EAA’ler olarak sınıflandırılmıştır ve monogastrik hayvanlarda yaşama payı, büyüme, gelişme ve hayatta kalma için rasyona/diyete dâhil edilmelidir. Buna karşılık, hayvanlar aşağıdaki sekiz proteinojenik AA’nın (alanin, asparajin, aspartat, glutamat, glutamin, glisin, prolin ve serin) karbon iskeletlerini *de novo* sentezleyebilir ve bunlar organizmada üretildiklerinden esansiyel olmayan amino asitler (EOAA) olarak isimlendirilirler. Monogastrik hayvanlar (örneğin domuz-

<sup>1</sup> Doç.Dr., Cumhuriyet Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., aozbilgin@cumhuriyet.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1675-3176

<sup>2</sup> Prof.Dr., Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., kanberkara@erciyes.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-9867-1344

Protein fazlalığı durumunda amino asit yıkılmasından açığa çıkan amonyak, merkezi sinir sistemi için toksiktir ve atılması veya detoksifiye edilmesi gerekir. Çoğu memeli amonyağı detoksifiye eder ve idrarda üre olarak dışarı atar, kanatlılarda ise ürik asit (dışkıda beyaz bir madde) olarak dışarı atar. Amonyanın üre oluşturmak üzere detoksifikasyonu, iki doku (karaciğer ve böbrek) aracılığıyla üre döngüsü tarafından gerçekleştirilir. Üre döngüsünde görev alan iki protein olmayan amino asit (protein sentezinde kullanılmayan amino asitler) ornitin ve sitrülindir. Üre döngüsünün ilk adımı, karaciğer hücrelerinin mitokondrilerinde amonyum iyonlarının bikarbonat iyonlarıyla yoğunlaşmasıyla karbamoil fosfat oluşumudur. Ornitin, karbamoil fosfat adı verilen bir bileşikle reaksiyona girer ve sitrülün oluşturur. Sitrülün hücrenin sitozolüne girer ve aspartatla reaksiyona girerek arjininosüksinat oluşturur. Arjininosüksinat liyaz enzimi, arjininosüksinatı arjinin ve fumarata ayırır ve fumarat TCA döngüsüne girer. Arjinin ornitine lize olur ve döngüyü tekrar başlatmak için üreyi ayırarak ornitin üretir. Bu nedenle arjinin, protein sentezi için uygun olmayan bir amino asit olabilir. Kanatlı hayvanlar, karbamoil fosfat sentezleyemez ve dolayısıyla üre üretmezler. Bunun yerine, ürik asit sentezi için glutamik asit, glisin ve metiyonin kullanılır. Bu nedenle kanatlı hayvanlarının optimum verim için diyetlerinde yüksek seviyelerde metiyonin, arjinin ve glisin olması gerekir. Üre döngüsü yoluyla üre oluşumu ATP'ye bağlı olduğundan, hayvanları düşük kaliteli veya aşırı proteinle beslemek enerji gerektirir ve çevre sorunlarına (örneğin, hava amonyak, yeraltı suyu kirliliği) yol açabilir.

Diyette bir veya daha fazla amino asit yetersiz alındıysa sınırlayıcı amino asitlerin ihtiyaçlarını karşılamak için protein miktarını artırmak mümkündür. Bu, düşük kaliteli proteinin bol miktarda ucuz tedarihinin bulunduğu alanlar için önemli olabilir. Tamamlayıcı proteinler ve sentetik amino asitler ekonomik olarak mevcut değilse, miktar kaliteyi telafi edebilir. Dezavantajı, diğer amino asitlerin fazlasının daha da artması ve bunların deaminasyonu ve atılması gerektirir, bunun sonucunda diyetin enerji değerinde azalma ve artan çevre kirliliği meydana gelir.

## KAYNAKLAR

- Aguilar M, Hanigan MD, Tucker HA, et al. Cow and herd variation in milk urea nitrogen concentrations in lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2012;95(12):7261–7268. doi:10.3168/jds.2012-5582
- Ahmed I, Khan MA. Dietary branched-chain amino acid valine, isoleucine and leucine requirements of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *British Journal of Nutrition*. 2006;96: 450–460. doi:10.1079/BJN20061845
- Albaaj A, Foucras G, Raboisson D. Changes in milk urea around insemination are negatively associated with conception success in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(4):3257–3265. doi.org/10.3168/jds.2016-12080
- Anderson PJ, Rogers QR, Morris JG. Cats require more dietary phenylalanine or tyrosine for melanin deposition in hair than for maximal growth. *Journal of Nutrition*. 2002;132:2037–42. doi:10.1093/jn/132.7.2037
- Ayala I, Martos NE, Silvan G, et al. Cortisol, adrenocorticotrophic hormone, serotonin, adrenaline and noradrenaline serum concentrations in relation to disease and stress in the horse. *Research in Veterinary Science*. 2012;93(1):103-107. doi:10.1016/j.rvsc.2011.05.013
- Backus RC, Cohen G, Pion PD, et al. Taurine deficiency in Newfoundland fed commercially available complete and balanced diets. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2003;223:1130–6. doi:10.2460/javma.2003.223.1130
- Bae JY, Park G, Yun H, et al. The dietary valine requirement for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, can be estimated by plasma free valine and ammonia concentrations after dorsal aorta cannulation. *Journal of Applied Animal Research*. 2012;40: 73–79. doi:10.1080/09712119.2011.628395
- Baker DH, Czarnecki-Maulden GL. Comparative nutrition of cats and dogs. *Annual Review of Nutrition*. 1991;11:239–63. doi:10.1146/annurev.nu.11.070191.001323
- Baker DH. Advances in protein-amino acid nutrition of poultry. *Amino Acids*. 2009;37:29–41. doi:10.1007/s00726-008-0198-3
- BNO Team. Amino Acids – Physical Properties, Structure, Classification, Functions. (23/11/2024 tarihinde <https://biologynotesonline.com/amino-acids/> adresinden ulaşılmıştır)
- Brosnan JT, Brosnan ME. Branched-chain amino acids: enzyme and substrate regulation. *Journal of Nutrition*. 2006;136: 207–211. doi:10.1093/jn/136.1.207S
- Bröjer JT, Nostell KE, Essén-Gustavsson B, et al. Effect of repeated oral administration of glucose and leucine immediately after exercise on plasma insulin concentration and glycogen synthesis in horses. *American Journal of Veterinary Research*. 2012;73(6):867-74. doi:10.2460/ajvr.73.6.867
- Bryden, WL. *Amino acid requirements of horses estimated from tissue composition*. HEC Press, Danvers, MA, 1991.
- Campbell CG, Titgemeyer EC, St-Jean G. Efficiency of Dvs L-methionine utilization by growing steers. *Jour-*



- nal of Animal Science. 1996;74(10):2482–2487. doi:10.2527/1996.74102482x
- Cappelozza BI. *Protein nutrition for cattle*. Oregon State University. Beef 103. 2013
- Cavanaugh SM, Cavanaugh RP, Gilbert GE, et al. Short-term amino acid, clinicopathologic, and echocardiographic findings in healthy dogs fed a commercial plant-based diet. *PLOS ONE*. 2021;16:e0258044. doi:10.1371/journal.pone.0258044
- Chen Y, Zhang H, Cheng Y, et al. Dietary L-threonine supplementation attenuates lipopolysaccharide-induced inflammatory responses and intestinal barrier damage of broiler chickens at an early age. *British Journal of Nutrition*. 2018; 119: 1254–1262. doi:10.1017/S0007114518000740
- Chen YP, Cheng YF, Li XH. et al. Effects of threonine supplementation on the growth performance, immunity, oxidative status, intestinal integrity, and barrier function of broilers at the early age. *Poultry Science*. 2017; 96: 405–413. doi:10.3382/ps/pew240
- CNCPS. *Parameters of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS)*. Erişim adresi: <https://www.lkvsachsen.de/en/blog/feeding-advisor/blogpost/artikel/parameters-of-the-cornell-net-carbohydrate-and-protein-system-cncps/>. 2023.
- Cusick PK, Koehler KM, Ferrier B, et al. The neurotoxicity of valine deficiency in rats. *Journal Nutrition*. 1978;108(7):1200-6. doi:10.1093/jn/108.7.1200
- Davis, BP, Engle TE, Ransom JJ, et al. Preliminary evaluation on the effectiveness of varying doses of supplemental tryptophan as a calmativ in horses. *Applied Animal Behaviour Science*. 2017;188:34-41. doi:10.1016/j.appanlim.2016.12.006
- Doepel L, Hewage II, Lapierre H. Milk protein yield and mammary metabolism are affected by phenylalanine deficiency but not by threonine or tryptophan deficiency. *Journal of Dairy Science*. 2016; 99: 3144–3156. doi:10.3168/jds.2015-10320
- Duan Y, Li F, Li Y. et al. The role of leucine and its metabolites in protein and energy metabolism. *Amino Acids*. 2016;48: 41–51. doi:10.1007/s00726-015-2067-1
- Dunnett M, Harris RC. Influence of oral beta-alanine and L-histidine supplementation on the carnosine content of the gluteus medius. *Equine Veterinary Journal*. 1999;(30):499-504. doi:10.1111/j.2042-3306.1999.tb05273.x
- Dunstan RH, Macdonald MM, Thorn B, et al. Modelling of amino acid turnover in the horse during training and racing: A basis for developing a novel supplementation strategy. *PLOS ONE*. 2020;15(1): e0226988. doi:10.1371/journal.pone.0226988
- Eggum BO. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. *British Journal of Nutrition*. 1970; 24: 983–988. doi:10.1079/bjn19700101
- Elango R. Methionine nutrition and metabolism: insights from animal studies to inform human nutrition. *Journal of Nutrition*. 2020;150:2518-2523. doi:10.1093/jn/nxaa155
- Estalkhizir FM, Khojasteh S, Jafari M. The effect of different levels of threonine on performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Journal of Novel Applied Sciences*. 2013; 9: 382–386.
- Farris JW, Hinchcliff KW, McKeever KH, et al. Effect of tryptophan and of glucose on exercise capacity of horses. *Journal of Applied Physiology*.1998;85(3):807-816. doi:10.1152/jappl.1998.85.3.807
- Fathima S, Al Hakeem WG, Selvaraj RK, et al. Beyond protein synthesis: the emerging role of arginine in poultry nutrition and host-microbe interactions. *Frontiers in Physiology*. 2024;14:1326809. doi:10.3389/fphys.2023.1326809
- Feinberg A, Stenke, A., Peter, T. et al. Reductions in the deposition of sulfur and selenium to agricultural soils pose risk of future nutrient deficiencies. *Communications Earth & Environment*. 2021;2:101. doi:10.1038/s43247-021-00172-0
- Finkelstein JD. Methionine metabolism in mammals. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 1990;1:228–237. doi:10.1016/0955-2863(90)90070-2
- Friedman M, Gumbmann MR. *Absorption and Utilization of Amino Acids*. Boca Raton Dietary significance of D-amino acids. CRC Press: 1989. p.173–190. doi:10.1201/9780429487514
- Galyean ML, Tedeschi LO. Predicting microbial protein synthesis in beef cattle: Relationship to intakes of total digestible nutrients and crude protein. *Journal of Animal Science*. 2014;92(11):5099–5711. doi:10.2527/jas.2014-8098
- Geiger R, Rieckmann JC, Wolf T, et al. L-Arginine Modulates T Cell Metabolism and Enhances Survival and Anti-tumor Activity. *Cell*. 2016;167(3):829-842.e13. doi:10.1016/j.cell.2016.09.031
- Grimmett, A, Sillence MN. Calmatives for the excitable horse: A review of L-tryptophan. *Veterinary Journal*. 2005;170(1):24-32. doi:10.1016/j.tvjl.2004.04.017
- Gu C, Mao X, Chen D, et al. Isoleucine plays an important role for maintaining immune function. *Current Protein and Peptide Science*. 2019;20(7):644-651. doi:10.2174/1389203720666190305163135
- Guo K, Russek-Cohen E, Varner MA, et al. Effects of milk urea nitrogen and other factors on probability of conception of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2004;87(6):1878–1885. doi:10.3168/jds.s0022-0302(04)73346-9
- Hackmann TJ, Firkins JL. Maximizing efficiency of rumen microbial protein production. *Frontiers in Microbiology*. 2015;6:465. doi:10.3389/fmicb.2015.00465
- Hanigan M, Bequette B, Crompton L, et al. Modeling mammary amino acid metabolism. *Livestock production science* 2001;70(1–2):63–78. doi:10.1006/jtbi.2002.3037
- He WL, Wu G. Metabolism of amino acids in the brain and their roles in regulating food intake. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 2020;1265:167–185. doi:10.1007/978-3-030-45328-2\_10
- He, W., Li, P., Wu, G. *Amino Acid Nutrition and Metabolism in Chickens*. In: Wu, G. (eds) *Amino Acids in Nutrition and Health*. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 2021;1285. doi:10.1007/978-3-030-45328-2\_10
- Hou YQ, Wu G. Nutritionally nonessential amino acids: A misnomer in nutritional sciences. *Advances in Nutri-*

- on. 2017;8:137–9. doi:10.3945/an.116.012971
- Hristov AN, Harper M, Oh J, et al. Short communication: Variability in milk urea nitrogen and dairy total mixed ration composition in the northeastern United States. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(2):1579–1584. doi:10.3168/jds.2017-12925
- Jensen C, Weisbjerg MR, Hvelplund T. Evaluation of methods for estimating the amino acid supply to the duodenum of microbial, endogenous, and undegraded feed protein on maize silage diets fed to dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. 2006;131:1–24. doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.01.024
- Kaplan JL, Stern JA, Fascetti AJ, et al. Taurine deficiency and dilated cardiomyopathy in golden retrievers fed commercial diets. *PLOS ONE*. 2018;13:e0209112. doi:10.1371/journal.pone.0209112
- Karau A, Grayson I. Amino acids in human and animal nutrition. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. 2014; 143: 189–228. doi:10.1007/10\_2014\_269
- Karman AH, van Boekel AJS. Evaluation of the Kjeldahl factor for conversion of the nitrogen content of milk and milk products to protein content. *Netherlands Milk and Dairy Journal*. 1986;40: 315–336.
- Kidd MT, Kerr BJ. L-Threonine for Poultry: A Review. *Journal of Applied Poultry Research*. 1996; 5: 358–367. doi:10.1093/japr/5.4.358
- Kohlmeier M. Nutrient Metabolism (Second Edition). *Amino Acids and Nitrogen Compounds*. 2003: 314–321. doi:10.1016/B978-0-12-387784-0.00008-0
- Leal Yepes FA, Mann S, Overton TR, et al. Effect of rumen-protected branched-chain amino acid supplementation on production- and energy-related metabolites during the first 35 days in milk in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2019;102(6):5657–5672. doi:10.3168/jds.2018-15508
- 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(6):5109–5129. doi:10.3168/jds.2018-15947
- Lu Z, Stumpff F, Deiner C, et al. Modulation of sheep ruminal urea transport by ammonia and pH. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2014;307(5): 558–R570. doi:10.1152/ajpregu.00107.2014
- Ma Q, Zhou X, Sun Y, et al. Threonine, but not lysine and methionine, reduces fat accumulation by regulating lipid metabolism in obese mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2020; 68: 4876–4883. doi:10.1021/acs.jafc.0c01023
- Marín-García PJ, López-Luján MC, Ródenas L, et al. Plasma urea nitrogen in growing rabbits with different combinations of dietary levels of lysine, sulphur amino acids and threonine. *Animals*. 2020;10(6): 946. doi:10.3390/ani10060946
- Marín-García PJ, López-Luján MDC, Ródenas L, et al. Plasma urea nitrogen as an indicator of amino acid imbalance in rabbit diets. *World Rabbit Science*. 2020;28(2):63–72. doi:10.4995/wrs.2020.12781
- Martínez AC, Prieto D, Hernández M, et al. Contractile response of horse deep dorsal penile vein to histamine. *International Journal of Impotence Research*. 2002;14(2):85–92. doi:10.1038/sj.ijir.3900830
- Matthias D, Becker CH, Riezler R, et al. Homocysteine induced arteriosclerosis-like alterations of the aorta in normotensive and hypertensive rats following application of high doses of methionine. *Atherosclerosis*. 1996;122(2): 201–216. doi:10.1016/0021-9150(95)05740-4
- McBride SD, Hemmings A. Altered mesoaccumbens and nigro-striatal dopamine physiology is associated with stereotypy development in a non-rodent species. *Behavioural Brain Research*. 2005; 159(1):113–8. doi:10.1016/j.bbr.2004.10.014
- McKibbin LS, Cheng RS. Systemic d-phenylalanine and d-leucine for effective treatment of pain in the horse. *Canadian Veterinary Journal*. 1982;23(2): 39–40. PMID: PMC1790085.
- Mesa AM, Warren LK, Sheehan JM, et al. L-arginine supplementation 0.5% of diet during the last 90 days of gestation and 14 days postpartum reduced uterine fluid accumulation in the broodmare. *Animal Reproduction Science*. 2015;159: 46–51. doi:10.1016/j.anireprosci.2015.05.011
- Moro J, Tomé D, Schmidely P, et al. Histidine: A systematic review on metabolism and physiological effects in human and different animal species. *Nutrients*. 2020;12(5):1414. doi:10.3390/nu12051414
- Morris JG. Idiosyncratic nutrient requirements of cats appear to be diet induced evolutionary adaptations. *Nutrition Research Reviews*. 2002;15: 153–68. doi:10.1079/NRR200238
- Nakashima K, Yakabe Y, Ishida A, et al. Suppression of myofibrillar proteolysis in chick skeletal muscles by a-ketoisocaproate. *Amino Acids*. 2007;33: 499–503. doi:10.1007/s00726-006-0404-0
- NASEM (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (8th Revised Edition). Washington, DC: The National Academies Press. 2021.
- National Research Council. *Nutrient Requirements of Dogs and Cats*. Washington DC: National Academies Press. 2006.
- Noble, GK. Li X, Zhang D, et al. Randomised clinical trial on the effect of a single oral administration of l-tryptophan, at three dose rates, on reaction speed, plasma concentration and haemolysis in horses. *Veterinary Journal*. 2016;213: 84–86. doi:10.1016/j.tvjl.2016.05.003
- NRC. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (7th rev). Washington, DC: National Academy Press; 2001.
- Onodera R. Essentiality of histidine in ruminant and other animals including human Beings. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2003;16: 445–454. doi:10.5713/ajas.2003.445
- Paradis MR, Breeze RG, Bayly WM, et al. Acute hemolytic anemia after oral administration of L-tryptophan in ponies. *American Journal of Veterinary Research*. 1991;52(5):742–747. PMID: 1854100
- Patton RA. Effect of rumen-protected methionine on feed intake, milk production, true milk protein concentration, and true milk protein yield, and the factors that inf-

- luence these effects: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*. 2010;93(5):2105–2118. doi:10.3168/jds.2009-2693
- Rahimnejad, S, Lee KJ. Dietary valine requirement of juvenile red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture*. 2013; 416–417: 212–218. doi:10.1016/j.aquaculture.2013.09.026
- Ravindran V. Progress in ileal endogenous amino acid flow research in poultry. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2021;12(1): 5. doi:10.1186/s40104-020-00526-2
- Ross-Inta CM, Zhang YF, Almendares A, et al. Threonine-deficient diets induced changes in hepatic bioenergetics. *American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology*. 2009; 296: 1130–1139. doi:10.1152/ajpgi.90545.2008
- Schwab CG. Feed supplements: ruminally protected amino acids. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 2002; 991-997. doi:10.1016/B978-0-12-374407-4.00171-0
- Sinclair KD, Garnsworthy PC, Mann GE, et al. Reducing dietary protein in dairy cow diets: Implications for nitrogen utilization, milk production, welfare and fertility. *Animal*. 2014;8(2): 262–274. doi:10.1017/S1751731113002139
- Smith CA, Want EJ, O’Maille G, et al. XCMS: Processing mass spectrometry data for metabolite profiling using nonlinear peak alignment, matching, and identification. *Analytical Chemistry*. 2006;78(3): 779-787.
- Spek JW, Bannink A, Gort G, et al. Interaction between dietary content of protein and sodium chloride on milk urea concentration, urinary urea excretion, renal recycling of urea, and urea transfer to the gastrointestinal tract in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2013;96(9):5734–5745. doi:10.3168/jds.2013-6842
- 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(1):172-80. doi:10.2527/jas.2005-742
- Stryer L. *Biochemistry* (4th ed.) W.H. Freeman and Company, New York. 1996.
- Törres CL, Biourge VC, Backus RC. Plasma and whole blood taurine concentrations in dogs may not be sensitive indicators of taurine deficiency when dietary sulfur amino acid content is reduced. *Frontiers in Veterinary Science* 2022;9: 873460. doi:10.3389/fvets.2022.873460
- Tuniyazi, M., He, J., Guo, J. et al. Changes of microbial and metabolome of the equine hindgut during oligofructose-induced laminitis. *BMC Veterinary Research* 202;17(1):11. doi:10.1186/s12917-020-02686-9
- Urschel KL, Geor RJ, Waterfall HL, et al. Effects of leucine or whey protein addition to an oral glucose solution on serum insulin, plasma glucose and plasma amino acid responses in horses at rest and following exercise. *Equine Veterinary Journal*. 2010;42(38):347-54. doi:10.1111/j.2042-3306.2010.00179.x
- Valberg S, Jönsson L, Lindholm A, Holmgren N. Muscle histopathology and plasma aspartate aminotransferase, creatine kinase and myoglobin changes with exercise in horses with recurrent exertional rhabdomyolysis. *Equine Veterinary Journal*. 1993;25(1):11-6. doi:10.1111/j.2042-3306.1993.tb02893.x
- Van Milgen J, Dourmad JY. Concept and application of ideal protein for pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2015; 6: 15. doi:10.1186/s40104-015-0016-1
- Wang W, Zeng X, Mao X, et al. Optimal dietary true ileal digestible threonine for supporting the mucosal barrier in small intestine of weanling pigs. *Journal of Nutrition*. 2010; 140: 981–986. doi:10.3945/jn.109.118497
- Windmueller HG. Glutamine utilization by the small intestine. *Advances in Enzymology and Related Areas of Molecular Biology*. 1982;53:201–37. doi:10.1002/9780470122983.ch6
- Wu G, Flynn NE, Yan W, et al. Glutamine metabolism in chick enterocytes: absence of pyrroline-5-carboxylate synthase and citrulline synthesis. *Biochemical Journal*. 1995;306:717–721. doi:10.1042/bj3060717
- Wu G, Morris SM Jr. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. *Biochemical Journal* 1998;336: 1–17. doi:10.1042/bj3360001
- Wu G. *Amino Acids: Biochemistry and Nutrition* (2nd ed.) Boca Raton: CRC Press; 2022. doi:10.1201/9781003092742
- Wu G. Amino acids: Metabolism, functions, and nutrition. *Amino Acids*. 2009;37:1–17. doi:10.1007/s00726-009-0269-0.
- Wu G. *Principles of animal nutrition* (1st ed.). editor: Boca Raton. CRC Press. 2017. doi:10.1201/9781315120065

## Bölüm 4

# Lipitler ve Metabolizması

Güler YENİCE<sup>1</sup>

### LİPİTLERİN TANIMI VE YAPISI

Lipit terimi, suda çözünmeyen ancak organik çözücülerde çözünebilir, organik bileşikler olarak tanımlanmıştır. Lipitlerin temel yapısını karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) oluşturur. Ancak bazı lipitler fosfor, azot ve kükürt de içerebilir. Lipitler; yağ asitleri, trigliseritler, fosfolipitler, sfingolipitler, steroller ve mumlar dahil olmak üzere çok çeşitli molekülleri kapsar.

Yapısal çeşitliliklerine rağmen, ortak bir özellikleri suda çözünmemeleridir. Yapılarının önemli bir kısmı apolar olduğu için suda çözünmez, ancak kloroform ve eter gibi organik çözücülerde çözünürler. Lipitlerin çözünürlük özelliği uzun hidrokarbon zincirlerinden veya halkalarından kaynaklanır.

Lipitler, hidrofobik (polar olmayan bileşiklerin su gibi polar özellikteki ortam ile arasındaki itme kuvveti) veya amfipatik (hem hidrofilik ve hidrofobik özellikler taşıyan) özellikleri ile karakterize edilirler. Bu hidrofobik yapı, biyolojik zarlarda, hücrenin iç ortamını koruyan hidrofobik bir bariyer oluşturmalarına olanak sağlar. Lipitler birçok önemli biyolojik fonksiyona sahiptir. Hücre zarlarının yapısal bileşenidirler, enerji kaynağı olarak depolanır ve sinyal yollarında rol alırlar.

Konu anlatımı içerisinde lipit ve yağ terimleri geçecektir. Bu iki terim yanlış bir uygulama olarak birbirinin yerine kullanılmaktadır. Ancak lipitler, yağlar da dahil olmak üzere geniş bir biyomolekül sınıfını ifade eder. Yağlar ise; bir gliserol molekülüne bağlı üç yağ asidi zincirinden oluşan (trigliserid) belirli bir lipit türünü ifade eder. Enerji, esansiyel yağ asitleri ve yağda çözünen vitaminlerin kaynağı olarak diyetin önemli bir bileşenidirler.

### LİPİTLERİN SINIFLANDIRMASI

Lipitler, yapısal ve işlevsel çeşitlilikleri nedeniyle farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. En sade şekilde, basit ve kompleks (bileşik) lipitler olarak sınıflandırılabilir. Basit lipitler yağ asitlerinin alkollerle esterleşmiş halleridir. Hidrolizleri sonucunda en fazla iki tür farklı bileşene ayrılırlar. Örneğin: açilgliserollerin hidrolizinde yağ asitleri ve gliserol açığa çıkar. Nötral yağlar ve mumlar bu ana grupta yer alır. Yağ asitlerinin gliserol ile yaptıkları esterler nötral yağları, gliserolden başka alkollerle yaptıkları esterler mumları oluşturur. Bileşik lipitler ise yağ asitleri ve alkolle birlikte başka gruplarda içeren lipitlerdir. Hidrolizleri sonucunda üç veya daha fazla ürün açığa çıkar. Örneğin gliserofosfolipitlerin hidrolizinde yağ asitleri, gliserol ve baş grup açığa çıkar. Bir başka sınıflandırmada bu iki ana gruba türev lipitler adı verilen üçüncü bir ana grup eklenmiştir. Türev lipitler; basit veya bileşik lipitlerin hidrolizi ile oluşan ve lipit özelliği gösteren maddelerdir. Basit lipitlerin hidrolizi ile oluşan yağ asitleri, mono- diaçil gliseroller ve alkoller bu gruba dahildir.

2005 yılında, LIPID MAPS Konsorsiyumu'nun girişimiyle Uluslararası Lipit Sınıflandırma ve Adlandırma Komitesi, lipitler için kimyasal ve biyokimyasal ilkelere dayalı, daha kapsamlı bir sınıflandırma sistemi geliştirmiştir.

<sup>1</sup> Doç.Dr., Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., gulerata@atauni.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-0819-8843

**Tablo 3: Bazı bitkisel ve hayvansal yağların yağ asidi profili**

Yağ kaynağı	Yağ asitleri (%)				
	Linoleik asit (C18:2, ω-6)	Oleik asit (C18:1, ω-9)	Linolenik asit (C18:3, ω-3)	Palmitik asit (C16:0)	Stearik asit (C18:0)
Soya yağı	50-55	25-30	5-8	10-14	2-4
Ayçiçek yağı	45-65	30-45	<%1	5-7	2-3
Mısır yağı	50-60	27-33	0.5-1	10-13	2-4
Kanola yağı	15-20	20-60	5-15		
Palm yağı	10-13	40-44	<%1	38-48	3-5
Palm kernel yağı	1-2	20-25	-	8	2
Pamuk tohumu yağı	42-57	15-35	<%1	20-25	2-3
Sığır yağı (Donyağı)	2-7	30-45	<%1	20-37	25-40
Tavuk yağı	18-23	35-44	1-1.5	22-25	5-6
Domuz yağı	5-20	25-62	<%1	25-32	5-20
Balık yağı	3-14	12-20	0.5-2	13-33	2-6

## KAYNAKLAR

- Abumrad NA, Nassi F, Marcus A. Digestion and absorption of dietary fat, carbohydrate, and protein. 10th ed. In *Sleisenger & Fordtran's Gastrointestinal and Liver Disease*. Philadelphia, USA: Elsevier Saunders; 2016.
- Alagawany M, Elnesr SS, Farag MR, et al. Nutritional Significance and Health Benefits of Omega-3, -6 and -9 Fatty Acids in Animals. *Animal Biotechnology*. 2021;33(7): 1678-1690. doi:10.1080/10495398.2020.1869562
- Alagawany M, Elnesr SS, Farag MR, et al. Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids in Poultry Nutrition: Effect on Production Performance and Health. *Animals*. 2019; 9(8): 573. doi:10.3390/ani9080573.
- Alberts B, Johnson A, Lewis J, et al. *Molecular Biology of the Cell*. 4th ed. New York: Garland Science; 2002.
- Aondoakaa IP, Akoh CC. Microbial and insect oils: A sustainable approach to functional lipid. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2024;1-29. doi: 10.1002/aocs.12851.
- Badawy S, Liu Y, Guo M, et al. Conjugated linoleic acid (CLA) as a functional food: Is it beneficial or not? *Food Research International*. 2023;113158. doi: 10.1016/j.foodres.2023.113158.
- Baião NC, Lara, LJC. Oil and fat in broiler nutrition. *Brazilian Journal of Poultry Science*. (2005);7: 129-141. doi: 10.1590/S1516-635X2005000300001.
- Batista CP, Castro Ruiz SM, Correa Cardona HJ, et al. Relation between liver lipid content and plasma biochemical indicators in dairy cows. *Acta Scientiae Veterinariae*. 2020;48: 1720. doi:10.22456/1679-9216.100806.
- Bauman DE, Griinari JM. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*, 2003;23: 203-227. doi: 10.1146/annurev.nutr.23.011702.073408.
- Bazinet RP, Layé S. Polyunsaturated fatty acids and their metabolites in brain function and disease. *Nature Reviews Neuroscience*. 2014;15(12): 771-785. doi: 10.1038/nrn3820.
- Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. *Edible Fats and Oils*. In: *Food Chemistry*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2009. (pp 640-669).
- Benzertiha A, Kierończyk B, Rawski M, et al. Insect fat in animal nutrition—a review. *Annals of Animal Science*, 2020;20(4): 1217-1240. doi: 10.2478/aoas-2020-0076.
- Benzertiha A, Kierończyk B, Rawski M, et al. Insect oil as an alternative to palm oil and poultry fat in broiler chicken nutrition. *Animals*, 2019;9(3): 116. doi: 10.3390/ani9030116.
- Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L. *Biochemistry*. 8th ed. New York: W.H. Freeman & Company; 2015.
- Bogdanov M, Dowhan W. Functional roles of lipids in biological membranes. In *Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and Membranes*. Ridgway ND, McLeod RS. (eds). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier; 2021. pp. 1-51.
- Brenna JT, Salem N, Sinclair AJ, et al. α-Linolenic acid supplementation and conversion to n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in humans. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 2009;80(2-3): 85-91. doi: 10.1016/j.plefa.2009.01.004.
- Brown AJ, Jessup W. Oxysterols: sources, cellular storage and metabolism, and new insights into their roles in cholesterol homeostasis. *Molecular Aspects of Medicine*. 2009;30(3): 111-122. doi: 10.1016/j.mam.2009.02.005.
- Calder PC, Yaqoob P. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and human health outcomes. *BioFactors*, 2009;35(3): 266-272. doi: 10.1002/biof.42.
- Calder PC. Functional roles of fatty acids and their effects on human health. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 2015;39: 18-32. doi: 10.1177/0148607115595980.
- Calder PC. n-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2006;83(6): 1505S-1519S. doi: 10.1093/

- ajcn/83.6.1505S.
- Cardoso FC, Kalscheur KF, Drackley JK. Symposium review: Nutrition strategies for improved health, production, and fertility during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 2020;103(6): 5684-5693. doi: 10.3168/jds.2019-17271.
- Chilliard Y, Glasser F, Ferlay A, et al. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2007;109(8): 828-855. doi: 10.1002/ejlt.200700080.
- Chowdhury K, Banu LA, Khan S, et al. Studies on the fatty acid composition of edible oil. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*. 2007;42(3), 311-316. doi: 10.3329/bjsir.v42i3.669
- De Caterina R. n-3 fatty acids in cardiovascular disease. *New England Journal of Medicine*, 2011;364(25): 2439-2450. doi: 10.1056/nejmra1008153.
- Decker EA, Elias RJ, McClements DJ (Eds.). *Oxidation in foods and beverages and antioxidant applications: management in different industry sectors*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited; 2010.
- DeNigris SJ, Hamosh M, Kasbekar DK, et al. Lingual and gastric lipases: species differences in the origin of prepancreatic digestive lipases and in the localization of gastric lipase. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism*. 1988;959(1): 38-45. doi: 10.1016/0005-2760(88)90147-6.
- Devasena B, Ravi A, Ramana JV, et al. Prospective Role of Protected Fat in Ruminants. *Intas Polivet*, 2007;8(2): 300-307.
- Doreau M, Ferlay A. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 1994;45(3-4): 379-396. doi: 10.1016/0377-8401(94)90039-6.
- Fahy E, Cotter D, Sud M, et al. Lipid classification, structures and tools. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*. 2011;1811(11): 637-647. doi: 10.1016/j.bbalip.2011.06.009.
- Farmani J, Rostammiri L. Characterization of chicken waste fat for application in food technology. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2015;9; 143-150. doi: 10.1007/s11694-014-9219-y.
- Feingold KR. Lipid and Lipoprotein Metabolism. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*. 2022 Sep;51(3):437-458. doi: 10.1016/j.ecl.2022.02.008.
- Frankel, E. N. (2014). *Lipid Oxidation*. 2nd ed. California, USA: Elsevier; 2014.
- Garcés R, Martínez-Force E, Salas JJ, et al. Current advances in sunflower oil and its applications. *Lipid Technology*. 2009;21(4), 79-82. doi: 10.1002/lite.200900016.
- González-Becerra K, Ramos-López O, Barrón-Cabrera E, et al. Fatty acids, epigenetic mechanisms and chronic diseases: a systematic review. *Lipids in Health and Disease*. 2019;18(1): 178. doi: 10.1186/s12944-019-1120-6.
- Greenfield H, Southgate, DAT. *Food composition data: production, management, and use*. 2nd ed. Rome: FAO; 2003.
- Grundy MML, Wilde PJ (eds.). *Bioaccessibility and digestibility of lipids from food*. Switzerland: Springer Nature; 2021.
- Guesnet P, Alessandri JM. Docosahexaenoic acid (DHA) and the developing central nervous system (CNS)-implications for dietary recommendations. *Biochimie*. 2011;93(1): 7-12. doi: 10.1016/j.biochi.2010.05.005.
- Gunstone FD, Harwood JL, Dijkstra AJ (eds.). *The Lipid Handbook with CD-ROM*. 3rd Ed. New York: CRC Press; 2007.
- Gunstone FD. *Structured and Modified Lipids*. 1st ed. New York: Marcel Dekker Inc; 2001.
- Gurr MI, Harwood JL, Frayn KN, Murphy DJ, Michell RH. *Lipids: biochemistry, biotechnology and health*. 6th Ed. UK: John Wiley & Sons Inc; 2016.
- Harfoot CG, Hazlewood GP. Lipid metabolism in the rumen. Hobson PN, Stewart CS (Eds.). In *The Rumen Microbial Ecosystem*. 2nd Ed. Netherlands: Springer Dordrecht; 1997. (pp. 382-426).
- Herrera-Camacho J, Soberano-Martinez A, Duran KEO, Aguilar-Perez C, Ku-Vera JC. Effect of fatty acids on reproductive performance of ruminants. Manafi M. (ed). In *Artificial Insemination in Farm Animals*. IntechOpen; 2011.
- Holčapek, M., Liebisch, G., & Ekroos, K. (2018). Lipidomic analysis. *Analytical Chemistry*. 2018;90(7): 4249-4257. doi: 10.1021/acs.analchem.7b05395.
- Hussain MM. Intestinal lipid absorption and lipoprotein formation. *Current Opinion in Lipidology*. 2014;25(3): 200-206. doi: 10.1097/MOL.0000000000000084.
- Iqbal J, Hussain MM. Intestinal lipid absorption. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2009;296(6): E1183-E1194. doi:10.1152/ajpendo.90899.2008.
- Jacobsen C, Let MB, Nielsen N.S., et al. Antioxidant strategies for preventing oxidative flavour deterioration of foods enriched with n-3 polyunsaturated lipids: A comparative evaluation. *Trends in Food Science & Technology*. 2008;19(2): 76-93. doi: 10.1016/j.tifs.2007.08.001.
- Jarvis G, Moore ERB. 46. Lipid metabolism and the rumen microbial ecosystem. In Timmis KN (ed.) *Handbook of hydrocarbon and lipid microbiology*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2010. p. 2246-2257.
- Jenkins TC, Wallace RJ, Moate PJ, et al. Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *Journal of Animal Science*. 2008;86(2): 397-412. doi: 10.2527/jas.2007-0588.
- Jenkins TC. Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*. 1993;76(12): 3851-3863. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77727-9.
- Kierończyk B, Rawski M, Mikołajczak Z, et al. Available for millions of years but discovered through the last decade: Insects as a source of nutrients and energy in animal diets. *Animal Nutrition*. 2022;11: 60-79. doi: 10.1016/j.aninu.2022.06.015.
- Kim YB, Kim DH, Jeong SB, et al. Black soldier fly larvae oil as an alternative fat source in broiler nutrition. *Poultry Science*. 2020;99(6): 3133-3143. doi: 10.1016/j.psj.2020.01.018.
- Knapka J. Nutrient Requirements of Nonhuman Primates. *LabAnimal*. 2003;32(10): 26-27. doi: 10.1038/lablan1103-26.
- Korkut AY, Kop A, Demir P. Balık yemlerinde kullanılan balık yağı ve özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*. 2007; 24(1-2): 195-199.
- Kostik V, Memeti S, Bauer B. Fatty acid composition of edible oils and fats. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 2013;4: 112-116.

- Koushki M, Nahidi M, Cheraghali F. Physico-chemical properties, fatty acid profile and nutrition in palm oil. *Archives of Advances in Biosciences*. 2015; 6(3): 117-134. doi: 10.22037/jps.v6i3.9772.
- Kumar B, Thakur SS. Effect of supplementing bypass fat on the performance of buffalo calves. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 2007;24(4): 233-236.
- Kumar, M., Zhang, B., Potkule, et al. (2023). Cottonseed oil: extraction, characterization, health benefits, safety profile, and application. *Food Analytical Methods*. 2023;16(2): 266-280. doi: 10.1007/s12161-022-02410-3.
- Kurtovic I, Marshall SN, Zhao X, et al. Lipases from mammals and fishes. *Reviews in Fisheries Science*. 2009;17(1): 18-40. doi: 10.1080/10641260802031322.
- Lawrence GD. *The fats of life: essential fatty acids in health and disease*. London: Rutgers University Press; 2010.
- Li Z, Zhao X, Jian L, et al. Rumen microbial-driven metabolite from grazing lambs potentially regulates body fatty acid metabolism by lipid-related genes in liver. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2023;14(1): 39. doi:10.1186/s40104-022-00823-y.
- Lim SY, Steiner JM, Cridge H. Lipases: it's not just pancreatic lipase!. *American Journal of Veterinary Research*. 2022;83(8): ajvr.22.03.0048. doi: 10.2460/ajvr.22.03.0048.
- Lock AL, Bauman DE. Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health. *Lipids*. 2004;39(12): 1197-1206. doi: 10.1007/s11745-004-1348-6.
- Lopez-Bote CJ, Arias RS, Rey AI, et al. Effect of free-range feeding on n-3 fatty acid and  $\alpha$ -tocopherol content and oxidative stability of eggs. *Animal Feed Science and Technology*. 1998;72(1-2): 33-40. doi: 10.1016/S0377-8401(97)00180-6.
- Lourenço M, Ramos-Morales E, Wallace RJ. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. *Animal*. 2010;4(7): 1008-1023. doi:10.1017/S175173111000042X.
- Lu T, Harper AF, Zhao J, et al. Effects of a dietary antioxidant blend and vitamin E on growth performance, oxidative status, and meat quality in broiler chickens fed a diet high in oxidants. *Poultry Science*. 2014;93(7): 1649-1657. doi: 10.3382/ps.2013-03826.
- Lukonge E, Labuschagne MT, Hugo A. The evaluation of oil and fatty acid composition in seed of cotton accessions from various countries. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2007;87(2): 340-347. doi: 10.1002/jsfa.2731.
- Mattos R, Staples CR, Thatcher WW. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*. 2000; 5(1): 38-45. doi: 10.1530/ror.0.0050038.
- Mazzocchi A, D'Oria V, Cosmi VD, et al. The role of lipids in human milk and infant formulae. *Nutrients*. 2018;10(5): 567. doi:10.3390/nu10050567.
- McClements DJ, Decker EA. Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: Impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food systems. *Journal of Food Science*. 2000;65(8), 1270-1282. doi: 10.1111/j.1365-2621.2000.tb10596.x.
- Mu H, Høy CE. The digestion of dietary triacylglycerols. *Progress in Lipid Research*, 2004;43(2): 105-133. doi:10.1016/S0163-7827(03)00050-X.
- Naderi M, Farmani J, Rashidi L. Structuring of chicken fat by monoacylglycerols. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2016;93: 1221-1231. doi:10.1007/s11746-016-2870-1.
- Naik PK. Bypass fat in dairy ration—a review. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 2013;13(1): 147-163.
- National Center for Biotechnology Information. *PubChem Compound Summary for CID 445639, Oleic Acid*. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Oleic-Acid>. (Accessed July 31, 2024).
- National Center for Biotechnology Information. *PubChem Compound Summary for CID 5281, Stearic Acid*. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Stearic-Acid>. (Accessed July 31, 2024).
- National Research Council, Committee on Animal Nutrition, & Subcommittee on Laboratory Animal Nutrition. In *Nutrient Requirements of Laboratory Animals*. 4th ed. Washington, US: The National Academies Press; 1995.
- National Research Council, Committee on Animal Nutrition, Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. In *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th ed. Washington, US: The National Academies Press; 2001.
- National Research Council, Division on Earth, Life Studies, Committee on Nutrient Requirements of Swine. In *Nutrient Requirements of Swine*. Washington, US: The National Academies Press; 2012.
- National Research Council, Subcommittee on Poultry Nutrition. In *Nutrient requirements of poultry*. 9th ed. Washington, US: The National Academies Press; 1994.
- National Research Council. *Fats and Other Lipids*. In *Diet and Health: Implications for Reducing Chronic Disease Risk*. US: The National Academies Press; 1989.
- Nelson DL, Cox MC. *Lehninger. Principles of Biochemistry*. 4th ed. W. H. New York, USA: Freeman & Co.; 2004.
- Nieto G, Ros G. Modification of fatty acid composition in meat through diet: Effect on lipid peroxidation and relationship to nutritional quality—A review. *Lipid Peroxidation*. 2012;12: 239-258. doi: 10.5772/51114.
- Nizar NNA, Marikkar JMN, Hashim DM. Differentiation of lard, chicken fat, beef fat and mutton fat by GCMS and EA-IRMS techniques. *Journal of Oleo Science*. 2013;62(7): 459-464. doi: 10.5650/jos.62.459.
- Noble RC. Digestion, absorption and transport of lipids in ruminant animals. *Lipid Metabolism in Ruminant Animals*. 1981;57-93. doi: 10.1016/B978-0-08-023789-3.50007-6.
- Nuernberg K, Dannenberger D, Nuernberg G, et al. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livestock Production Science*, 2005;94(1-2): 137-147. doi: 10.1016/j.livprodsci.2004.11.036.
- O'Connor CJ, Barton RH, Butler PA, et al. Ruminant pre-gastric lipases: experimental evidence of their potential as industrial catalysts in food technology. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 1996;7(5-6): 189-205. doi: 10.1016/0927-7765(96)01299-4.
- Oketch EO, Wickramasuriya SS, Oh S, et al. Physiology of lipid digestion and absorption in poultry: An updated review on the supplementation of exogenous emulsifiers in broiler diets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2023;107(6): 1429-1443. doi:

- 10.1111/jpn.13859.
- 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.
- Palmquist DL, Jenkins TC. Fat in lactation rations. *Journal of Dairy Science*. 1980;63(1): 1-14. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(80)82881-5.
- Palmquist DL. Essential fatty acids in ruminant diets. In: *21<sup>st</sup> Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, February 2-3 2010, Florida, Gainesville, (pp. 2-3).
- Palmquist DL. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. *The Journal of Nutrition*. 1994;124: 1377-1382. doi: 10.1093/jn/124.suppl\_8.1377S.
- Peña-Saldarriaga LM, Fernández-López J, Pérez-Alvarez JA. Quality of chicken fat by-products: Lipid profile and colour properties. *Foods*. 2020;9(8): 1046. doi: 10.3390/foods9081046.
- Ponnampalam EN, Sinclair AJ, Holman BW. The sources, synthesis and biological actions of omega-3 and omega-6 fatty acids in red meat: An overview. *Foods*. 2021;10(6): 1358. doi: 10.3390/foods10061358.
- Reiter S, Dunkel A, Dawid C, et al. Targeted LC-MS/MS profiling of bile acids in various animal tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2021;69(36): 10572-10580. doi: 10.1021/acs.jafc.1c03433.
- Roche JR, Friggens NC, Kay JK, et al. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*. 2009;92(12): 5769-5801. doi: 10.3168/jds.2009-2431.
- Sargent JR, Tocher DR, Bell JG. The lipids. *Fish Nutrition*, 2003:181-257. doi: 10.1016/B978-012319652-1/50005-7.
- Sargent JR. Fish oils and human diet. *British Journal of Nutrition*. 1997;78(1): 5-13. doi: 10.1079/bjn19970131.
- Shahidi F, Zhong Y. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*. 2010;39(11): 4067-4079. doi: 10.1039/B922183M.
- Simopoulos AP. Omega-6/omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Reviews International*. 2004; 20(1): 77-90. doi: 10.1081/FRI-120028831.
- Simopoulos AP. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*. 2008; 233(6): 674-688. doi: 10.3181/0711-MR.
- Sinclair AJ, Attar-Bashi NM, Li D. What is the role of  $\alpha$ -linolenic acid for mammals? *Lipids*. 2002; 37(12): 1113-1123. doi: 10.1007/s11745-002-1008-x.
- Sissons JW. Digestive enzymes of cattle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1981; 32(2): 105-114. doi: 10.1002/jsfa.2740320202.
- Smith A, Datta SP, Smith GH, Campbell PN, Bentley R, McKenzie HA (Eds.). *Oxford Dictionary of Biochemistry and Molecular Biology*. Revised edition. UK: Oxford University Press; 2000 (pp. xi+-738).
- Sprecher H. Metabolism of highly unsaturated n-3 and n-6 fatty acids. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*. 2000;1486(2-3): 219-231. doi: 10.1016/S1388-1981(00)00077-9.
- Uauy R, Mena P, Rojas C. Essential fatty acids in early life: structural and functional role. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2000;59(1): 3-15. doi:10.1017/S0029665100000021.
- Van Meer G, Voelker DR, Feigenson GW. Membrane lipids: where they are and how they behave. *Nature reviews Molecular cell biology*. 2008;9(2): 112-124. doi: 10.1038/nrm2330.
- Van Saun RJ, Sniffen CJ. Transition cow nutrition and feeding management for disease prevention. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2014;30(3): 689-719. doi: 10.1016/j.cvfa.2014.07.009.
- Waraho T, McClements DJ, Decker EA. Mechanisms of lipid oxidation in food dispersions. *Trends in Food Science & Technology*. 2011;22(1): 3-13. doi: 10.1016/j.tifs.2010.11.003.
- Warren LK, Vineyard KR. Fat and fatty acids. Eds: Geor RJ, Harris P, Coenen M, In: *Equine Applied and Clinical Nutrition*. St. Louis: Elsevier; 2013. pp. 136-155.
- Wood JD, Richardson RI, Nute GR, et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*. 2004;66(1): 21-32. doi: 10.1016/S0309-1740(03)00022-6.
- Xenoulis PG, Steiner JM. Lipid metabolism and hyperlipidemia in dogs. *The Veterinary Journal*. 2010;183(1): 12-21. doi: 10.1016/j.tvjl.2008.10.011.
- Yanty NAM, Marikkar JMN, Man YC, et al. Composition and Thermal Analysis of Lard Stearin and Lard Olein. *Journal of oleo science*. 2011;60(7): 333-338. doi: 10.5650/jos.60.333.
- Yehuda S, Rabinovitz S, Mostofsky DI. Essential fatty acids and the brain: from infancy to aging. *Neurobiology of Aging*. 2005;26(1): 98-102. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2005.09.013.
- Youdim KA, Martin A, Joseph JA. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. *International Journal of Developmental Neuroscience*. 2000;18(4-5): 383-399. doi: 10.1016/S0736-5748(00)00013-7.
- Yururduramaz C, Yildiz H. Fatty acid compositions of Zea mays L. varieties in Turkey. *Progress In Nutrition*. 2022;24: e2022112. doi: 10.23751/pn.v24i3.13268.
- Zeng Z, Qin X, Wang H, et al. (2024). Effect of the chemical composition and structural properties of beef tallow from different adipose tissues on bread quality. *LWT*. 2024;192: 115736. doi: 10.1016/j.lwt.2024.115736.
- Zhang F, Li L, Meng X, et al. Feeding Strategy to Use Beef Tallow and Modify Farmed Tiger Puffer Fatty Acid Composition. *Animals*. 2023;13(19): 3037. doi: 10.3390/ani13193037.



## Bölüm 5

# Mineraller ve Metabolizması

Erinç GÜMÜŞ<sup>1</sup>

### GİRİŞ

“Mineral” kelimesi İngilizce “mine” yani “maden” kelimesinden köken alır. Mineraller, hayvanların metabolik süreçlerinde kritik roller üstlenen ve sağlığın korunmasında hayati öneme sahip olan temel besin maddeleridir. Günümüzde yaklaşık 40 kadar mineralin hayvan vücudunda bulunduğu düşünülmekte ve bunlardan 25’nin metabolik faaliyetlerde görev aldığı bilinmektedir. Hayvan vücudunda yer alan bir elementin esansiyel mineral olarak tanımlanabilmesi için hayvanın yeminden kısıtlanması halinde çeşitli yoksunluk semptomları göstermesi gerekir.

Mineraller, vücudun yapısal bileşenlerinin bileşiminde yer alır. Vücut sıvısı ve dokularında fizyolojik aktiviteler, hormon ve diğer endokrin faaliyetlerde görev yapar ve hücre çoğalması ve farklılaşması aktivitelerini düzenler. Ayrıca, metabolik süreçlerde katalizör olarak işlev görerek, besin maddelerinin enerjiye dönüştürülmesinde ve atık ürünlerin vücuttan atılmasında önemli rol oynar.

Minerallerin metabolizması, bu elementlerin emiliminden başlayarak vücutta taşınması, depolanması ve atılımına kadar geniş bir süreci kapsar. Emilim oranları, mineralin kimyasal formuna, diğer besin maddeleri ile etkileşimlerine ve bireyin fizyolojik durumuna bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Minerallerin biyoyararlanımı, yani vücutta kullanılabilirlikleri, genellikle diğer besin öğeleri ile olan etkileşimlerine ve vücuttaki mineral durumuna bağlıdır. Örneğin, bazı minerallerin fazla alımı, diğer minerallerin emi-

limini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, mineral metabolizmasının etkili bir şekilde yönetilmesi, vücudun bu elementleri optimal düzeyde kullanabilmesi için büyük önem taşır.

Bu bölümde, minerallerin sınıflandırılması ve fizyolojik fonksiyonları, metabolik yolları, biyoyararlanımını etkileyen faktörler ve eksiklik ya da fazlalık durumlarında ortaya çıkan sağlık sorunlarını detaylı bir şekilde ele alacaktır. Ayrıca, farklı hayvan türlerinin spesifik mineral gereksinimleri ve bu gereksinimlerin karşılanması için kullanılan besleme stratejileri de incelenecektir. Minerallerin kompleks metabolik süreçleri ve bu süreçlerin organizmaların genel sağlığı üzerindeki etkileri incelenerek, minerallerin biyolojik önemi vurgulanacaktır. Bu bölüm, okuyuculara minerallerin hayati rolünü anlamaları ve bu bilgiyi hayvan besleme uygulamalarında kullanabilmeleri için kapsamlı bir rehber sunmayı amaçlamaktadır.

### MİNERALLERİN SİNDİRİMİ EMİLİMİ VE METABOLİZMASI

Mineral ihtiyacı, çiftlik hayvanlarında (herbivor) tüketilen bitkisel yem hammaddelerinden ve kedi-köpek gibi karnivor pet hayvanlarında ise tüketilen büyük orandaki hayvansal yem hammaddelerinden karşılanır. Ruminant türleri (sığır, koyun gibi) ve atların rasyonlarında kaba yemin mutlaka bulunma gerekliliği ve kaba yem bitkileriyle temel besin maddeleri yanında mineralleri de almaktadır. Ancak bu yem bitkilerinin fenolojik dönemi (vejetatif, çiçeklen-

<sup>1</sup> Dr.Öğr.Üyesi, Aksaray Üniversitesi Eski Meslek Yüksekokulu, erincgumus@aksaray.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-6839-8428

## KAYNAKLAR

- Baltacı AK, Yuce K, Mogulkoc R. Zinc metabolism and metallothioneins. *Biological Trace Element Research*. 2018;183: 22–31. doi: 10.1007/s12011-017-1119-7.
- Byrne L, Murphy RA. Relative bioavailability of trace minerals in production animal nutrition: A review. *Animals*. 2022;12(15): 1981. doi: 10.3390/ani12151981.
- Demigne C, Sabboh H, Meneton P. Protective Effects of High Dietary Potassium: Nutritional and Metabolic Aspects. *Recent Advances in Nutritional Sciences*. 2004;134: 2903-2906.
- 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
- Ipek H. Molibden. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2003;14(1): 73-76.
- Hemati Matin H, Dashtbin F, Salari J. Absorption and macromineral interaction. *Global Veterinaria*. 2013; 11(1):49-53. doi: 10.5829/idosi.gv.2013.11.1.73204
- Kellems RO, Church DC. *Çiftlik Hayvanlarının Yemleri ve Beslenmesi 6<sup>th</sup> Ed.* (Müjdat Alp, Neşe Kocabağlı Çev. Ed.) İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık; 2016.
- Kiarie E, Nyachoti CM. Bioavailability of Calcium and Phosphorus in Feedstuffs for Farm Animals. In: Vitti DMSS, Kebreab E. (eds.) *Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals*. 1<sup>st</sup> ed. Cambridge: CABI International; 2010. p. 319-337.
- Kiela PR, Ghishan FK. Physiology of intestinal absorption and secretion. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*. 2016;30:145–159. doi: 10.1016/j.bpg.2016.02.007.
- Martens H, Kiela PR, Ghishan FK. Physiology of intestinal absorption and secretion. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*. 2016;30:145–159. doi: 10.1016/j.bpg.2016.02.007
- Martens H, Leonhard-Marek S, Röntgen M, et al. Magnesium homeostasis in cattle: absorption and excretion. *Nutrition Research Reviews*. 2018;31:114–130. doi: 10.1017/S0954422417000257.
- Martín-Tereso J, Martens H. Calcium and magnesium physiology and nutrition in relation to the prevention of milk fever and tetany (Dietary management of macrominerals in preventing disease). *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2014;30:643–670. doi:10.1016/j.cvfa.2014.07.007.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, et al. (2022). Minerals. In: McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, et al. (eds). *Animal Nutrition 8<sup>th</sup> ed.* Harlow: Pearson; 2022. p. 105-140.
- Minich WB. Selenium metabolism and biosynthesis of selenoproteins in the human body. *Biochemistry (Moscow)*. 2022; 87(S1): 168-177. doi:10.1134/S0006297922140139
- Nguyen P, Reynolds B, Zentek J, et al. Sodium in feline nutrition. *Animal Physiology Nutrition*. 2017;101:403–420. doi:10.1111/jpn.12548.
- NRC-National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. Nutrient Requirements of Beef Cattle: Eighth Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/19014>.
- O’Neal SL, Zheng W. Manganese Toxicity Upon Overexposure: a Decade in Review. *Current Environmental Health Reports*. 2015;2(3):315–328. doi:10.1007/s40572-015-0056-x
- Saha SK, Pathak NN. Fundamentals of Animal Nutrition. Singapore: Springer Singapore; 2021. doi:10.1007/978-981-15-9125-9.
- Satyanarayana U, Chakrapani U. Mineral Metabolism. In: Satyanarayana U, Chakrapani U. (eds.) *Biochemistry (with clinical concepts & case studies) 4<sup>th</sup> ed.* New Delhi: Reed Elsevier India Private Limited; 2015. p. 403-424.
- Soetan KO, Olaiya CO, Oyewole OE. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*. 2010;4(5):200-222.
- Underwood EJ, Suttle NF. *The Mineral Nutrition of Livestock 4<sup>th</sup> ed.* New York: CABI; 2010.
- Tuhy Ł, Dmytryk A, Samoraj M, et al. Trace Elements in Animal Nutrition. In: Chojnacka K, Saeid A. (eds.) *Recent Advances in Trace Elements*. 1<sup>st</sup> ed., Wiley; 2018. p. 319–337. doi:10.1002/9781119133780.ch16.
- Tufarelli V, Laudadio V. Manganese and its role in poultry nutrition: An overview. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 2017;5(6):749-754. doi:10.18006/2017.5(6).749.754
- Yılmaz Ü. Meralarda otlayan hayvanları tehdit eden çayır tetani riski. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2022;12:518–526. doi:10.21597/jist.977701.

## Bölüm 6

# Vitaminler ve Metabolizması

Özlem KARADAĞOĞLU<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Vitaminlerin çoğunun keşfi ve izole edilmesi 20. yüzyılın başlarına uzanmaktadır. 1912’de Hopkins’in sıçanlar üzerinde saflaştırılmış proteinler, yağlar, karbonhidratlar ve inorganik tuzlardan oluşan diyetlerle beslemenin büyüme üzerinde yetersiz kaldığını gözlemlemesi ve diyetle az miktarda süt ilavesi ile hayvanların normal gelişim göstermesi sonucu diyetle eksik olan bazı temel faktör veya faktörlerin olduğunu kanıtlamasına dayanmaktadır. Araştırmacı Funk ise, amino azot içerdiğini düşündüğü bu yardımcı besin faktörlerini tanımlamak için ‘vital amines’den türetilen ‘vitaminler’ kelimesini bu bileşenleri tanımlamak için kullanmıştır. Zaman içerisinde aslında çok az sayıdaki vitaminlerin amino azot içerdiği tespit edilmiştir.

Vitaminler sağlık, büyüme ve üreme için diyetle çok düşük miktarda (günde mikrogram- $\mu$ g ila miligram- mg) bulunan, normal metabolizma için gerekli olan ve diyetle eksikliğinin hastalıklara neden olduğu kompleks organik bileşikler grubu olarak tanımlanır. Vitaminlerin büyük çoğunluğu koenzim (metabolik katalizörler) olarak işlev görürken; bir kısmı sadece belirli temel işlevleri yerine getirirler. Vitaminler hayvan organizmasında çoğunlukla sentezlenmezler o yüzden ekzojen özelliktedirler. Vitaminler öncelikle bitki dokularında bulunurlar. Hayvan dokularında yalnızca yem tüketiminin bir sonucu olarak veya hayvanın vitaminleri sentezleyen mikroorganizmaları sindirim kanalında bulundurması ile mümkündür. Siyanokobalamin vitamini( $B_{12}$  vitamini), mikrobiyal

sentezin bir sonucu olarak bitki dokularında bulunması bakımından benzersiz bir vitamindir. A ve D vitamini ise, bitki dokularında bir provitamin (vitaminin öncü maddesi) formunda bulunmaları ve hayvan vücudunda bir vitamene dönüştürülebilmeleri nedeni ile diğer vitaminlerden farklıdır. Suda çözünen vitaminler (B gurubu vitaminleri ve C vitamini) için bilinen bir provitamin yoktur.

Anti-vitamin olarak adlandırılan vitamin antagonistleri ise, vitaminlere benzer bileşikler olup, hücre metabolizmasında vitaminlerin biyokimyasal yapısını olumsuz yönde etkileyen maddelerdir. Vitamin antagonistleri, vitaminlerin molekül yapılarını bozarak fonksiyonlarını etkisiz hale getirmektedir. Dikumarol ve K vitamini arasındaki ilişki bu duruma örnektir.

Vitaminler metabolik olarak hayvanlar için ekzojen özellikte olsa da, bazı türler için mutlaka yem hammaddeleriyle birlikte alınmak zorunda değildir. Kanatlı hayvanlar, domuzlar ve diğer monogastrik hayvanlar, rasyonlarında çok daha fazla vitamene ihtiyaç duyarlar. Genel olarak, rumenleri tam olarak gelişmiş ruminantlarda B vitaminleri ve K vitamini eksikliği görülmez. Geviş getiren hayvanların ihtiyaçlarını her zaman yemlerinde doğal olarak bulunan B vitaminlerinden ve simbiyotik mikroorganizmalar tarafından sentezlenen vitaminlerden karşılayabilecekleri varsayılır. Ancak, stres ve yüksek verim döneminde, ruminantların özellikle tiyamin ve niyasin gereksinimlerinin fazla olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, rasyonda kobalt (Co) eksikliği, organizmasında önemli miktarlarda depolanırken,  $B_{12}$  vitamini

<sup>1</sup> Doç.Dr.,Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., drozlemkaya@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-5917-9565

Ruminantlar için, rasyon kaynaklarına ek olarak, sindirim sisteminde mikroorganizmalar tarafından myo-inozitol sentezinin, hayvanların ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli olduğu varsayılmaktadır. Myo-inozitol eksikliği birçok hayvan türünde lipid metabolizmasındaki olumsuzluklar ile ilişkilendirildiğinden, myo-inozitol takviyesinin süt sığırlarında yağlı karaciğer sendromunu hafifletmede faydalı olabileceği öne sürülmüştür.

### p-Aminobenzoik Asit (PABA)

Vitamin benzeri bileşik olan PABA başlangıçta birçok bakteri türü için bir büyüme faktörü olarak ifade edilmiştir. Sonrasında, sığırlarda laktasyon için ve civcivlerde büyüme dönemi için gerekli bir besin maddesi olarak tanımlanmıştır. p-aminobenzoik asit, siklik bir amino asit olup B vitamini grubuna aittir ve mayalar, bazı bakteri ve bitkiler tarafından sentezlenir. En iyi bilinen özelliği, sülfonamidlerin bakteriyostatik etkilerini ortadan kaldırma yeteneğidir.

Maya, pirinç, karaciğer ve buğday embriyosunda yaygın halde bulunan PABA'nın yetersizliğinde kılarda pigmentasyonda bozulmalar, karaciğerde yağlanma, civcivlerde büyümede gerileme görülmektedir.

### Vitamin B<sub>13</sub>(Orotik Asit)

Bilinen bir koenzim fonksiyonu olmayan Vitamin B<sub>13</sub>, pirimidin metabolizmasında ara madde olan saflaştırılmış bileşik orotik asit ile birlikte damıtık çözünenlerden izole edilmiştir. Normal koşullar altında sığırların, civcivlerin ve domuzların büyümesini teşvik ettiği tespit edilmiştir; ancak dengeli bir diyetle önemli bir rol oynayıp oynamadığı konusundaki belirsizlik devam etmektedir.

## KAYNAKLAR

Adabi SG, Cooper RG, Ceylan N, et al. L-carnitine and its functional effects in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*.2011;67(2): 277-296. doi:10.1017/S0043933911000304

Ahmed F, Jones DB, Jackson AA. The interaction of vitamin A deficiency and rotavirus infection in the mouse. *British Journal of Nutrition*.1990;63(2): 363-373. doi:10.1079/BJN19900122

Askberova SI. New biological properties of p-aminobenzoic acid. *Biology Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2002;29: 390-393.

Asmar JA, Dagher NJ, Azar HA. Effects of pyridoxine deficiency on the lymphatic organs and certain blood components of the neonatal chicken. *The Journal of Nutrition*. 1968;95(2):153-159.doi:10.1093/jn/95.2.153

Bechgaard H,Jespersen S. GI absorption of niacin in humans. *Journal of PharmaceuticalSciences*. 1977;66(6): 871-872.doi:10.1002/jps.2600660635

Binkley NC,Sutti JW. Vitamin K nutrition and osteoporosis. *The Journal of Nutrition*. 1995;125(7): 1812-1821. doi:10.1093/jn/125.7.1812

Carazo A, Macáková K, Matoušová K, et al. Vitamin A update: forms, sources, kinetics, detection, function, deficiency, therapeutic use and toxicity. *Nutrients*. 2021;13(5):1703.doi:10.3390/nu13051703

Carroll FD, Goss H, Howell CE. The synthesis of B vitamins in the horse. *Journal of Animal Science*. 1949;8(2): 290-299.doi:10.2527/jas1949.82290x

Chhabra A, Arora SP, Kishan J. Note on the effect of dietary zinc on beta-carotene conversion to vitamin A. *Indian Journal of Animal Science*. 1981;50(10): 879-881.

Clements RS andDarnell B. Myo-inositolcontent of common foods: development of a high-myo-inositol diet. *TheAmerican Journal of Clinical Nutrition*. 1980;33(9): 1954-1967.doi:10.1093/ajcn/33.9.1954

Cole CL, Rasmussen RA, Thorp, FJ. Dermatitis of the Ears, Cheeks, Neckand Shoulders in Young Calves. *Veterinary Medicine*.1944;39: 204-206

Combs JrGF,McClung, JP. The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition And Health. (5<sup>nd</sup> Ed). United Kingdom: Academic Press; 2016.

D'Ambrosio DN, Clugston RD, Blaner WS. Vitamin A metabolism: An update. *Nutrients*. 2011;63-103. doi:10.3390/nu3010063

Davidson MG. Thiamin deficiency in a colony of cats. *The Veterinary Record*. 1992;130(5): 94-97.

De La Huerga J, Popper H. Factors influencing choline absorption in the intestinal tract. *The Journal of Clinical Investigation*. 1952;31(6): 598-603.

Deniz G, Songur S. Damızlık Broiler Rasyonlarında Bitkisel Kaynaklı (*Solanumglaucohyllum*) 1,25 dihidroksikolekalsiferol Kullanılması. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2014;33(1-2):1-6.doi:10.30782/ulufd.383346

Elaroussi MA, Uhland-Smith A, Hellwig W, et al. The role of vitamin D in chorioallantoic membrane calcium transport. *Biochimica et BiophysicaActa (BBA)-Biomembranes*. 1994;1192(1):1-6.

Evans HM, Bishop KS. On the existence of a hitherto unrecognized dietary factor essential for reproduction. *Science*. 1922;56(1458):650-651. doi:10.1126/science.56.1458.65

Farquharson J and Adams JF. The forms of vitamin B12 in foods. *British Journal of Nutrition*. 1976; 36(1):127-136. doi:10.1079/BJN19760063

Flores-Garcia W andScholtyssek S. Effect of levels of riboflavin in the diet on there productivity of layer breeding stocks. Proceedings, 19th World's Poultry Congress, Amsterdam, Netherlands, 19-24 September 1992. 1: 622.

Franklin ST, Sorenson CE, Hammell DC. Influence of vi-

- tamin A supplementation in milk on growth, health, concentrations of vitamins in plasma, and immune parameters of calves. *Journal of Dairy Science*. 1998;81(10):2623-2632.doi:10.3168/jds.S0022-0302(98)75820-5
- Friedrichsen JV, Arscott GH, Willis DL. Improvement in fertility of White Leghorn males by vitamin E following a prolonged deficiency. *NutrientReports International*.1981;22(1):41-47.
- Funk C. On the chemical nature of the substance which cures polyneuritis in birds induced by a diet of polished rice. *Journal of Physiology*.1911;43:395-400.doi: 10.1113/jphysiol. 1911.sp001481
- Garabedian M, Tanaka Y, Holic MF, et al. Response of intestinal calcium transport and bone calcium mobilization to 1, 25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub> in thyroparathyroidectomized rats. *Endocrinology*. 1974;94(4): 1022-1027. doi:10.1210/endo-94-4-1022
- Gershoff SN, Andrus SB, Hegsted DM, et al. Vitamin A deficiency in cats. *Laboratory Investigation*. 1957;227-240.
- Gonzalez-Uarquin F, Rodehutsord M, Huber K. Myo-inositol: its metabolism and potential implications forpoultry nutrition—a review. *Poultry Science*.2020;99(2):893-905.doi: 10.1016/j.psj.2019.10.014
- Hidiroglou N, Cave N, Atwal AS, et al. Comparative vitamin E requirements and metabolism in livestock. In *Annales de Recherches Veterinaires*. 1992;23 (4): 337-359.
- Hopkins FG. Feeding experiments illustrating the importance of accessory factors in normal dietaries. *Journal of Physiology*. 1912;44: 425-60.doi:10.4159/harvard.9780674366701.c113
- How KL, Hazewinke HAW, Mo JA. Photosynthesis of vitamin d in the skin of dogs, cats, andrats. *Veterinary Quarterly*. 1995;17(1): 29.doi:10.1080/01652176.1995.9694579
- Howell JM, Thompson JN. Lesion associated with the development of ataxia in vitamin A-deficient chicks. *British Journal of Nutrition*.1967;21(3): 741-750.doi:10.1079/BJN19670075
- Kodentsova VM, Yakushina LM, Vrzhesinskaya. etall. Riboflavin concentration and metabolism of vitamin B<sub>6</sub>. *Vopr Pitan*.1993;5: 32-36.
- Latshaw JD and Jensen LS. Choline deficiency and synthesis of choline from precursors in mature Japanese quail. *TheJournal of Nutrition*. 1972;102(6): 749-755. doi:10.1093/jn/102.6.749
- Lemire JM. Immunomodulatory role of 1, 25 dihydroxyvitamin D<sub>3</sub>. *Journal of Cellular Biochemistry*. 1992; 49(1): 26-31.doi:10.1002/jcb.240490106
- Littledike ET, Horst RL. Vitamin D<sub>3</sub> Toxicity in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 1982; 65(5), 749-759. doi:10.3168/jds.S0022-0302(82)82263-7
- MacPherson A. Roche Vitamin Symposium: Recent Research on the Vitamin Requirements of Ruminants, p. 1. Hoffmann-La Roche, Basel, Switzerland, 1982.
- Maddison JE, Watson AD, Eade IG, et al. Vitamin K-dependent multifactor coagulopathy in Devon Rex cats. *Journal of The American Veterinary Medical Association*. 1990; 197(11): 1495-1497.
- Marks, J. A Guide to the Vitamins. (1th Ed).England:Medicalland Technical Publishing;1975.
- Maynard L., Loosli JK, Hintz HF, et al. Animal Nutrition. (7th Ed). New York: McGraw-Hill,1979.
- McCay PB, Gibson DD, Hornbrook, KR. Glutathione-dependent inhibition of lipid peroxidation by a soluble, heat-labile factor not glutathione peroxidase. In *Federation Proceedings*.01.02.1981, UK,(199-205).
- McDowell LR, Williams SN, Hidiroglou N, et al. Vitamin E supplementation for the ruminant. *Animal Feed Science and Technology*. 1996; 60(3-4), 273-296. doi:10.1016/0377-8401(96)00982-0
- McDowell LR. Vitamin nutrition of livestock animals: Overview from vitamin discovery to today. *Canadian Journal of AnimalScience*. 2006; 86(2): 171-179. doi:10.4141/A05-057
- McDowell LR. Vitamins in Animal and Human Nutrition. (2th Ed). Iowa:IowaState University Press;2000.
- Mitchell ME. Carnitine metabolism in human subjects I. Normal metabolism. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1978; 31(2): 293-306.doi:10.1093/ajcn/31.2.293
- Mock NI. and Mock DM. Biotin deficiency in rats: disturbances of leucine metabolism are detectable early. *The Journal of Nutrition*. 1992; 122(7): 1493-1499. doi:0.1093/jn/122.7.1493
- Mukhopadhyay CK, Ghosh MK, Chatterjee IB. Ascorbic acid prevents lipid peroxidation and oxidative damage of proteins in guinea pig extrahepatic tissue microsomes. *Molecular and cellular biochemistry*. 1995; 142(1): 71-78.
- Nair R, Maseeh A. Vitamin D: The “sunshine” vitamin. *Journal of pharmacology and pharmacotherapeutics*. 2012; 3(2): 118-126.doi:10.4103/0976-500X.9550
- Nockel CF. Vitamin E requirements of beef cattle: influencingfactors. In *BASF Technical Symposium. Bloomington*.1991, September, Minnesota , 40-43.
- NRC. Nutrient Requirements of Domestic Animals. National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, D.C.Nutrient Requirements of Beef Cattle, 7th Ed, 1996.
- NRC. Nutrient Requirements of Domestic Animals. National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, D.C.Nutrient Requirements of Dogs, 2nd Ed., 1985.
- NRC. Nutrient Requirements of Domestic Animals. National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, D.C.Nutrient Requirements of Poultry, 9th Ed., 1994.
- NRC. Vitamin Tolerance of Animals. National Academy of Sciences-National Research Council,Washington, D.C., 1987.
- Olentine C. B Vitamins For Ruminants. *Feed Manage*, 1984,35(4):18.
- Pennock JF, Hemming FW, Kerr JD. A Reassessment of Tocopherol Chemistry. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 1964;17(5):542-548. doi:10.1016/0006-291X(64)90062-2
- Pest GM, Rowland GN, Ryu KS, et al. Folate deficiency in chicks fed diets containing practical ingredients. *Poultry Science*. 1991; 70(3):600-604.doi:10.3382/

- ps.0700600
- Powers HJ, Weaver LT, Austin S, et al. A proposed intestinal mechanism for the effect of riboflavin deficiency on iron loss in therat. *British Journal of Nutrition*. 1993;69(2):553-561.doi:10.1079/BJN19930055
- Radostits OM, Bell JM. Nutrition of the pre-ruminant dairy calf with special reference to the digestion and absorption of nutrients: A review. *Canadian Journal of Animal Science*. 1970;50(3): 405-452.doi:10.1017/S0007114508051556
- Ragaller V, Hüther L, Lebzien P. Folic acid in ruminant nutrition: a review. *British Journal of Nutrition*, 2008. 101(2); 153-164.doi:10.1017/S0007114508051556
- Ringseis R, Keller J, Eder K. Regulation of carnitine status in ruminants and efficacy of carnitine supplementation on performance and health aspects of ruminant livestock: a review. *Archives of Animal Nutrition*. 2018;72(1): 1-30. doi:10.1080/1745039X.2017.1421340
- Rong NI, Selhub J, Goldin BR et al. Bacterially synthesized folate in rat large intestine is incorporated into host tissue folyl polyglutamates. *The Journal of Nutrition*. 1991;121(12): 1955-1959.doi:10.1093/jn/121.12.1955
- Rosenfeld L. Vitamine—vitamin. The early years of discovery. *Clinical Chemistry*. 43(4);680-685.doi:10.1093/clinchem/43.4.680
- Ruiz N, Harms RH, Linda SB. Niacin requirement of broiler chickens fed a corn-soybean meal diet from 1 to 21 days of age. *Poultry science*. 1990; 69(3): 433-439.doi: 10.3382/ps.0690433
- Sauberlich HE. Bioavailability of vitamins. *Progress in Food & Nutrition Science*, 1985, 9(1-2): 1-33.
- Scott KC, Latshaw JD. The vitamin D3 and precholecalciferol content of menhaden fish meal as affected by drying conditions. *Animal Feed Science and Technology*,1994; 47(1-2):99-105. doi:10.1016/0377-8401(94)90163-5
- Scott ML, Nesheim MC, Young RJ. Nutrition of the Chicken, p. 119. Scott, Ithaca, New York, 1982.
- Semba, RD. On the 'discovery' of vitamin A. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2012; 61(3):192-198. doi:10.1159/000343124
- Shastak Y, Gordillo A, Pelletier W. The relationship between vitamin A status and oxidative stress in animal production. *Journal of Applied Animal Research*. 2023;51(1): 546-553.doi:10.1080/09712119.2023.2239319
- Shearer MJ. Vitamin K. *The Lancet*, 1995,345(8944): 229-234.
- Silverman AK, Ellis CN, Voorhees JJ. Hypervitaminosis A syndrome: a paradigm of retinoid side effects. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 1987;16(5):1027-1039. doi: 10.1016/S0190-9622(87)70133-9
- Sitrin MD, Lieberman F, Jensen WE, et al. Vitamin E deficiency and neurologic disease in adults with cystic fibrosis. *Annals of internal medicine*, 1987, 107(1): 51-54.
- Smith PJ, Tappel AL, Chow CK. Glutathione peroxidase activity as a function of dietary selenomethionine. *Nature*. 1974; 247(5440): 392-393. doi:10.1038/247392a0
- Smith SE. In Duke's Physiology of Domestic Animals, 8th Ed. (M.J. Swenson, ed.), Cornell University Press, Ithaca, New York, 1970.
- Stephensen CB, Blount SR, Schoeb TR, et al. Vitamin A deficiency impairs some aspects of the host response to influenza A virus infection in BALB/c mice. *The Journal of Nutrition*. 1993; 123(5): 823-833. doi: 10.1093/jn/123.5.823
- Stern MH, Robeson CD, Weisler L, et al.  $\delta$ -Tocopherol. I. Isolation from Soybean Oil and Properties. *Journal of the American Chemical Society*, 69(4): 1947, 869-874.39.
- Suttie JW. The metabolic role of vitamin K. In *Federation Proceedings*, 1980, 39, (10): 2730-2735.
- Taylor SL, Lamden MP, Tappel AL. Sensitive fluoro metric method for tissue tocopherol analysis. *Lipids*. 1976; 11(7): 530-538. doi: 10.1007/BF02532898
- Tijssen HH, Vervoort LM, Schurgers LJ, et al. Menadione is a metabolite of oral vitamin K. *British Journal of Nutrition*. 2006;95(2):260-266. doi: 0.1079/BJN20051630
- Thornton PA andShutze JV. The influence of dietary energy level, energy source and breed on the thiamine requirement of chicks. *Poultry Science*, 1960, 39(1): 192-199. doi: 10.3382/ps.0390192
- Tsang CPW. Researchnote: calcitriolreduceseggbreakage. *Poultry Science*. 1992; 71(1): 215-217. doi: 10.3382/ps.0710215
- Tuan RS, Suyama E. Developmentalexpressionand vitamin D regulation of calbindin-D28K in chick embryonic yolk sac endoderm. *The Journal of Nutrition*. 1996;126:1308-1316. doi: 10.1093/jn/126.supp\_4.1308S
- Van Kempen TA, Odle J. Carnitine affects octanoate oxidation to carbon dioxide and dicarboxylic acids in colostrum-deprived piglets: in vivo analysis of mechanisms involved based on CoA-and carnitine-ester profiles. *TheJournal of Nutrition*. 1995;125(2): 238-250. doi: 10.1093/jn/125.2.238
- Vermeer C, Schurgers LJ. A comprehensive review of vitamin K and vitamin K antagonists. *Hematology/OncologyClinics of North America*. 2000; 14(2): 339-353. doi: 10.1016/S0889-8588(05)70137-4
- Vermeer C. Comparison between hepatic and nonhepatic vitamin K-dependent carboxylase. *Haemostasis*. 1986; 16(3-4): 239-245. doi: 10.1159/000215296
- Virtanen AI. Milk production of cows on protein-freefeed: Studies of the use of urea and ammonium salts as the sole nitrogen source open new important perspectives. *Science*. 1966; 153(3744):1603-1614.doi: 10.1126/science.153.3744.1603
- Wada H and Snell EE. The enzymatic oxidation of pyridoxine and pyridoxamine phosphates. *Journal of Biological Chemistry*. 1961; 236(7): 2089-2095.doi:10.1016/S0021-9258(18)64134-1
- Wald G.Molecular basis of visual excitation. *Science*, 1968, 162(3850):230-239.doi: 10.1126/science.162.3850.230
- Wauben IP and Wainwright PE. The influence of neonatal nutrition on behavioral development: a criticalappraisal. *Nutrition Reviews*. 1999; 57(2):35-44. doi:10.1111/j.1753-4887.1999.tb01776.x
- Welc BE andCouch JR. Homocystine, vitamin B12, choline, andmethionine in the nutrition of the laying fowl.

- Poultry Science*. 1955; 34(1): 217-222. doi:10.3382/ps.0340217
- West CE. Meeting requirements for vitamin A. *Nutrition Reviews*. 2000; 58(11): 341-345. doi:10.1111/j.1753-4887.2000.tb01831.x
- Whanger PD. In Selenium in Biology and Medicine, (J.E. Spallholz, J.L. Martin, and H.E. Ganther, eds.), AVI, Westport, Connecticut, 1981.
- White III HB. Suddendeth of chicken embryos with hereditary riboflavin deficiency. *The Journal of Nutrition*. 1996; 126: 1303-1307. doi: 10.1093/jn/126.suppl\_4.1303S
- Whitehead CC and Keller T. An update on ascorbic acid in poultry. *World's Poultry Science Journal*. 2003; 59(2): 161-184. doi:10.1079/WPS20030010
- Wolf G. The enzymatic cleavage of  $\beta$ -carotene: still controversial. *Nutrition reviews*. 1995; 53(5): 134-137. doi:10.1111/j.1753-4887.1995.tb01537.x
- Wolf G. The molecular basis of the inhibition of collagenase by vitamin A. *Nutrition reviews*. 1992; 50(10): 292-294. doi:10.1111/j.1753-4887.1992.tb02468.x

## Bölüm 7

# Yemlerin Sindirimi ve Sindirim Teknikleri

Gökhan ŞEN<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Yem hammaddelerindeki organik bileşenlerin çoğunluğu sindirim kanalının mukoz zarından kana ve lenfe geçmeden önce daha basit bileşiklere parçalanması gereken makro unsurlar biçimindedir. Diğer bir deyişle yem hammaddeleri yapısındaki organik bileşikler küçük yapı taşlarının bir araya gelmesiyle oluşmuş büyük moleküllerdir. Büyük moleküller halindeki bu bileşikler bu halleri ile hücre zarından emilemezler. Hücre zarı belirli büyüklüğün altındaki parçacıkların geçişine imkân sağlamaktadır. Bu sebeple de alınan besin maddelerinin bu zardan geçebilecek boyutlara indirgenmesi gerekmektedir. Yani karbonhidratlar monosakkarit yapıya, yağlar yağ asidi ve gliserole ve proteinler de amino asitlere kadar parçalanması gerekir. İşte yem maddeleri bileşenlerinin mekanik ve kimyasal yollarla sindirim kanalından emilebilecekleri kadar küçük moleküllere yıkımlanması olayına 'sindirim' denir. Sindirim kanalı içinde mekanik ve kimyasal yollarla küçük moleküllere indirgenen besin maddelerinin sindirim kanalı mukozasından kana ve lenfe geçmesine de 'emilim' denir. Mekanik sindirim çiğneme ve sindirim kanalı kaslarının kasılmaları ile gerçekleşir. Kimyasal sindirim ise temelde çeşitli sindirim sıvılarında hayvan vücudunda üretilen enzimlerle gerçekleşir. İşlenmemiş yem hammaddelerinde bulunan bitki enzimleri de besin maddelerin sindiriminde rol alabilir. Yem hammaddelerin sindiriminde diğer etkili bir yol mikrobiyal sindirimdir. Enzimatik olan mikrobiyal sindirim ruminantların yem hammaddeleri sindiriminde özel öneme sahip bakteri,

protozoa ve mantar mikroorganizmaların faaliyeti ile gerçekleşir.

### Sindirim Sistemi

Sindirim sistemi, ağızdan anüse kadar uzanan bir tüp şeklinde düşünülebilir. Duvarı mukoza zarıyla kaplı bu yapının görevleri yem hammaddelerinin tutulması, yutulması, parçalanması, sindirim ve emilimi ile katı atıkların uzaklaştırılmasıdır. Ağızdan anüse kadar uzanan bu tüp yapı hayvan türlerine göre farklılık göstermekte ve farklı bölümlerinde farklı isimler almaktadır. Temel olarak bu bölümler; ağız, farinks, özefagus, mide, ince ve kalın bağırsaklar şeklinde sıralanabilir. Bu sıralama kedi, köpek gibi monogastrik hayvanlar için yapılabılırken diğer bir monogastrik sınıfta değerlendirilen atlarda önemli fonksiyona sahip olan sekum da bunlar arasında vurgulanmalıdır. Yine kanatlılarda kursak, taşlık diğer türlerden farklı olarak sindirim kanalı içinde bulunan bölümlerdir. Ruminantları monogastriklerden ayıran önemli sindirim sistemi yapısı çok kompartımanlı midelelidir. Hayvan türleri arasında yem hammaddelerine uygulanan sindirim, kendi enzimleri ile "enzimatik sindirim" (mide ve ince bağırsakta) ve mikroorganizmaların enzimleri ile "fermentatif sindirim (ya da fermentasyon)" (rumen-retikulum ve sekum-kolonda) şeklinde olup, her bir sindirimin enzim ve mikroorganizma etkinliği ile kalış süreleri sindirim düzeyindeki farklılığı göstermektedir.

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., gokhansen@kku.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-6222-6986



**KAYNAKLAR**

- Atalay H, Bilal T. Determination of crude protein and metabolized energy with near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in ruminant mixed feeds. *Journal of Istanbul Veterinary Sciences*, 2020; 4(2): 31–36.
- Cheeke RC, Dierenfeld ES. *Comparative animal nutrition and metabolism*. USA: Cabi; 2010.
- Demirtaş A, Öztürk H, Pişkin İ, et al. Biberiye ve adaçayı ekstraktlarının ruminal fermantasyon üzerine etkilerinin rumen simülasyon tekniği (RUSITEC) ile araştırılması. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*; 2011;37(2): 127–134.
- Elbirlik O, Özdoğan M. Yem formunun yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi yöntemiyle süt sığırları karma yemlerinin besin madde değerlerine etkisinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2021; 58(2): 263–272.
- Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ, et al. *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*. Ankara: Pozitif Baskı; 2006.
- Ersahince AC, Kara K. Nutrient composition and in vitro digestion parameters of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) herbage at different maturity stages in horse and ruminant. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2017;26(3):213-225. doi:10.22358/jafs/76477/2017.
- Ferreira LM, Hervás G, Belenguer A, et al. (2017). Comparison of feed intake, digestion and rumen function among domestic ruminant species grazing in upland vegetation communities. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 2017;101(5): 846–856.
- Ibrahim NA, Alimon AR, Yaakub H, et al. (2021). Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation and microbial population in ruminant: A review. *Tropical animal health and production*, 2021; 53: 1–11.
- Kara K, Altınsoy A. Comparison of forages' digestion levels for different in vitro digestion techniques in horses. *Veterinary Medicine and Science*. 2024;10(2):e31373. doi:10.1002/vms3.1373.
- Kara K, Ozkaya S, Baytok E, et al. Effect of phenological stage on nutrient composition, in vitro fermentation and gas production kinetics of *Plantago lanceolata* herbage. *Veterinárni Medicína*. 2018;63(6): 251-260. doi:10.17221/2/2017-VETMED
- Kutlu HR. *Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri*, 2008. (25.03.2017 tarihinde <http://www.zootekni.org.tr/upload/File/sunular/tm.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, et al. *Animal Nutrition*. (Seventh Edition), England: Pearson; 2011.
- Noyan A. *Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji*. (Onbeşinci Baskı), Ankara:METEKSAN; 2005.
- Nursoy H, Şahin E. Son metodlara göre yemlerin kuru madde analizleri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 2017; 6(1): 61–66.
- Özkan K, Açıköz Z. *Kanatlı Kümes Hayvanlarının Beslenmesi*. İstanbul: Hasad Yayıncılık; 2007.
- Patra AK, Yu Z. Effects of coconut and fish oils on ruminal methanogenesis, fermentation, and abundance and diversity of microbial populations in vitro. *Journal of Dairy Science*, 2013; 96(3): 1782–1792.
- Patra AK. The effect of dietary fats on methane emissions, and its other effects on digestibility, rumen fermentation and lactation performance in cattle: A meta-analysis. *Livestock science*, 2013; 155(2-3): 244–254.
- Sarı M, Bolat D, Çerçi İH, et al. *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*. Malatya: Medipres; 2008.
- Soto-Navarro SA, Lancaster R, Sankey C, et al. Comparative digestibility by cattle versus sheep: Effect of forage quality. *Journal of animal science*, 2014;92(4): 1621–1629.
- Tisch DA. *Animal Feeds, Feeding and Nutrition and Ration Evaluation with CD-ROM*, Thomson Delmar Learning, 2006.

## Bölüm 8

# Enerji ve Enerji Sistemleri

Gökhan ŞEN<sup>1</sup>

### ENERJİ KAVRAMI

Enerji kavramı Yunanca kökenli “en” ve iş anlamındaki “ergon” ifadelerinin birleşmesinden türemiş olup iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bir kütlenin kuvvet kullanılarak belirli uzaklığa yer değiştirmesine de “iş” denilmektedir. Ancak hayvan beslemede enerji kavramı ile sadece bir yer değişimi değil enerjinin değerlendirilmesi de söz konusudur. Çünkü hayvan vücudunda meydana gelen biyolojik olaylar enerji değişimlerini ortaya koymaktadır. Yani hayvanların organik besin maddelerin yapısında bulunan enerjiyi kullanarak yaşamlarını sürdürmeleri, büyüme ve çoğalma gibi canlılık özelliklerini devam ettirmeleri söz konusudur. Enerjinin birimi kalori (cal) veya joule (J)’dür. Kalori, 1 gram saf suyun sıcaklığının 14,5°C’den 15,5°C’ye çıkması için harcanan ısı miktarıdır. Bir kalori ise 4,184 j’e eşittir. Kalorinin 1000 katı kilo kalori (kcal), kilo kalorinin 1000 katı ise mega kalori (Mcal) olarak isimlendirilir. Benzer şekilde joule’ün 1000 katı kilojoule (kJ), kilojoule’ün 1000 katı megajoule (MJ) olarak adlandırılır.

Organizmadaki metabolik olaylar enerji kavramıyla iç içedir. Metabolik olaylar gerçekleşirken enerji gerekir ve metabolik işlemler sonrası enerji açığa çıkar. Metabolizma anabolizma ve katabolizma olaylarıdır. Sentezleme olaylarının gerçekleştiği anabolizmada dışarıdan enerji alımı gerekir ve bu enerji alımı ile gerçekleşen reaksiyonlara “endergonik reaksiyonlar” denir. Yıkılma olaylarının gerçekleştiği katabolizma olaylarında ise dışarıya enerji salınımı gerçekleşir ve çevreye enerji veren bu reaksiyonlar

“ekzergonik reaksiyon” olarak adlandırılır. Ekzergonik reaksiyonlarla açığa çıkan enerji, ısı olarak havaya salındığı gibi vücuttaki diğer endergonik reaksiyonlar için de kullanılabilir. Vücutta ekzergonik reaksiyon sonrası açığa çıkan enerjinin endergonik bir reaksiyonda kullanılması için enerji taşıyıcı ara ürünlere ihtiyaç duyulur.

Organizmada birincil enerji kaynağı glikozun 1 molünün oksidasyonu ile net 36 adenosin trifosfat (adenosine triphosphate = ATP) molekülü meydana gelmektedir. Enerji taşıyıcı olan ATP’nin yapısındaki fosfat bağlarında yüksek enerji vardır. İhtiyaç halinde kopan fosfat bağlarından açığa çıkan yüksek enerji gerekli endergonik reaksiyonda kullanılarak geriye adenosin difosfat (ADP) kalır. ADP yapısındaki bir fosfat bağı da enerji kaynağı olarak kullanıldığında ise geriye adenosin mono fosfat (AMP) kalır. Her bir ATP 7,3 kcal enerji sağlayarak 1 mol glikozdan toplamda 262,8 kcal enerji elde edilmektedir. Yani glikozun 180,16 g/mol molekül kütlesi olduğu göz önüne alındığında yaklaşık 180 g glikozdan yaklaşık 262 kcal enerji elde edilir.

### ORGANİZMADA ENERJİ İHTİYACI

Organizma tarafından tüketilen yem ya da mamanın içeriğindeki enerji yukarıda anlatılan basamaklarla ısıya dönüşür. Bu ısı vücut sıcaklığı için kullanılmakla birlikte çevreye dağılır (çevre sıcaklığına bağlı olarak bu dağılım oranı değişir). Hayvanın enerji ihtiyacı yaşamsal faaliyetler ve verim olmak üzere iki nedenle gereklidir. Bunlardan yaşamsal faaliyetler canlılığın

<sup>1</sup> Dr.Öğr.Üyesi, Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., gokhansen@kku.edu.tr, ORCID id: 0000-0001-6222-6986

yem miktarından etkilenirken TME değeri etkilenmemektedir. Çünkü tüketilen yem miktarı az olsa da atılan endojen kaynaklı enerji düzeyi yine aynı kalabilir. Dolayısıyla az yem tüketiminde endojen kaynaklı enerji oranı daha yüksek iken çok yem tüketiminde endojen kaynaklı enerjinin oranı düşük olabilir. Bu sebeple de TME değeri AME değerine göre daha doğrudur. TME değeri tür, ırk ve yaş gibi faktörlerden de çok etkilenmemektedir. Bundan dolayı bir ırk için belirlenen TME değeri diğer özellikteki kanatlılar için de kullanılabilir. Ancak en doğrusu aynı tür, ırk ve yaş hayvanlar için kullanılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Cheeke RC, Dierenfeld ES. *Comparative animal nutrition and metabolism*. USA: Cabi; 2010.
- de Souza, RA, Tempelman RJ, Allen MS et al. Predicting nutrient digestibility in high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 101(2):1123-1135, 2018.
- Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ, et al. *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*. Ankara: Pozitif Baskı; 2006.
- Kutlu HR. *Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri* 2008. (25.03.2017 tarihinde <http://www.zootekni.org.tr/upload/File/sunular/tm.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, et al. *Animal Nutrition* (Seventh Edition), England: Pearson; 2011.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press, 2021.
- National Research Council. *Nutrient requirements of poultry*. National Academies Press, 1994.
- National Research Council. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. ed. Washington DC: The National Academies Press, 2001.
- Noblet J, Wu SB, Choct M. (2022). Methodologies for energy evaluation of pig and poultry feeds: a review. *Animal Nutrition*. 8:185-203, 2022.
- Özkan K, Açıkgöz Z. *Kanatlı Kümes Hayvanlarının Beslenmesi*. İstanbul: Hasad Yayıncılık; 2007.
- Reece WO. *Dukes Veteriner Fizyoloji*. (Sedat YILDIZ, Çev. Ed.). Malatya: Medipres; 2008.
- Sarı M, Bolat D, Çerçi İH, et al. *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*. Malatya: Medipres; 2008.
- Tisch DA. *Animal Feeds, Feeding and Nutrition and Ration Evaluation with CD-ROM*, Thomson Delmar Learning, 2006.
- Weiss WP. *Brief introduction to the NASEM (formerly known as NRC) of the nutrient requirements of dairy cattle*, 2021.

## Bölüm 9

# Sütçü Irk Buzağuların Beslenmesi

Mükremin ÖLMEZ<sup>1</sup>

### BUZAĞILARDA SİNDİRİM SİSTEMİ VE ANATOMİSİ

Ruminantların sindirim sistemi gelişimleri embriyonik dönemde başlamaktadır. Yenidoğan (neonatal) ruminantların sindirim sistemleri fizyolojik, anatomik ve mikrobiyal yapı açısından erişkin olan bir ruminant sindirim sisteminden farklıdır (Şekil 1). Yenidoğan buzağular aynı yetişkin ruminantlar gibi dört bölmeli (rumen, retikulum, omasum ve abomasum) bir mideye sahiptir. Fakat bu dönemde rumen, retikulum ve omasum inaktif ve gelişmemiştir. Bu dönemde aktif olan mide bölümü abomasumdur. Pre-ruminant dönemi olarak adlandırılan bu dönemde asıl mide olan abomasum mide kapasitesinin yaklaşık %60'ını oluştururken olgun bir inekte abomasum mide kapasitesinin yalnızca %8'ini oluşturmaktadır. Buzağının neonatal döneminde rumen ve retikulum mide kapasitesinin yaklaşık %30'unu ve omasum ise yaklaşık %10'unu oluşturur. Doğumdan ortalama iki haftalık yaşa kadar basit mideli (pre-ruminant) olarak adlandırılan buzağuların zamanla hem beslenmenin hem de çeşitli çevresel faktörlerin etkisiyle mide bölmelerinde belirgin morfolojik ve işlevsel değişiklikler olmaktadır. Dört haftalık yaşa gelen bu hayvanlarda retikulum ve rumen midenin yaklaşık %58'ini oluştururken omasum %12'sini ve abomasum ise yaklaşık olarak %20-30'a düşmektedir (Tablo 1). Mide bölmeleri hayvanın vücut büyüklüğüyle orantılı olarak değişmekte ve büyümektedir. Buzağı üç aylık bir yaşa geldiğinde rumen ve retikulum toplam mide kapasitesinin üçte ikisinden fazlasını oluşturmaktadır.

Hayvan büyüdükçe abomasum işlev olarak büyümeyiz, fakat boyut olarak büyümektedir. Buna karşın rumen ve retikulum hem boyut olarak hem de işlev olarak büyümektedir. Mide gelişimi buzağının büyüdükçe olgun bir ruminant hayvan olarak işlev görebilmesi için oldukça önemlidir. Dolayısıyla buzağı beslemede en önemli stratejilerden biri rumen ve retikulum gelişimini teşvik etmektir.

Genç ruminantlarda gastrik sindirim dört faz olarak düşünülebilir. Bunlar sırasıyla yenidoğan fazı (0 ile 24 saat), pre-ruminant fazı (1 gün ile 3 hafta), geçiş fazı (3 ile 8 hafta), hemen süttten kesim öncesi ve süttten kesim sonrası faz (8 haftadan yetişkinliğe) olarak adlandırılır.

### YENİDOĞAN FAZI (İLK 24 SAAT)

Doğumda rumen küçük ve işlevsizdir. Toplam midenin sadece %25'ini temsil eder. Bu dönemde rumen mikroorganizma içermez ve papillalar rudimenterdir. Buzağıda sindirim sisteminin en büyük kısmını abomasum oluşturmakta ve asit veya pepsinojen salgılamaz. Bu nedenle kolostral antikorlar mideden sindirilmeden geçer ve pinositoz yoluyla bağırsak mukozası tarafından emilir. Ayrıca kolostrumdaki antitripsin faktörü antikorların bağırsakta bozulmalarını önlemektedir. Bu dönemde immünooglobulinlerin sindirim olmadan taşınması ve sağlam bir şekilde emme olanağı doğumdan sonraki ilk 24-48 saatle sınırlıdır. Ruminantlarda rumen mikroflorasının ortama hakim olması ve rumenin fizyolojik gelişimi için bu süre ol-

<sup>1</sup> Doç.Dr., Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., mukremin.olmez@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-5003-3383

lamak hayvanın sütten kesilme stresini azaltmaktadır. Kademeli geçiş rumenin tam hazırlanabilmesi için 12-14 gün kadar sürmelidir. Ayrıca bu yemlerin en az %18-20 ham protein, %3-5 yağ, %10-15 ADF, %15-20 NDF, kalsiyum 0,7, fosfor 0,45 ve magnezyum 0,1 oranında bulunmalıdır. Bu besin maddeleri buzağuların dengeli bir şekilde büyümesi ve rumen sağlığı için önemlidir. Modern işletmelerde buzağular 6-8 haftalık yaşta sütten kesilirken, aile tipi işletmelerde bu süre 12-16 haftayı bulabilmektedir. Ancak hayvanın yaşı sütten kesme sürecinin başlatılması için yeterli bir sebep görülmemektedir. Burada buzağının tükettiği katı yem miktarına da dikkat etmek gerekmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar sonucu genel bir ifadeyle günlük en az 2 kg buzağı başlangıç yemi tüketebilen buzağuların sütten kesilebileceği ifade edilmektedir (Tablo 15).

## KAYNAKLAR

- Ahmann J, Friederichs J, Büscher W, et al. Survey on colostrum management by German dairy farmers focusing on frozen colostrum storage. *Journal of Dairy Science*. 2024;107(11): 9459-9476. Doi: 10.3168/jds.2024-24716
- Beam A, Lombard J, Koprak C, et al. Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. *Journal of Dairy Science*. 2009;92(8): 3973-3980. Doi: 10.3168/jds.2009-2225
- Bielmann V, Gillan J, Perkins N, et al. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 2010;93(8): 3713-3721. Doi: 10.3168/jds.2009-2943
- Blum J. Nutritional physiology of neonatal calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2006;90(1-2): 1-11. Doi: 10.1111/j.1439-0396.2005.00614.x
- Broucek J. Water consumption, performance, and health in calves: a review. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2019;7(4): e164-169. Doi: 10.31893/2318-1265jabb.v7n4p164-169
- Demir O, Tütüncü M. Samsun Yöresi Sığırlarda Kolostrum Kalitesi ve Pasif Transfer Yetmezliğinin Brix Dijital Refraktometre ile Araştırılması. *Veterinary Sciences and Practices*. 2022;17(2): 55-60. Doi: 10.5152/VetSciPract.2022.221529
- Diao Q, Zhang R, Fu T. Review of strategies to promote rumen development in calves. *Animals*. 2019;9(8): 490. Doi: 10.3390/ani9080490
- Drackley JK. Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2008;24(1): 55-86. Doi: 10.1016/j.cvfa.2008.01.001
- Fiorillo V, Amico BM. Milk Quality and Economic Sustainability in Dairy Farming: A Systematic Review of Performance Indicators. *Dairy*. 2024;5(3): 384-402. Doi: 10.3390/dairy5030031
- Giammarco M, Chincarini M, Fusaro I, et al. Evaluation of brix refractometry to estimate immunoglobulin G content in buffalo colostrum and neonatal calf serum. *Animals*. 2021;11(9): 2616. Doi: 10.3390/ani11092616
- Godden S. Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2008;24(1): 19-39. Doi: 10.1016/j.cvfa.2007.10.005
- Godden SM, Lombard JE, Woolums AR. Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2019;35(3): 535-556. Doi: 10.1016/j.cvfa.2019.07.005
- Govil K, Yadav D, Patil A, et al. Feeding management for early rumen development in calves. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2017;5(3): 1132-1139.
- Gupta M, Khan N, Rastogi A, et al. Nutritional drivers of rumen development: A review. *Agricultural Reviews*. 2016;37(2): 148-153. Doi: 10.18805/ar.v37i2.10740
- Gümüş E. Buzağularda preruminant dönem beslenmesinin rumen gelişimi üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*. 2018;13(1): 98-105. Doi: 10.17094/ataunivbd.417628
- Heinemann C, Leubner CD, Hayer JJ, et al. Hygiene management in newborn individually housed dairy calves focusing on housing and feeding practices. *Journal of Animal Science*. 2021;99(1): skaa391. Doi: 10.1093/jas/skaa391
- Heinrichs A, Jones C, Erickson P, et al. Symposium review: Colostrum management and calf nutrition for profitable and sustainable dairy farms. *Journal of Dairy Science*. 2020;103(6): 5694-5699. Doi: 10.3168/jds.2019-17408
- Hill T, Quigley J, Bateman II H, et al. Effect of milk replacer program on calf performance and digestion of nutrients in dairy calves to 4 months of age. *Journal of Dairy Science*. 2016;99(10): 8103-8110. Doi: 10.3168/jds.2016-11239
- Hue DT, Williams JL, Petrovski K, et al. Predicting colostrum and calf blood components based on refractometry. *Journal of Dairy Research*. 2021;88(2): 194-200. Doi: 10.1017/S0022029921000340
- James RE. Growth standards and nutrient requirements for dairy heifers-weaning to calving. *Advances in Dairy Technology*. 2001;1363-77.
- Kaygisiz, A, Köse, M. Siyah Alaca ineklerde kolostrum kalitesi ve kolostrum kalitesinin buzağı gelişme özelliklerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 2007;13(4): 321-325. Doi: 10.1501/Tarimbil\_0000000403
- Kertz A, Hill T, Quigley Iii J, et al. A 100-Year Review: Calf nutrition and management. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(12): 10151-10172. Doi: 10.3168/jds.2017-13062
- Köse S, Şehu A. Süt ikame yemi. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*. 2020;11(1): 27-37. Doi: 10.38137/vetfarmatoksbulen.716467
- Lalles JP, Poncet C. Changes in ruminal and intestinal digestion during and after weaning in dairy calves fed concentrate diets containing pea or soya bean meal. 1. Digestion of organic matter and nitrogen. *Livestock Production Science*. 1990;24(2): 129-142. Doi: 10.1016/0301-6226(90)90073-F
- Leibholz J. The development of ruminant digestion in the

- calf. II.\* The digestion of barley and urea. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1978;29: 1293-1299. Doi: 10.1071/AR9781293
- Leibholz J. The development of ruminant digestion in the calf: I. The digestion of barley and soya- bean meal. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1975; 26:1081-1091. Doi: 10.1071/AR9751081
- Lesmeister K, Heinrichs A. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 2004;87(10): 3439-3450. Doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73479-7
- Lopez A, Heinrichs A. Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. *Journal of Dairy Science*. 2022;105(4): 2733-2749. Doi: 10.3168/jds.2020-20114
- McGuirk SM. Management of dairy calves from birth to weaning. Risco CA, Retamal PM (Eds.), *Dairy Production Medicine*. New York: John Wiley & Sons; 2011 p. 175-193.
- McGuirk SM, Collins M. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 2004;20(3): 593-603. Doi: 10.1016/j.cvfa.2004.06.005
- NASEM. Nutrient requirements of beef cattle. 8th ed. Washington, USA: National Academies Press; 2016.
- Obitsu TT, Morooka MO, Asahida Y. Ruminant post-ruminal digestion and nitrogen balance in early weaned calves fed soybean meal and heated soybean meal. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 1995;8: 75-82.
- Palczynski LJ, Bleach EC, Brennan ML, et al. Appropriate dairy calf feeding from birth to weaning: "it's an investment for the future". *Animals*. 2020;10(1): 116. Doi: 10.3390/ani10010116
- Pennstate Extension. Feeding the newborn dairy calf. Available from: <https://extension.psu.edu/feeding-the-newborn-dairy-calf>. [01.09.2024].
- Pérez W, Duro S, Gündemir O. Anatomical differences in the omasum of weaning calves fed with different diets. *Anatomia*. 2023;2(2): 176-188. Doi: 10.3390/ani10010116
- Playford RJ, Weiser MJ. Bovine Colostrum: Its Constituents and Uses. *Nutrients*. 2021;18;(13-1): 265. Doi: 10.3390/nu13010265.
- Roth BA, Keil NM, Gygax L, et al. Influence of weaning method on health status and rumen development in dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 2009;92(2): 645-656. Doi: 10.3168/jds.2008-1153
- Quigley JD, Schwab CG, Hylton WE. Development of rumen function in calves: nature of protein reaching the abomasum. *Journal of Dairy Science*. 1985;68: 694-702. Doi: 10.3168/jds.S0022-0302(85)80875-4
- Vermeire DA. *Calf Nutrition and Feeding for Success*. 1st Edition ed. Massachusetts, USA: Elsevier; 2023.
- Wenge J, Steinhöfel I, Heinrich C, et al. Water and concentrate intake, weight gain and duration of diarrhea in young suckling calves on different diets. *Livestock Science*. 2014;159133-140. Doi: 10.1016/j.livsci.2013.11.004
- Wickramasinghe H, Kramer A, Appuhamy J. Drinking water intake of newborn dairy calves and its effects on feed intake, growth performance, health status, and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*. 2019;102(1): 377-387. Doi: 10.3168/jds.2018-15579
- Yang M, Zou Y, Wu Z, et al. Colostrum quality affects immune system establishment and intestinal development of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*. 2015;98(10): 7153-7163. Doi: 10.3168/jds.2014-9238

## Bölüm 10

# Sütçü Damızlık Düve Besleme

Kanber KARA<sup>1</sup>

### DÜVE BESLEMEDE GENEL PRENSİPLER

Düve besleme, süt işletmelerinin üretim döngüsünde temel bir faaliyettir. Genç hayvanlar, bir sürünün süt üretim kapasitesini sürdürmek (inek sayısı) ve geliştirmek (genetik, konformasyon, sağlık vb. ile) için gereklidir, ancak aynı zamanda önemli ekonomik maliyetlerden ve önemli bir çevresel etkiden de sorumludurlar. Süt üretimini iyileştirmeye yönelik uğraşların çoğu yetişkin hayvanlara (yani kuru dönem, geçiş dönemi ve laktasyon dönemindeki ineklere) odaklanırken, buzağılar ve düveler önemli ölçüde daha az ilgi görmektedir. Belki de, canlı doğan buzağuların yaklaşık %12 ila %35'inin (sağlık ve yetiştirme uygulamalarına bağlı olarak) ilk buzağılamasına ulaşamamasının nedenlerinden biri budur. Ayrıca, ilk buzağılamayı gerçekleştiren düvelerin yaklaşık %17'si ikinci bir laktasyona hiç girmemektedir, ancak bu rakam yetiştirme koşullarına ve yetiştirme sürecindeki sağlık durumuna bağlı olarak %8'e düşebilir. Bu iki rakamı birleştirdiğimizde ve genellikle ilk laktasyon sırasında üretilen tüm süttten elde edilen gelirin yetiştirme maliyetlerini karşılamadığını düşündüğümüzde, canlı doğan ve damızlık olarak yetiştirilen buzağuların yaklaşık %30'u sürünün karlılığına asla olumlu bir katkıda bulunmamaktadır.

Sütçü damızlık düvelerin büyüme ve kemik gelişimi, yenidoğan (neonatal) dönemdeki günlük canlı ağırlık artışı (GCAA), buzağı döneminde tükettiği süt (ya da süt ikame yemi) kompozisyonu ve kuru madde

(süt + buzağı başlangıç/buzağı büyüme yemi) tüketimi (KMT)'ne bağlıdır. Buzağuların bireysel bakım ve beslemesi yapılan daha kontrollü ve daha az strese girdiği buzağı kulübelerinden, süttten kesim sonrası grup halinde bakım ve besleme ile hem diğer hayvanlarla teması hem de süttten kesimin ve yeni rasyonun farklılığı ile stres şekillenmekte ve bağışıklık sistemi baskılanması (immunsupresyon) yaşanabilmektedir. Süttten kesim ve daha sonrasında genç düvelerin rasyonlarına ve barındırma şartlarına dikkat edilmemesi damızlık kaynağın yetişkin canlı ağırlık (CA)'a ulaşma yaşı ve gebe kalma durumunu etkileyecektir.

Bir sütçü damızlık düve yetiştirmenin maliyeti, bir sütçü damızlık düve satın almaktan daha fazla olduğundan, üreticiler maliyetlerini azaltmak ve üretkenliği artırmak için sütçü damızlık düve yetiştirmede en uygun zaman ve ağırlıkta süttünü sağmaya başlayarak süt üretim zincirine dahil etmek isterler. Çok sayıda çalışma, ilk buzağılamada en uygun yaşı 24 ay olduğunu önermektedir. 24 ayı geçen herhangi bir gecikme, maliyete günde 2,50\$ veya daha fazla eklenecek ve sürünün damızlık ihtiyaçlarını karşılamak için daha fazla düveye ihtiyaç duyulacaktır. Yetiştirme masraflarını azaltmak ve düvelerin sağım sürüsüne daha erken girmesini sağlamak için üreticiler, ilk buzağılama yaşını 21 veya 22 aya kadar düşürmek için uğraşmaktadır. Ancak, son 10 ila 20 yılda *Holstein* ineğinin olgun vücut boyutunda bir artış şekillenmiş ve hayvanlar daha ağır ve daha uzun boylu hale gelmiştir (680 kg'dan 700 kg CA). Ortalama süt ineğinin

<sup>1</sup> Prof.Dr., Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., kanberkara@erciyes.edu.tr; karakanber@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0001-9867-1344

R- $\alpha$ -tokoferil asetat (veya serbest alkol formu) ayrıca ticari olarak E vitamini takviyesi olarak da mevcuttur. E vitamininin RRR formları, all-*rac* formlarından iki kat daha fazla biyolojik olarak aktiftir. Doğum öncesi dönemde E vitaminin yeme (1000-3000 IU/gün) ya da enjeksiyonla takviyesi ineklerde fetal zarların kalma riskini (retensiyon sekondaryum) önemli ölçüde azaltmaktadır. Prepartum son 2 haftada rasyona 2000 ve 4000 IU/gün E vitamini ilavesi laktasyon dönemindeki meme bezi enfeksiyon oranları, klinik mastitis ve sütte somatik hücre sayısını azaltabilmektedir. Prepartum dönemde kolostrum sentezi E vitamini ihtiyacını artırır. İnekler 5-7,5 mg  $\alpha$ -tokoferol/kg kolostrum salgılayabilir. Bu, 10 kg kolostrum başına 100-150 mg (veya IU) all-*rac* tokoferil asetata eşdeğerdir. Büyüme dönemindeki düveler (gebe olmayan) ve gebe düvelerin (son 2 ay) rasyonlarında E vitamini için alım miktarı sırasıyla “E vitamini IU/gün = 0,8 ve 1,6  $\times$  CA, kg” olması tavsiye edilir.

B grubu vitaminlerin rumende bakteriler tarafından üretildiği ve ihtiyaçlarının olmadığı düşünülmesine karşın üretilenin ne kadarının emilebildiği bilinmemektedir. İnce bağırsakta emilimi gerçekleşen B vitaminleri için sığırlarda fizyolojik dönemlere göre rasyona ilavelerinin yapılması tavsiye edilebilir. C vitamini veya askorbik asit, ruminantların karaciğerinde L-glukonik asitten sentezlenir. Buzağular yaklaşık 3 haftalık yaşa kadar askorbik asit sentezleyemezler. Bu nedenle, C vitamini yaklaşık >3 haftadan büyük buzağularda temel bir besin maddesi olarak kabul edilmez. Oral olarak alınan askorbik asidin çoğu rumende yok edilir, ancak bazı ticari C vitamini formülasyonları ruminal metabolizmaya karşı çeşitli derecelerde koruma sağlayabilir. Ruminal bozulmayı azaltmak için tasarlanmış modifiye edilmiş C vitamini formlarının verilmesi plazma askorbik asit düzeyini artırmakta ya da artırma eğiliminde olmaktadır.

## KAYNAKLAR

Bach A. Associations between several aspects of heifer development and dairy cow survivability to second lactation. *Journal of Dairy Science*. 2011;94(2):1052-7. doi: 10.3168/jds.2010-3633.

Bjelland DW, Weigel KA, Hoffman PC, et al. The effect of feeding dairy heifers diets with and without supplemental phosphorus on growth, reproductive efficiency, health, and lactation performance. *Journal of Dairy Science*. 2011;94(12): 6233-6642. doi: 10.3168/jds.2011-4596.

Bjurstrom A, Kohlman T, Ulness AJ. You can't manage what you don't measure: Knowing and managing heifer weights. University of Wisconsin-Madison (01/08/2024 tarihinde <https://dairy.extension.wisc.edu/articles/you-cant-manage-what-you-dont-measure-knowing-and-managing-heifer-weights/> adresinden alınmıştır)

Brown EG, VandeHaar MJ, Daniels KM, et al. Effect of increasing energy and protein intake in heifer calves on mammary development. *Journal of Dairy Science*. 2005;88: 595-603. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72723-5.

Buitrago JAG. Production of dairy heifers managing of the post-weaning stage. Teaching Notes on Dairy Production. New Mexico State University. Dairy Extension Program. 2021.

Castagnino DS, Seck M, Beaudet V, et al. Effects of forage family on apparent ruminal synthesis of B vitamins in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2016;99(3): 1884-1894. doi: 10.3168/jds.2015-10319.

Elgersma A, Søegaard K, Jensen SK. Fatty acids,  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene, and lutein contents in forage legumes, forbs, and a grass-clover mixture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013;61(49): 11913-11920. doi: 10.1021/jf403195v.

Fantuz F, Fatica A, Salimei E, et al. Nutrition, growth, and age at puberty in heifers. *Animals*. 2024; 14(19):2801. doi: 10.3390/ani14192801

Gabler MT, Heinrichs AJ. Dietary protein to metabolizable energy ratios on feed efficiency and structural growth of prepubertal Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*. 2003;86(1):268-74. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73605-4.

Gibson M, Hickson R, Back P, et al. The effect of sex and age on bone morphology and strength in the metacarpus and humerus in beef-cross-dairy cattle. *Animals (Basel)*. 2021;11(3):694. doi: 10.3390/ani11030694.

Handcock RC, Jenkinson CM, Laven R, et al. Linear versus seasonal growth of dairy heifers decreased age at puberty but did not affect first lactation milk production. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2019;64: 83-100. doi:10.1080/00288233.2019.1607404

Handcock RC, Lopez-Villalobos N, et al. Live weight and growth of Holstein-Friesian, Jersey and crossbred dairy heifers in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2019;62: 173-183. doi: 10.1080/00480169.2020.1750498

Heinrichs AJ, Zanton GI, Lascano GJ, et al. A 100-Year Review: A century of dairy heifer research. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(12): 10173-10188. doi: 10.3168/jds.2017-12998.

Hoffman PC, Simson CR, Wattiaux M. Limit feeding of gravid Holstein heifers: effect on growth, manure nutrient excretion, and subsequent early lactation performance. *Journal of Dairy Science*. 2007;90(2): 946-954. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(07)71578-3.

Jennifer LH, Ana Clara BM, Friederike B, et al. Vitamin and mineral supplementation to beef heifers during gestation: impacts on morphometric measurements of the neonatal calf, vitamin and trace mineral status, blood



- metabolite and endocrine profiles, and calf organ characteristics at 30 h after birth, *Journal of Animal Science*. 2024;102: skae116. doi: 10.1093/jas/skae116
- Krpálková L, Cabrera VE, Vacek M, et al. Effect of prepubertal and postpubertal growth and age at first calving on production and reproduction traits during the first 3 lactations in Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2014;97:3017–3027. doi: 10.3168/jds.2013-7419.
- Kruse KA, Combs DK, Esser NM, et al. Evaluation of potential carryover effects associated with limit feeding of gravid Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*. 2010;93(11): 5374-5384. doi: 10.3168/jds.2010-3401.
- London ML, Bernard JK, Froetschel MA, et al. The relationship between weight, age, and average daily gain to show performance of Georgia 4-H and Future Farmers of America (FFA) commercial dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. 2012;95(2):986-996. doi: 10.3168/jds.2011-4599.2012;95(2):986-96.
- Macdonald KA, Penno JW, Bryant AM, et al. Effect of feeding level pre- and post-puberty and body weight at first calving on growth, milk production, and fertility in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2005;88(9):3363-3375. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73020-4.
- Nickles KR, Garcia-Guerra A, Fluharty FL, et al. Energy restriction and housing of pregnant beef heifers in mud decreases body weight and conceptus free live weight. *Translational Animal Science*. 2022;6(3):txac101. doi: 10.1093/tas/txac101.
- NRC (NASEM). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*. 2021. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25806>.
- NRC. *Mineral Tolerance of Animals: Second Revised Edition*. 2005. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11309>
- NRC. *Nutrient Requirements of Beef Cattle: Eighth Revised Edition*. 2016. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/19014>.
- NRC. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition*. 2001. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9825>
- Rezaei R, Wu Z, Hou Y, et al. Amino acids and mammary gland development: nutritional implications for milk production and neonatal growth. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2016;7:20. doi: 10.1186/s40104-016-0078-8.
- Pogge DJ, Hansen SL. Supplemental vitamin C improves marbling in feedlot cattle consuming high sulfur diets. *Journal of Animal Science*. 2013;91(9): 4303-4314. doi: 10.2527/jas.2012-5638.
- Pokhrel B, Jiang H. Postnatal growth and development of the rumen: integrating physiological and molecular insights. *Biology (Basel)*. 2024;13(4): 269. doi: 10.3390/biology13040269.
- Sherwin VE, Hudson CD, Henderson A, et al. The association between age at first calving and survival of first lactation heifers within dairy herds. *Animal*. 2016;10(11): 1877-1882. doi: 10.1017/S1751731116000689.
- Silva AL, DeVries TJ, Fernandes EC, et al. Short communication: Development and evaluation of equations to predict growth of Holstein dairy heifers in a tropical climate. *Journal of Dairy Science*. 2021;104(1): 525-531. doi: 10.3168/jds.2020-18624.
- Soberon F, Van Amburg ME. The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of pre-weaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *Journal of Animal Science*. 2013;91: 706-715. doi: 10.2527/jas.2012-5834
- Stanton AL, Kelton DF, LeBlanc SJ, et al. The effect of respiratory disease and a preventative antibiotic treatment on growth, survival, age at first calving, and milk production of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. 2012;95(9): 4950-4960. doi: 10.3168/jds.2011-5067.
- Van-Amburgh ME, Soberon F, Meyer MJ, et al. Integration of postweaning nutrient requirements and supply with composition of growth and mammary development in modern dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. 2019;102: 3692–3705. doi: 10.3168/jds.2018-15270.
- Zanton GI, Heinrichs JA. Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. *Journal of Dairy Science*. 2005;88: 3860–3867. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73071-X.

## Bölüm 11

# Süt Sığırlarının Beslenmesi

Kanber KARA<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Süt sığırları süt verimi yanında sürünün devamlılığı için damızlık rolü üstlenerek buzağı üretimini gerçekleştirmektedir. Süt sığırlarında 305 günlük normal laktasyon süresi ve yaklaşık 60 günlük kuru dönem süreci ile yılda bir buzağı alınması hedeflenmektedir. Ancak buzağılama sonrası erken laktasyondaki (fresh dönem) metabolizma hastalıkları gibi nedenlerle gebelik başına tohumlama sayısı arttıkça (>2) bu bir yıllık süreç uzamaktadır. Üretimde süt verimi ve yavru veriminin hayvanın genetik kapasitesi ölçüsünde maksimuma çıkarılması hedeflenir. Bu üretim hedefleri için süt sığırının ihtiyacını karşılayacak enerji ve besin maddelerini içeren bir rasyon ile beslenmelidir. Süt sığırlarının ve sütçü düvelerin kuru madde tüketimi (KMT) (total mix ration=TMR) ve TMR içinde hayvanın yaşı, canlı ağırlığı (CA), fizyolojik durumu, doğum sayısı (parite: birinci yavrusunu doğuran yada birden fazla yavru doğuran), süt verimi ve süt yağı gibi değişkenlere göre farklılık göstermektedir.

Süt sığırı beslenmesi için beslenme değerlerini belli süreçlerde güncelleyerek raporlandıran Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council)'nin 2001 raporu (NRC, 2001) güncellenerek 2021 yılında (NASEM, 2021) yüksek süt verimi olan günümüz sığırlarının KMT ve besin madde ihtiyaçları modellenerek güncellenmiştir. Ülkemizde sütçü sığır yetiştiren işletmelerdeki en yaygın sığır *Holstein* ırkıdır ve bu ırk günümüzde yetişkinlik yaşında 700 kg'lara ulaşmakta ve ihtiyaç hesaplamalarında farklılıklar görülmektedir. NRC (2001)'de, KMT denklemi yalnızca

hayvansal faktörleri (süt üretimi, CA ve sütteki gün sayısı-SGS) esas almış olup süt verimi, KMT ile ilişkili olduğundan, denklem üretim ölçütleri bilindiğinde KMT'yi tahmin etmede oldukça doğru olabilmektedir. Ancak denklem, gerçek üretim bilinmeden bir rasyon formüle edildiğinde o kadar iyi çalışmamaktadır. Sığırın KMT miktarını etkileyen birincil rasyon faktörleri rasyon NDF'si (KMT ile negatif ilişkili), *in vitro* NDF sindirilebilirliği (KMT ile pozitif ilişkili) ve ADF/NDF oranı (bu oran baklagil kaba yem bazlı TMR'de yüksek ve buğdaygil kaba yem bazlı TMR'de ise düşüktür)'dir. Yeni denklemler günümüzün daha yüksek üretim yapan ineklerin ihtiyaçlarının daha doğru olarak saptanacak ve rasyonun KMT üzerindeki etkisini yansıtacaktır. Kuru dönemde ve kuru dönemin son üç haftasında (pre-fresh) olan inekler ve düveler için KMT'yi tahmin etmek için kullanılan denklemler de güncellenmiştir.

Daha önceki raporda (NRC, 2001), yemlerin besin madde bileşiminden enerji değerleri (yani laktasyon için net enerji, NEL) hesaplayan formül sabitti. 2001 sisteminde, sindirilebilir enerji (SE), sindirilebilir NDF, HP, yağ asitleri (YA) ve lif olmayan karbonhidrat (NFC) kısımlarının (100 - NDF - HP - YA - kül) sağladığı enerjinin tahmin edilmesiyle yemler için hesaplanmıştır. Süt sığırı TMR'sinin SE değeri, yem değerlerinden ağırlıklı bir ortalama olarak hesaplanmış ve daha sonra rasyon SE değeri, KMT ve rasyonun toplam sindirilebilir besin madde (TDN) konsantrasyonuna göre azaltma yapılmıştır. TDN konsantrasyonu, esasen rasyon nişasta konsantrasyonunun bir

<sup>1</sup> Prof.Dr., Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., kanberkara@erciyes.edu.tr; karakanber@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0001-9867-1344

midir. İnek başına günlük ortalama 59 g NH<sub>3</sub> emisyonu hesaplanmış ve 65 g/gün büyük bir standart sapma da bildirilmiştir. Genel olarak, ahır NH<sub>3</sub> emisyonları mera NH<sub>3</sub> emisyonlarından çok daha yüksektir. Toprak tipine, neme, sıcaklığa, rüzgar hızına ve idrar içindeki N oranı; konsantrasyonuna ve formlarına bağlı olarak NH<sub>3</sub> olarak kaybolabilir. Rasyon HP içeriğini azaltmak, muhtemelen süt sığıru gübresinden NH<sub>3</sub> emisyonunu azaltmak için etkili stratejidir, bunun nedeni dışkıdaki, özellikle idrardaki N'nin azalmasıdır ve sonuç olarak çevresel etkiyi azaltır. İdrardaki N, %52 ila %94 oranında üre olduğundan, dışkıdaki N'den daha fazla sızma ve uçucu madde kayıplarına karşı hassastır. Bu nedenle, idrardaki N atılımını azaltmak çevresel etkiyi büyük ölçüde azaltacaktır. Süt MUN değeri, idrar üre N'u için bir göstergedir. Hayvanın CA'ı, idrar üretimi, besleme ve sağım zamanı ile sıklığı dahil olmak üzere bir dizi faktörün MUN ile idrar N atılımı arasındaki ilişkiyi etkilediği gösterilmiştir. Süt MUN her 1 mg/dL'lik azalmanın gübreden kaynaklanan NH<sub>3</sub> emisyonlarında %7 ila %12'lik bir azalma ile ilişkili olduğunu hesaplamıştır.

### Azot Protoksit (Nitröz Oksit)

Süt sığırlarından gelen azotlu atıklar, genel azot protoksit (N<sub>2</sub>O) emisyonlarına doğrudan katkıda bulunabilir. Bu emisyonların 100 yıllık bir ufukta CO<sub>2</sub>'in 265 katı küresel ısınma potansiyeli olduğu tahmin edilmektedir. Ek olarak, N<sub>2</sub>O'nin dolaylı emisyonları, hayvan barınaklarından ve gübre depolamasından kaynaklanan NH<sub>3</sub> ve azot oksitlerin (NOx) atmosferik birikiminden ileri gelir. N<sub>2</sub>O'nun oluşması için gübrenin mikroorganizmalar aracılığıyla gerçekleşen çeşitli dönüşümlerden geçmesi gerekir: organik olarak bağlı N'nin amonyuma (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) hidrolizi ve mineralizasyonu, nitrifikasyonla nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) ve nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dönüşümü, denitrifikasyon yoluyla ara N<sub>2</sub>O ve nitrik oksit (NO) üretimi ve ardından anaerobik olarak elementel N'a indirgenmesidir. N<sub>2</sub>O emisyonlarını etkileyen faktörler arasında sıcaklık, nem içeriği, kolayca parçalanabilen organik karbonun mevcudiyeti ve çevrenin oksidasyon durumu yer alır.

### Uçucu Organik Bileşikler

Uçucu organik bileşiklerin (Volatile organic compounds: VOC'ler) bazıları alkoller, aldehytler, ketonlar, esterler, eterler, aromatik hidrokarbonlar ve

halojenli hidrokarbonlardır. Ancak CO<sub>2</sub>, karbon monoksit, karbonik asitler, metalik karbürler veya karbonatlar gibi karbonlu bileşik bu grup içinde değildir. Bu gazlar önemli hava kirleticileridir, çünkü oksijen ve güneş ışığının varlığında fotokimyasal dumanın bir bileşeni olan ozon oluşumuna katkıda bulunurlar. Süt sığırları üretiminde yayılan VOC'lerden biri fermente yemlerden ve gübreden gelen asetik asit; fermente yemlerden gelen asetaldehit; fermente edilmiş yemlerden, gübre çukurları ve barınaklardan gelen etanol; enterik fermentasyon ve gübreden gelen metanol; ve gübre çukurları ve barınaklardan gelen asetondur.

Silaj yapımında hızlı doldurma, yeterli paketleme ile inokulant ve prezervatiflerin (koruyucuların) kullanımı gibi iyi silaj yapım uygulamaları, fermente edilmiş yemlerden kaynaklanan VOC emisyonlarını azaltabilir. Siloların açıkta kalan yüzey alanının en aza indirilmesi, emisyonları önemli ölçüde azaltır, çünkü daha fazla emisyon, silajın havaya maruz kalmasından sonraki ilk 12 saat içinde meydana gelmektedir. Hayvan barınaklarından gelen suda çözünen VOC'lar, ahır tabanlarının suyla yıkanmasıyla azaltılabilir. Biyofiltrasyon sistemleri ayrıca, barınak veya gübre depolama sistemlerinden VOC emisyonlarını azaltma potansiyeline sahiptir. Süt işletmelerinde VOC emisyonlarını etkileyen kaynakları ve faktörleri anlamak ve ölçmek için halen gelecekte yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

### KAYNAKLAR

- Allen MS. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2000;83: 1958-1624. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75030-2.
- Allen MS, Piantoni P. Carbohydrate nutrition: managing energy intake and partitioning through lactation. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*. 2014;30(3):577-597. doi: 10.1016/j.cvfa.2014.07.004.
- Allen MS, Sousa DO, VandeHaar MJ. Equation to predict feed intake response by lactating cows to factors related to the filling effect of rations. *Journal of Dairy Science*. 2019;102(9):7961-7969. doi: 10.3168/jds.2018-16166.
- Allen MS. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*. 1997;80: 1447-1462. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76074-0.
- Appuhamy JADRN, Judy JV, Kebreab E. Prediction of drinking water intake by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2016;99(9): 7191-7205. doi: 10.3168/jds.2016-10950
- Aragona KM, Chapman CE, Pereira ABD. Parturition supplementation of nicotinic acid: effects on health of the

- dam, colostrum quality, and acquisition of immunity in the calf. *Journal of Dairy Science*. 2017;99(5): 3529–3538. doi: 10.3168/jds.2015-10598
- Bach A, Calsamiglia S, Stern MD. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*. 2005;88(Suppl 1): E9-21. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73133-7.
- Beatson PR, Meier S, Cullen NG, Eding H. Genetic variation in milk urea nitrogen concentration of dairy cattle and its implications for reducing urinary nitrogen excretion. *Animal*. 2019;13(10): 2164-2171. doi: 10.1017/S1751731119000235.
- Beauchemin KA. Invited review: Current perspectives on eating and rumination activity in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(6): 4762-4784. doi: 10.3168/jds.2017-13706.
- Block E. Transition cow research : what makes sense today ? In: *High Plains Dairy Conference*, 2010, Texas, (pp. 75–98).
- Bossaert P. The role of insulin in the energy conflict between milk production and ovarian activity during the transition period of high-yielding dairy cows. [Merelbeke, Belgium]: Ghent University. Faculty of Veterinary Medicine; 2010.
- Bossaert, P. Leroy JL, De Vlieghe S, Opsomer G. Interrelations between glucose-induced insulin response, metabolic indicators, and time of first ovulation in high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2008;91(9): 3363–3371. doi: 10.3168/jds.2008-0994.
- Caixeta LS, Omontese BO. Monitoring and improving the metabolic health of dairy cows during the transition period. *Animals (Basel)*. 2021;11(2): 352. doi: 10.3390/ani11020352.
- Calsamiglia S, Ferret A, Devant M. Effects of pH and pH fluctuations on microbial fermentation and nutrient flow from a dual-flow continuous culture system. *Journal of Dairy Science*. 2002;85(3):574-579. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74111-8.
- Cardot V, Le Roux Y, Jurjanz S. Drinking behavior of lactating dairy cows and prediction of their water intake. *Journal of Dairy Science*. 2008;91(6): 2257-2264. doi: 10.3168/jds.2007-0204.
- Chaiyabutr N. Ed., 'Milk Production - An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health'. InTech, Sep. 26, 2012. doi: 10.5772/1525.
- Cruywagen CW, Taylor S, Beya MM, Calitz T. The effect of buffering dairy cow diets with limestone, calcareous marine algae, or sodium bicarbonate on ruminal pH profiles, production responses, and rumen fermentation. *Journal of Dairy Science*. 2015;98(8): 5506-5514. doi: 10.3168/jds.2014-8875.
- Çavdar OS, Kara K. Investigation of relationship among dietary fatty acids, milk urea nitrogen and fertility problems in dairy cattle farms. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2022;11(2):201-208. doi:10.31196/huvfd.1120644
- Dai D, Kong F, Han H, et al. Effects of postbiotic products from *Saccharomyces cerevisiae* fermentation on lactation performance, antioxidant capacities, and blood immunity in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2024;12: S0022-0302(24)00987-1. doi: 10.3168/jds.2023-24435.
- Dairy Australia, Dairy and farm systems. 2021 (01/09/2024 tarihinde <https://www.dairyaustralia.com.au/feeding-and-farm-systems#.YEHkWo4zaUm> adresinden erişilmiştir)
- DeVries TJ, Gill RM. Adding liquid feed to a total mixed ration reduces feed sorting behavior and improves productivity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2012;95(5):2648-2655. doi: 10.3168/jds.2011-4965.
- de Melo Coelho L, de Figueiredo Brito L, Messana JD, et al. Effects of rumen undegradable protein sources on nitrous oxide, methane and ammonia emission from the manure of feedlot-finished cattle. *Scientific Reports*. 2022;12(1): 9166. doi: 10.1038/s41598-022-13100-9.
- de Souza RA, Tempelman RJ, Allen MS, VandeHaar MJ. Updating predictions of dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2019;102(9): 7948–7960. doi: 10.3168/jds.2018-16176.
- Dong G, Liu S, Wu Y, et al. Diet-induced bacterial immunogens in the gastrointestinal tract of dairy cows: impacts on immunity and metabolism. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2011;53(1):48. doi: 10.1186/1751-0147-53-48
- Dong L, Zhao L, Li B, et al. Dietary supplementation with xylooligosaccharides and exogenous enzyme improves milk production, energy utilization efficiency and reduces enteric methane emissions of Jersey cows. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2023;14(1): 71. doi: 10.1186/s40104-023-00873-w.
- Drackley JK. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science*. 1999;82:2259–2273. doi:10.3168/jds.s0022-0302(99)75474-3.
- Erickson PS, Kalscheur KF. Nutrition and feeding of dairy cattle. *Animal Agriculture*. 2020:157–80. doi:10.1016/B978-0-12-817052-6.00009-4
- Esposito, G. et al., 2013. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science*, pp.1–12.
- Golder HM, Rossow HA, Lean IJ. Effects of in-feed enzymes on milk production and components, reproduction, and health in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2019;102(9): 8011-8026. doi:10.3168/jds.2019-16601.
- Grant RJ. Symposium review: Physical characterization of feeds and development of the physically effective fiber system. *Journal of Dairy Science*. 2023;106(6):4454-4463. doi: 10.3168/jds.2022-22419.
- Grummer RR. Nutritional and management strategies for the prevention of fatty liver in dairy cattle. *Veterinary Journal*. 2008;176(1): 10–20. doi:10.1016/j.tvjl.2007.12.033
- Hackmann TJ. New biochemical pathways for forming short-chain fatty acids during fermentation in rumen bacteria. *JDS Communications*. 2023;5(3): 230-235. doi: 10.3168/jdsc.2023-0427.
- Hart KD, McBride BW, Duffield TF, et al. Effect of frequency of feed delivery on the behavior and productivity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*.

- 2014;97(3):1713-24. doi: 10.3168/jds.2013-7504.
- Hayirli A, Grummer RR, Nordheim EV, Crump PM. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 2002;85(12):3430-3443. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74431-7.
- Herrick KJ, Hippen AR, Kalscheur KE, et al. Lactation performance and digestibility of forages and diets in dairy cows fed a hemicellulose extract. *Journal of Dairy Science*. 2012;95(6): 3342-3353. doi: 10.3168/jds.2011-5168.
- Huzzey JM, von Keyserlingk MAG, Weary DM, Veira DM. Prepartum behavior and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. *Journal of Dairy Science*. 2007;90(7): 3220-3233. doi: 10.3168/jds.2006-807.
- IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 2013.
- Johnson WH, Gentry PA. Optimization of bovine reproduction efficiency. *Veterinary Journal*. 2000;160: 10-12. doi: 10.1053/tvj.2000.0481.
- Johnston H, Beasley L, MacPherson N. Copper toxicity in a New Zealand dairy herd. *Irish Veterinary Journal*. 2024;67(1): 20. doi: 10.1186/2046-0481-67-20
- Jorritsma R, Wensing T, Kruip TA, Vos PL, Noordhuizen JP. Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. *Veterinary Research*. 2003;34(1):11-26. doi: 10.1051/vetres:2002054.
- Kammes KL, Allen MS. Nutrient demand interacts with forage family to affect digestion responses in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2012;95(6):3269-3287. doi: 10.3168/jds.2011-5021.
- Kara K. Milk urea nitrogen and milk fatty acid compositions in dairy cows with subacute ruminal acidosis. *Veterinarni Medicina-Czech*. 2020;65: 336-345. doi:10.17221/51/2020-VETMED
- Knowlton KE, Glenn BP, Erdman RA. Performance, ruminal fermentation, and site of starch digestion in early lactation Holstein cows fed corn grain harvested and processed differently. *Journal of Dairy Science*. 1998;81(7):1972-1985. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75771-6.
- Kohn RA, Kalscheur KE, Russek-Cohen E. Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. *Journal of Dairy Science*. 2002;85(1): 227-233. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74071-X.
- Lallemand, Do you know how fiber is affecting rumen health? 2024. (01/09/2024 tarihinde <https://www.lallemandanimalnutrition.com/en/europe/resources/do-you-know-how-fiber-is-affecting-rumen-health/> adresinden erişilmiştir).
- Martin LM, Sauerwein H, Buescher W, et al. Automated gradual reduction of milk yield before dry-off: Effects on udder health, involution and inner teat morphology. *Livestock Science*. 2020;233:103942. doi: 10.1016/j.livsci.2020.103942
- Mertens DR. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1997;80(7): 1463-1481. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2.
- Mezzetti M, Minuti A, Piccioli-Cappelli F, et al. 2020. Inflammatory status and metabolic changes at dry-off in high-yield dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*. 19, 51-65. doi: 10.1080/1828051X.2019.169147
- Miller G. Buffers in Dairy Rations. Premier Magnesia. 2024. (04/09/2024 tarihinde <https://www.premiermagnesia.com> adresinden erişilmiştir)
- Montes F, Meinen R, Dell C, et al. Special topics—Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: II. A review of manure management mitigation options. *Journal of Animal Science*. 2013;91(11): 5070-5094. doi:10.2527/jas.2013-6584.
- Mwenya B, Zhou X, Santoso B, et al. Effects of probiotic-vitacogen and  $\beta$ 1-4 galacto-oligosaccharides supplementation on methanogenesis and energy and nitrogen utilization in dairy cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2004;3:349-354. doi:10.5713/ajas.2004.349
- Nalla K, Manda NK, Dhillon HS, et al. Impact of probiotics on dairy production efficiency. *Frontiers in Microbiology*. 2022;13: 805963. doi: 10.3389/fmicb.2022.805963.
- Niu M, Harvatine KJ. Short communication: The effects of morning compared with evening feed delivery in lactating dairy cows during the summer. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(1):396-400. doi: 10.3168/jds.2017-13635.
- NRC. *Mineral Tolerance of Animals: Second Revised Edition*. 2005. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11309>
- NRC. *Nutrient Requirements of Beef Cattle: Eighth Revised Edition*. 2016. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/19014>.
- NRC. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*. 2021. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25806>.
- NRC. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition*. 2001. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9825>
- Ospina PA, Nydam DV, Stokol T, Overton TR. Associations of elevated nonesterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States. *Journal of Dairy Science*. 2010;93(4):1596-1603. doi: 10.3168/jds.2009-2852.
- Owens FN, Basalan M. Ruminal Fermentation. Millen D, De Beni Arrigoni M, Lauritano Pacheco R (Ed.), *Rumenology* içinde. Springer; 2016. p. 63-102.
- Palmquist DL. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 1991;74(4):1354-1360. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78290-8.
- Sehested J, Gaillard C, Lehmann JO, et al. Review: extended lactation in dairy cattle. *Animals*. 2019;13: 65-74. doi: 10.1017/S1751731119000806.
- Sukhija PS, Palmquist DL. Dissociation of calcium soaps of long-chain fatty acids in rumen fluid. *Journal of Dairy Science*. 1990;73(7):784-1787. doi: 10.3168/jds.S0022-

0302(90)78858-3.

- Summerfield GI, De Freitas A, van Marle-Koster E, Myburgh HC. Automated cow body condition scoring using multiple 3D cameras and convolutional neural networks. *Sensors*. 2023;23(22):9051. <https://doi.org/10.3390/s23229051>
- Uyeno Y, Shigemori S, Shimosato T. Effect of probiotics/prebiotics on cattle health and productivity. *Environmental Microbiology*. 2015;30(2):126-132. doi:10.1264/jsme2.ME14176
- Voelker Linton JA, Allen MS. Nutrient demand interacts with forage family to affect intake and digestion responses in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2008;91(7):2694-2701. doi: 10.3168/jds.2007-0897.
- Vicente F, Campo-Celada M, Menéndez-Miranda M, García-Rodríguez J, Martínez-Fernández A. Effect of postbiotic supplementation on nutrient digestibility and milk yield during the transition period in dairy cows. *Animals*. 2024;14(16):2359. doi: 10.3390/ani14162359.
- Walsh SW, Williams EJ, Evans ACO. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 2011;123(3-4):127-38. doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.12.001.
- Weiss WP, Tebbe AW. Estimating digestible energy values of feeds and diets and integrating those values into net energy systems. *Translational Animal Science*. 2019;3(3):953-961. doi: 10.1093/tas/txy119
- Wilkerson VA, Glenn BP. Energy balance in early lactation Holstein cows fed corn grains harvested and processed differently. *Journal of Dairy Science*. 1997;80:2487-2496.
- Yilmaz K, Kara K. The effect of vegetable and animal oils added to different forages and concentrates on the in vitro fermentation parameters in ruminants. *Journal of Applied Animal Research*. 2022;50(1): 548-559. doi:10.1080/09712119.2022.2110502
- Zebeli Q, Aschenbach JR, Tafaj M, et al. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2012;95(3):1041-1056. doi: 10.3168/jds.2011-4421.
- Zhang J, Bu L, Liu Y, et al. Dietary supplementation of sodium butyrate enhances lactation performance by promoting nutrient digestion and mammary gland development in dairy cows. *Animal Nutrition*. 2023;15:137-148. doi: 10.1016/j.aninu.2023.08.008.
- Zhao FQ, Keating F. Expression and regulation of glucose transporters in the bovine mammary gland. *Journal of Dairy Science*. 2007;90: E76-86. doi: 10.3168/jds.2006-470.

## Bölüm 12

# Besi Sığırlarının Beslenmesi

Hıdır GÜMÜŞ<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Dünyada toplam sığır sayısı (*Bos taurus* ve *Bos indicus*) 2022 yılı verilerine göre yaklaşık 1,551 milyar baştır. Brezilya (234 milyon baş), Hindistan (193 milyon baş), Amerika Birleşik Devletleri (92 milyon baş) bu ülkeler arasında ilk üçtedir. TÜİK 2023 verilerine göre Türkiye'deki toplam büyükbaş hayvan varlığı ise 16,5 milyondur (TÜİK, 2023). Birçok gelişmiş ülkedeki bazı güçler besi eti tüketiminin artmasıyla beraber hayvan refahı, sera gazı oluşumu, ormansızlaşma ve aşırı doymuş yağ alımı gibi endişelerin arttığını dile getirmişlerdir. Ancak gelişen ekonomide kişi başına düşen gelir arttıkça ve insanların beslenme durumu iyileştikçe sığır etine olan talebin arttığı da ifade edilmiştir. Sığır eti; protein, enerji, B grubu vitaminleri gibi temel besinler ve özellikle demir (Fe) ve çinko (Zn) olmak üzere temel minerallerin önemli bir besin kaynağıdır. Hayvan besleme uzmanları dönemlerine göre dengeli bir beslemenin sığır eti üzerine olan etkileri konusunda hemfikirdirler. Böylesine besin açısından zengin bir gıdanın besin değeri düşük bitkisel materyallerden üretilebilmesi, ruminantların üretimsel başarısını açıklamaktadır.

### BESİ SİĞIRLARININ SİNDİRİM ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

Sığırların ağız çevresi geniştir ve küçük ruminantların ağız çevresindeki yarık üst dudak sığırlarda bulunmadığı için yem seçimi daha azdır. Bunun yerine bitki parçalarını kavrar ve onları parçalamak üzere kesici diş bölgelerine göndermek için kavrayıcı dillerini kullanır-

lar. Başın ani hareketleri ile çayır otlarını koparabilirler. Sığırların kalıcı diş sayıları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Sığırların kalıcı diş sayıları

	Kesici dişler (Incisors)	Ön azı dişler (Premolars)	Azı dişler (Molars)
Üst	0	3+3*	3+3
Alt	4+4	3+3	3+3

\*: sağ + sol

Yetişkin sığırlar günlük 50 ile 150 L arasında tükürük üretirler. Tükürük miktarı yemin nem içeriğine ve yemin partikül boyutuna göre farklılık gösterir. Küçük partikül boyutuna sahip konsantre yemler büyük partiküllü kaba yemlere göre kuru madde (KM) başına daha az tükürük üretme yeteneğine sahiptir. Tablo 2'de bazı yemlerin ürettiği tükürük miktarı gösterilmiştir.

Tablo 2: Rasyon çeşidinin yemlere çiğneme ile tükürük ilavesinin oranı ve yemleme dışında üretilen tükürük miktarı

Rasyon tipi	Yemleme boyunca üretilen tükürük miktarı (mL/g yem KM)	Geri kalan zamanda tükürük miktarı
Silaj	4,43	100 ml/dk = 144 L/gün
Toplam karma yem (TMR)	3,18	
Konsantre yemler	1,19	

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

Melas	0,70	Başlangıç CA	431
Tuz	0,30	Besi sonu CA	621
Mineral premiksi	0,07	GCAA	1,70 kg/gün
Vitamin A <sup>3</sup>	0,08	-----	-----
HP: %11,40; ADF: %8,49; NDF: %17,71; Ca: %0,71; P: %0,44; NE <sub>yp</sub> : 2,07 Mcal/kg; NE <sub>CAK</sub> : 1,31 Mcal/kg		<b>Melez kısırlaştırılmış Angus × Hereford erkek besi sığırı</b>	
Başlangıç CA	351 kg	<b>Rasyon içeriği</b>	<b>%, KM bazında</b>
Besi sonu CA	606,2 kg	Mısır Flake	19
GCAA	1,95 kg/gün	Mısır Ezme	13,3
		SFK	11,8
		Mısır silajı	40
		Buğday samanı	13,9
		Mineral- Vitamin	1,33
		Üre	0,67
		HP: %14,30; NDF: 31,21; NEm: 1,76 Mcal/kg; NEg: 1,13 Mcal/kg	
		Başlangıç CA	386,4 kg
		Besi sonu CA	523,5 kg
		GCAA	1,58 kg/gün

## KAYNAKLAR

- Agricultural and Food Research Council (AFRC). *Energy and Protein Requirements of Ruminants*. Wallingford, UK: CAB International; 1993.
- Agricultural Research Council (ARC). *The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock*. London, UK: Agricultural Research Council, and the Gresham Press; 1980.
- Baker F. *Running a Small Beef Herd*. 3<sup>rd</sup> Ed. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing; 2008.
- Bures D, Barton L. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech Journal of Animal Science*. 2012; 57: 34-43.
- Cabezas-Garcia E, Lowe D, Lively F. Energy requirement of beef cattle: Current energy systems and factors influencing energy requirements for maintenance. *Animals*. 2021; 11:1642
- Campos Valadres Filho S, Marcondes ML, Chizzotti ML et al. *Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle BR-CORTE*. 3rd Ed. Viçosa, Brazil: Suprema Grafica Ltda; 2010.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). *Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants*. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing; 2007.
- Cottle D, Kahn L. *Beef Cattle Production and Trade*. Australia: CSIRO Publishing; 2014.
- Devant M, Marti S, Bach A. Effects of castration on eating pattern and physical activity of Holstein bulls fed high-concentrate rations under commercial condition. *Journal of Animal Science*. 2012; 90: 4505-4513.
- Drouillard JS. Current situation and future trends for beef production in the United States of America-A review. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 2018; 7: 1007-1016.
- Gillespie JR, Flanders FB. *Modern Livestock and Poultry Production*. 8th edition. NY, USA: Delmar Publisher; 2010.
- Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). *INRA Feeding System for Ruminants*. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers; 2018.
- Kirkland RM, Keady TWJ, Patterson DC, et al. The effect of slaughter weight and sexual status on performance characteristics of male Holstein-Friesian cattle offered a cereal-based diet. *Animal Science*. 2006; 82: 397-404.
- Herold D. Successful Creep Feeding Management. L (01.09.2024 tarihinde <https://limousin365.com/2018/08/successful-creep-feeding-management/adresinden alınmıştır>.)
- Hynd PI. *Animal Nutrition From Theory to Practice*. Australia: CSIRO Publishing; 2019.
- Melton BM, Winders T, Boyd BM, et al. Impact of shade on performance, body temperature, and heat stress of finishing cattle in Eastern Nebraska. In: *10<sup>th</sup> International Livestock Environment Symposium (ILES X)*, 25-27 September, 2018, Omaha, Nebraska, USA, (pp. 1-9).
- National Research Council (NRC). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 8th ed. Washington, DC, USA: National Academic Press; 2000.
- Nusri-un J, Kabsuk J, Binsulong B, et al. Effects of cattle breeds and dietary energy density on intake, growth, carcass, and meat quality under Thai feedlot management system. *Animals*. 2024; 14: 1186.



- Perry TW, Cecava MJ. *Beef Cattle Feeding and Nutrition*. 2nd Ed. United Kingdom: Academic press; 1995.
- Pogorzelska-Pryzbylek P, Nogalski Z, Sobczuk-Szul M, et al. The effect of gender status on the growth performance, carcass and meat quality traits of young crossbred Holstein-Friesian×Limousin cattle. *Animal Bioscience*. 2021; 34: 914-921.
- Puzio N, Purwin C, Nogalski Z, et al. The effects of age and gender (bull vs steer) on the feeding behavior of young beef cattle fed grass silage. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 2019; 8: 1211-1218.
- Rutherford NH, Lively FO, Arnott G. A review of beef production systems for the sustainable use of surplus male dairy-origin calves within the UK. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021; 8: 635497
- Schwartzkopf-Genswein KS, Atwood S, McAllister TA. Relationships between bunk attendance, intake and performance of steers and heifers on varying feeding regimes. *Applied Animal Behaviour Science*. 2002; 76: 179-188.
- The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine (NASEM). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 8th ed Washington, DC, USA: National Academic Press; 2016.
- TÜİK. *Hayvansal üretim İstatistikleri*. [Online] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-uretim-istatistikleri-2023-49681&dil=1>. [Erişim: 10.09.2024].
- Wang H, He Y, Li H, et al. Rumen fermentation, intramuscular fat fatty acid profiles and related rumen bacterial populations of Holstein bulls fed diets with different energy levels. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2019: 103;4931-4942.

## Bölüm 13

# Koyun ve Keçi Besleme

Hasan Hüseyin ŞENYÜZ<sup>1</sup>

### KOYUN BESLEME

Koyunlar ruminant (geviş getiren) hayvanlar grubundadır. Bu bakımdan beslenmelerinde bu durum dikkate alınarak yapılmalıdır. Beslenmelerinde hem kaba yem hem de konsantre yem rasyonlarına dahil edilmelidir. Ancak etçi veya sütçü sığırlardan farklı olarak genellikle ülkemizde koyunlar, ekstansif besleme yapılır. Koyunculuk ekonomik olması, gebelik süresinin sığira göre kısa olması, bir doğumdan birden fazla yavrulama oranının yüksek olması sebebiyle daha kazançlı bir hayvancılık faaliyetidir. Ruminant olmaları, sürü halinde yetiştirilmeleri ve sağlık sorunları nedeniyle meraya bağımlı hayvanlardır. Yani koyunlar yaşamlarının önemli bir kısmını merada geçirirler. Özellikle ayak ve tırnak problemleri sebebiyle merada otlamaları daha uygundur.

Ülkemiz toprakları göz önüne alındığında koyunculuk yapmaya oldukça elverişli olduğu görülmektedir. Geniş otlak ve meralara sahip olması ve yayla kültürü sebebiyle ülkemizin birçok bölgesinde koyunculuk yapılmaktadır. Özellikle yüksek rakımlı yayla ve meralara sahip olan Doğu Anadolu bölgesinde daha yaygın bir faaliyet olarak karşımıza çıkar. Meralarımızın geniş olması koyunculüğün mükemmel olarak yapılacağı anlamına gelmez. Mevcut otlak ve meraların rehabilite edilmesi, otlatma kurallarına uyulması ve mera tecavüzlerine fırsat verilmemesi gerekir. Bu durumlar meraların azalmasının yanında fakirleşmesini ve vasfının kaybolmasına sebep olmaktadır.

Koyunlardan et, süt, yapağı ve deri gibi hayvansal ürünler elde edilir. Bu ürünler insanlar tarafından beslenme ve eşya yapımı amaçlı kullanılır. Bu ürünlerden et ve süt beslenme amaçlı kullanılırken, yapağı ve deri ise giyim ve çeşitli eşya yapımında kullanılır.

Koyun eti içerdiği zengin ve dengeli besin maddeleri sayesinde insan beslenmesinde önemli yer tutar. Dünyada toplam 1,3 milyar koyun ve 1,1 milyar keçi varlığı bulunmakta olup üretilen toplam kırmızı etin % 11'i koyun etinden, % 7'si keçi etinden karşılanır. Bu durum Türkiye'de 2023 yılı itibari ile 44 milyon koyun ve 11 milyon keçi varlığına karşın üretilen kırmızı etin % 23'ü koyun etinden ve % 5'i keçi etinden karşılanır. Türkiye şartlarında et ihtiyacının belli bir miktarının koyun etinden karşılanması sürdürülebilir et ihtiyacı için önemlidir. Alışkanlıklar ve kültürel farklılıklar sebebiyle koyun eti tüketiminin azalması et ihtiyacının karşılanmasında problemler doğurmaktadır.

Koyun sütü, koyun etinde olduğu gibi insanların beslenmesinde önemli yer tutar. İçerisindeki esansiyel yağ asitlerinin yapısından dolayı yeni doğan ve geriatrik insanların beslenmesinde önem kazanmaktadır. Koyun sütü içme sütü olarak tüketilebileceği gibi, yoğurt ve peynir olarak da tüketilebilir. Türkiye'de en yaygın tüketim şekli peynirdir. Yöresel ve meşhur olan peynir çeşitlerinin birçoğu koyun sütünden yapılmaktadır.

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., hasansenyuzvet@yahoo.com, ORCID iD: 0000-0002-3695-1794

## Oğlak, Damızlık Keçi ve Tekelerin Beslenmesi

Oğlaklar kuzulara oranla daha düşük canlı ağırlığa sahiptir. Bu yüzden besin madde ihtiyacı kuzulara oranla daha düşük olur. Ancak oğlakların beslenmesi kuzuların beslenmesi ile aynı şekilde yapılır. Herhangi bir fark bulunmamaktadır. CA farkından dolayı KM ve besin madde tüketimi kuzulara oranla biraz daha düşük olur. Erkek oğlaklar süten kesimden sonra erkek kuzuların beslenmesi ile aynı, dişi oğlaklar ise dişi kuzuların beslenmesi ile aynı şekildedir. Aynı şekilde damızlık keçilerin, aşım sezonundaki keçilerin ve tekelerin beslenmesi koyunlar ile aynıdır. Bu bölümler için koyun besleme bölümüne bakınız.

## KAYNAKLAR

Abdullah MF. Study of milk yield and some of its chemical components and its relationship with lambs growth of Awassi sheep. *Journal of Agricultural, Environmental and Veterinary Science*. 2023; 7(1): 76-87. doi: 10.26389/AJSRPJ201022

Achkakanova E, Staykova G. Evaluation of the main productive traits of Ile de France sheep in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019; 25(1): 69-72.

Akçapınar H, Özbeyaz C. *Hayvan yetiştiriciliği temel bilgiler*, Ankara: Medisan Yayınevi; 2021.

Aksu T, Baytok E, Karlı MA, et al. Effects of formic acid, molasses and inoculant additives on corn silage composition, organic matter digestibility and microbial protein synthesis in sheep. *Small Ruminant Research*. 2006; 61(1): 29-33.

Aktaş AH, Dursun Ş, Halıcı İ, et al. Orta anadolu merinosu kuzuların yetiştirici şartlarında büyüme ve yaşama gücü özellikleri. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 2016; 56 (1): 13-19.

Alaşam E. *Evcil hayvanlarda doğum ve infertilite*. Ankara: Medisan Yayınevi; 2010.

Al-Moman AQ, Ata M, Al-Najjar,KA. Evaluation of weight and growth rates of Awassi sheep lambs. *Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences*. 2020; 5(3): 26-32.

Aloueedat MK, Obeidat BS, Awawde MS. Effects of partial replacement of conventional with alternative feeds on nutrient intake, digestibility, milk yield and composition of Awassi ewes and lambs. *Animals*. 2019; 9(9): 684. doi:10.3390/ani9090684

Anonim. Milchaustauscher – worauf ist beim kauf zu achten? 2013. (14.08.2024 tarihinde <http://www.lksh.de> adresinden ulaşılmıştır).

Asadian A. Mézes M. Effects of vitamins A and E supplementation on vitamins A and E status of blood plasma, liver and tail fat of fat-tailed sheep. *Small Ruminant Research*. 1996; 23(1): 1-6.

Ataollahi F, McGrath S, Friend M, ve ark. Evaluating the effect of calcium, magnesium and sodium supplementa-

tion of Merino ewes on their lambs' growth. *Australian Veterinary Journal*. 2023; 101(10): 391-396.

Barillet F, Marie C, Jacquin M, et al. The French Lacaune dairy sheep breed: use in France and abroad in the last 40 years. *Livestock Production Science*. 2001; 71(1): 17-29. doi: 10.1016/S0301-6226(01)00237-8

Baş S, Kutlar A, Tunaz AT. Kilis keçilerinde süt verimi ve meme sarkıklığı arasındaki ilişkiler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. 2023; 26(3): 692-701. doi: 10.18016/ksutarimdog. vi.1139351

Başpınar H, Uludağ N, Yorul O, et al. İthal etçi koyun ırklarının yarı-entansif koşullarda verim performansları ve adaptasyon kabiliyetleri. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 1991; 31(1-2): 52-70.

Behrem S, Tuncer SS, Şenyüz HH. Comparison of reproductive performance, live weight, survivability, and fleece characteristics of indoor-raised Central Anatolian Merino and Malya sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2022; 51: e20210036. doi: 10.37496/rbz5120210036

Bencini R. Factors affecting the clotting properties of sheep milk. *J Sci Food Agric*. 2002; 82(7):705-719. doi: 10.1002/jsfa.1101

Biçer O, Keskin M, Gül S, et al. Comparison of yield characteristics of brown and black headed Awassi sheep. *Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences*. 2019; 24(1): 58-61.

Blum JW, Hammon H. Colostrum effects on the gastrointestinal tract, and on nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves. *Livestock Production Science*. 2000; 66(2): 151-159. doi. 10.1016/S0301-6226(00)00222-0

Bolacalı M, Öztürk Y, Yılmaz O, et al. Effect of non-genetic factors on the reproductive performance and milk yield characteristics of Hair goats. *Kocatepe Veterinary Journal*. 2019; 12(1): 52-61. doi: 10.30607/kvj.472839

Cannas A. *Energy and protein requirements. In dairy sheep nutrition*. (pp. 31-49). Wallingford UK: CABI Publishing; 2004.

Casas E, Freking BA, Leymaster KA. Evaluation of Dorset, Finnsheep, Romanov, Texel, and Montadale breeds of sheep: II. Reproduction of F1 ewes in fall mating seasons. *Journal of Animal Science*. 2004; 82(5): 1280-1289. doi. 10.2527/2004.8251280x

Ceyhan A, Avcı M, Tanrıku MM, et al. The effect of different management systems on milk yield and milk quality in Awassi sheep. *Archives Animal Breeding*. 2022; 65(4): 407-416. doi: 10.5194/aab-65-407-2022

Ceyhan A, Şekeroğlu A, Duman M. Some reproductive traits and lambs growth performance of Akkaraman sheep raised in Niğde province. *Turkish J. of Agr. Food Sci. and Tech*. 2019; 7(10): 1509-1514. doi: 10.24925/turjaf. v7i10.1509-1514.2249

Crepaldi P, Corti M, Cicogna M. Factors affecting milk production and prolificacy of Alpine goats in Lombardy (Italy). *Small Ruminant Research*. 1999; 32(1): 83-88. doi: 10.1016/S0921-4488(98)00156-4

Daş A, Kahraman M, Güngören G, et al. Milk yield and milk quality characteristics of Awassi sheep under semi-intensive conditions. *Journal of Advances in VetBio Scien-*

- ce and Techniques*. 2022; 7(1): 62-71. doi: 10.31797/vetbio.1000968
- Daşkıran İ, Yılmaz A, Günbey VS. Yetiştirici koşullarındaki kilis keçilerinin laktasyon süt verimi ve süt kalite özellikleri üzerine bir çalışma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2022; 19(3): 678-687. doi: 10.33462/jotaf.1059728
- Dikmen S, Turkmen II, Ustuner H, et al. Effect of weaning system on lamb growth and commercial milk production of Awassi dairy sheep. *Czech Journal of Animal Science*. 2007; 52(3), 70-76.
- Dönmez N, Karşlı MA, Çınar A, et al. The effects of different silage additives on rumen protozoan number and volatile fatty acid concentration in sheep fed corn silage. *Small Ruminant Research*. 2003; 48(3): 227-231. doi: 10.1016/S0921-4488(03)00017-8
- Dursun N. *Veteriner Anatomi II*. Ankara: Medisan Yayınevi; 2000.
- Elia JV. Some factors affecting milk production and its components and some growth traits of local Awassi sheep. *J. of Research in Ecology*. 2018; 6(2): 2169-2175.
- Erol H, Akçadağ Hİ, Ünal N, et al. Ankara keçilerinde süt verimi ve oğlaklarda büyümeye etkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2012; 59(2): 129-134.
- Erol H, Özdemir P, Odabaş E, et al. Enstitü ve yetiştirici elinde korunan Ankara keçilerinde çeşitli verim özelliklerinin araştırılması. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 2017; 57(1): 1-12.
- Evcı Ş, Karşlı MA. Determinating the relationship between starch level and acidosis in high starch containing diets in lambs. *Large Animal Review*. 2024; 30(3): 137-144.
- FAO. Food and Agriculture Organisation Statistics 2024. (14/08/2024 tarihinde <https://www.fao.org/statistics/en> adresinden ulaşılmıştır).
- Freking BA, Leymaster KA. Evaluation of Dorset, Finnsheep, Romanov, Texel, and Montadale breeds of sheep: IV. Survival, growth, and carcass traits of F1 lambs. *Journal of Animal Science*. 2004; 82(11): 3144-3153. doi: 10.2527/2004.82113144x
- Güngör ÖF, Özbeyaz C, Ünal N, et al. Evaluation of genotype and nongenetic effects on some production traits: Comparison of Akkaraman and Bafra x Akkaraman B 1 sheep genotypes. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2022; 46(5): 755-763. doi: 10.55730/1300-0128.4250
- Hadjigeorgiou I, Dardamani K, Goulas C, et al. The effect of water availability on feed intake and digestion in sheep. *Small Ruminant Research*. 2000; 37(1-2): 147-150. doi: 10.1016/S0921-4488(99)00142-X
- Hanoğlu Oral H, Kecici PD, Alaturk F, et al. Carcass Characteristics and Meat Quality of Karacabey Merino lambs Reared under Triticale and Oat Pastures Compared with Stall-Fed Lambs. *Animals*. 2023; 13: 3322. doi: 10.3390/ani13213322
- Herbster CJ, Abreu ML, Brito Neto AS, et al. Macromineral requirements for maintenance and growth in male and female hair sheep. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023; 10: 1032429. doi: 10.3389/fvets.2023.1032429
- Issakowicz J, Bueno MS, Sampaio ACK, et al. Effect of concentrate level and live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on Texel lamb performance and carcass characteristics. *Livestock Science*. 2013; 155(1): 44-52. doi: 10.1016/j.livsci.2013.04.001
- İnal Ş, Coşkun B, Dinç DA, et al. Reproductive parameters of primiparous Awassi sheep and mortality rates of their lambs in steppe climates. *Journal of Livestock Science*. 2021; 12: 262-267. doi: 10.33259/JLivestSci.2021.262-267
- Jones C, Heinrichs J. Early weaning strategies. The Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension. 2007. (14/08/2024 tarihinde <https://extension.psu.edu/photos-of-rumen-development> adresinden ulaşılmıştır).
- Jones CM, Heinrichs J. Feeding the newborn dairy calf. PennState Extension. 2024. (14/08/2024 tarihinde <https://extension.psu.edu/feeding-the-newborn-dairy-calf> adresinden ulaşılmıştır).
- Kader Esen V, Esen S, Karadağ O et al. Slaughter and carcass characteristics of Kıvrıkcık, Karacabey Merino, Ramlıç, GermanBlack-Head Mutton x Kıvrıkcık and Hampshire Down x Merino crossbreed lambs reared under intensive conditions. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2020; 44 (6): 1155-1163. doi: 10.3906/vet-2006-24
- Kader Esen V, Karadağ O, Elmacı C, et al. Comparison of nonlinear models for predicting live weight growth curves in lamb production of Kıvrıkcık and Karacabey Merino. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2024; 48(3): 126-137. doi: 10.55730/1300-0128.4346
- Kahraman M, Özkul BY. Akkaraman, Bafra ve Bafra x Akkaraman F1 koyunlarda süt verimi ve bazı süt kalitesi özellikleri. *Eurasian J Vet Sci*. 2020; 36(2): 86-95. doi: 10.15312/EurasianJVetSci.2020.264
- Kaygısız A, Dağ B. Elit İvesi koyunlarında meme tipinin ve bazı çevre faktörlerinin süt verimine etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*. 2017; 20(4): 344-349. doi: 10.18016/ksudobil.285944
- Kelay A, Assefa A. Causes, control and prevention methods of pregnancy toxemia in ewe: A Review. *Journal of Life Science and Biomedicine*. 2018; 8(4): 69-76.
- Keskin M, Avşar YK, Biçer, O, et al. A Comparative Study on the Milk Yield and Milk Composition of Two Different Goat Genotypes under the Climate of the Eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2004; 28: 531-536.
- Keskin M, Gül S, Biçer O, et al. Some reproductive, lactation, and kid growth characteristics of Kilis goats under semiintensive conditions. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2017; 41: 248-254. doi: 10.3906/vet-1604-33
- Kırbaş M, Bülbül B, Kal Y, Some reproductive traits in Central Anatolian Merino sheep under breeder conditions. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*. 2022; 7(1): 14- 18. doi: 10.31797/vetbio.1018631
- Klir Ž, Potočnik K, Antunović Z, et al. Milk production traits from alpine breed of goats in Croatia and Slovenia. *Bulg. J. Agric. Sci*. 2015; 21: 1064-1068.
- Kocakaya A, Güngör ÖF, Ünal N, et al. Some results of reproductive traits and milk yield of Akkaraman sheep

- under selection for fertility and milk yield. 4th International Congress on Advances of Veterinary Sciences and Techniques (ICAVST), July 10-14, 2019, Kiev/ Ukraine (pp.17-21).
- Komara M, Boutinaud M, Chedly HB, et al. Once-daily milking effects in high-yielding Alpine dairy goats. *Journal of Dairy Science*. 2009; 92(11): 5447-5455. doi: 10.3168/jds.2009-2179
- Köse S, Şehu A. Süt ikame yemi. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*. 2020; 11(1): 27-37.
- Laleva S, Slavova P, Ivanova T, et al. Phenotypic characteristics of breeding traits in Ile de France sheep. *Zhivotnovadni Nauki*. 2020; 57(3): 23-30.
- Leeds TD, Notter DR, Leymaster KA, Mousel MR, & Lewis, GS. Evaluation of Columbia, USMARC-Composite, Suffolk, and Texel rams as terminal sires in an extensive rangeland production system: I. Ewe productivity and crossbred lamb survival and preweaning growth. *Journal of Animal Science*. 2012; 90(9): 2931-2940. doi: 10.2527/jas.2011-4640
- Liesegang A, Risteli J. Influence of different calcium concentrations in the diet on bone metabolism in growing dairy goats and sheep. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2005; 89(3-6): 113-119. doi: 10.1111/j.1439-0396.2005.00548.x
- Mata F. Historical review of the stratified british sheep production system. *Reviews in Agricultural Science*. 2023; 11: 217-233. doi: 10.7831/ras.11.0\_217
- McKusick BC, Thomas DL, Berger YM. Effect of weaning system on commercial milk production and lamb growth of East Friesian dairy sheep. *Journal of Dairy Science*. 2001; 84(7): 1660-1668. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74601-2
- Milani FX, Wendorff WL. Goat and sheep milk products in the United States (USA). *Small Ruminant Research*. 2011; 101(1-3):134-139. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.09.033
- Mioč B, Prpić Z, Vnučec I, et al. Factors affecting goat milk yield and composition. *Mljekarstvo*. 2008; 58(4): 305.
- Mohebbi-Fani M, Mirzaei A, Nazifi S, et al. Changes of vitamins A, E, and C and lipid peroxidation status of breeding and pregnant sheep during dry seasons on medium-to-low quality forages. *Tropical Animal Health and Production*. 2012; 44: 259-265. doi: 10.1007/s11250-011-0012-1
- Nedelkov K, Chen XJ, Martins CMMR, et al. Alternative selenium supplement for sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 2020; 261: 114390. doi: 10.1016/j.anifeeds.2020.114390
- Oravcova M. Genetic evaluation for milk production traits in Slovakian Lacaune sheep. *Slovak Journal of Animal Science*. 2007; 40(4): 172-179.
- Önal M. Şam Keçisi ile Türk Saanen keçilerinin Çanakkale koşullarında performanslarının karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. 2016; Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özdemir F, Keskin M. Kilis ve Gaziantep illerinde yetiştirilen Kilis keçilerinin bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler bakımından karşılaştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2018; 23(1): 115-123.
- Pala F, Gülşen N. Türkiye Yerli Koyun Irklarında Yapılan Bazı Kuzu Besi Çalışmaları. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*. 2021; 10(1): 87-102.
- Panayotov D, Sevov S, Georgiev D. Milk yield and morphological characteristics of the udder of sheep from the breed Lacaune in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018; 24(1): 95-100.
- Pollott GE, Gootwine E. Reproductive performance and milk production of Assaf sheep in an intensive management system. *Journal of Dairy Science*. 2004; 87(11): 3690-3703. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73508-0
- Puppel K, Gołębiewski M, Grodkowski G, et al. Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: A review. *Animals*. 2019; 9(12): 1070. doi: 10.3390/ani9121070
- Reece WO. (2008). *Veteriner fizyoloji*. (Türkçe Çeviri 1. Baskı). Malatya: Medipres Yayınevi, 2008. p. 555-589.
- Robles Jimenez LE, Angeles Hernandez JC, Palacios C, Aet al. Milk production of Lacaune sheep with different degrees of crossing with Manchega sheep in a commercial flock in Spain. *Animals*. 2020; 10(3): 520. doi: 10.3390/ani10030520
- Rovai M, Such X, Piedrafita J, et al. Evolution of mammary morphology traits during lactation and its relationship with milk yield of Manchega and Lacaune dairy sheep. *Publication-European Association for Animal Production*. 1999; 95: 107-112.
- Salman M, Khnissi S, Souf IB, et al. Evaluation of performance and estimation of genetic parameters for milk yield and reproductive traits in Awassi and Asaf sheep breeds and crosses in the Palestinian territory. *Tropical Animal Health and Production*. 2024; 56(8): 297. doi: 10.1007/s11250-024-04146-0
- Schoeman SJ, Visser JA. Water intake and consumption in sheep differing in growth potential and adaptability. *South African Journal of Animal Science*. 1995; 25(3): 75-79.
- Serradilla JM. Use of high yielding goat breeds for milk production. *Livestock Production Science*. 2001; 71(1): 59-73. doi: 10.1016/S0301-6226(01)00241-X
- Sezenler T, Soysal D, Yildirim M, et al. Karacabey Merinos koyunların kuzu verimi ve kuzularda büyüme performansı üzerine bazı çevre faktörlerinin etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2013; 10(1): 40-47.
- Shrestha JNB, Vesely JA, Chesnais JP. Genetic and phenotypic parameters for daily gain and body weights in Suffolk lambs. *Canadian Journal of Animal Science*. 1985; 65(3): 575-582. doi: 10.4141/cjas85-068
- Simeonov M, Harmon DL, Stoicheva I. Influence of body condition on milk production and metabolic profile in Assaf Sheep. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2023; 13(3): 475-483.
- Sousa DL, Marcondes MI, Silva LP, et al. Macromineral and trace element requirements for Santa Ines sheep. *Scientific Reports*. 2021; 11(1): 12329. doi: 10.1038/s41598-021-91406-w
- Stewart WC, Scasta JD, Taylor JB, et al. Invited Review: Mineral nutrition considerations for extensive sheep production systems. *Applied Animal Science*. 2021; 37(3):

- 256-272. doi: 10.15232/aas.2021-02143
- Şahin Ö. Evaluation of some factors on birth and weaning weights in Awassi sheep by using GLM and CART analysis. *Tropical Animal Health and Production*. 2022; 54(6): 400. doi: 10.1007/s11250-022-03405-2
- Şenyüz HH, Karslı MA, Erat S, et al. Patates posası silajının kuzularda performans üzerine etkisi. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 2019; 59(1): 19-24.
- Şenyüz HH, Ünay E, Erişek A, et al. The conservation method effects of the barley-vetch mixture planted together on the performance of pregnant ewes. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2022; 46(2): 218-225. doi: 10.55730/1300-0128.4169
- Şenyüz HH. Fertility, live weight, survival rate, greasy fleece weight, and quality traits of angora goats in Turkey. *Small Ruminant Research*. 2021; 197: 106332. doi: 10.1016/j.smallrumres.2021.106332
- Şenyüz HH. Kuzu ve buzağularda süzek yemleme uygulamalarının yararları. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*. 2020; 9(1): 39-46.
- Thomas DL, Berger YM, McKusick BC. Effects of breed, management system, and nutrition on milk yield and milk composition of dairy sheep. *Journal of Animal Science*. 2001; 79(suppl\_E): E16-E20.
- Tuncer ŞD, Çolpan İ, Yalçın S, et al. *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*. Ergün A (ed.) Ankara: 2020. p. 309-363.
- TÜİK (2024). Türkiye İstatistik Kurumu, Hayvancılık İstatistikleri 2024. (14.08.2024 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> adresinden ulaşılmıştır).
- Vázquez-Armijo JF, Rojo R, López D, et al. Trace elements in sheep and goats reproduction: A review. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 2011; 14(1): 1-13.
- Yakan A, Ünal N, Dalcı MT. Ankara şartlarında Akkaraman, İvesi ve Kıvırcık ırklarında döl verimi, büyüme ve yaşama gücü. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 2012; 52(1): 1-10.
- Yılmaz O, Sezenler T, Alarslan E, et al. Karacabey Merinosu, Karya ve Kıvırcık kuzularda süttten kesim döneminde kabuk yağı kalınlığı ve Musculus longissimus dorsi thoracis et lumborum (MLD) derinliğinin ultrason ölçümleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2014; 20(6): 829-834. doi: 10.9775/kvfd.2014.10859
- Yokus B, Cakir DU, Kanay Z, et al. Effects of seasonal and physiological variations on the serum chemistry, vitamins and thyroid hormone concentrations in sheep. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 2006; 53(6): 271-276.
- Zamuner F, DiGiacomo K, Cameron AWN, et al. Effects of month of kidding, parity number, and litter size on milk yield of commercial dairy goats in Australia. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(1): 954-964. doi: 10.3168/jds.2019-17051
- Zhang H, Sun LW, Wang ZY, et al. Energy and protein requirements for maintenance of Hu sheep during pregnancy. *Journal of Integrative Agriculture*. 2018; 17(1): 173-183. doi: 10.1016/S2095-3119(17)61691-5

## Bölüm 14

# Ruminantlarda Beslenme Hastalıkları

Habip MURUZ<sup>1</sup>  
Zehra SELÇUK<sup>2</sup>

### GİRİŞ

Ruminantlarda (süt ineği, koyun, keçi) yaygın görülen metabolik hastalıklar başlıca enerji, mineral ve vitamin metabolizması ile ilişkilidir. Ruminantlarda bozulan homeostatik mekanizmalar genellikle metabolik hastalıkların başlıca nedenidir. Metabolik hastalıklar birbirleri ile ilişkili olduklarından fizyopatolojilerinin iyi anlaşılması, gerek tedavi protokollerinin belirlenmesinde gerekse koruyucu önlemlerin alınmasında büyük önem taşır. Örneğin rasyonun enerji yoğunluğu ve nötür deterjan lif (NDF) düzeyi arasında ters bir ilişki mevcut olduğundan enerji metabolizmasındaki aksaklıklara bağlı gelişen hastalıkların bazıları (abomasum deplasmanı, rumen asidozisi/asidozu, laminitis, süt yağı depresyonu) düşük selüloz tüketimiyle bazıları (yağlı karaciğer sendromu ve ketozis) ise etkilenen hayvanlarda değişen lipit metabolizması ile yakından ilişkilidir.

Metabolik hastalıkların tedavi giderleri, bu hastalıklara bağlı gelişen verim kayıpları (süt ve yavru) ve diğer hastalıkların görülme riskindeki artış ciddi ekonomik kayıplara sebep olabilmektedir. Beslenmeyle ilişkili olarak yaygın görülen metabolik hastalıklar;

1. Enerji metabolizması ile ilgili olanlar
2. Yetersiz NDF tüketimi ya da rasyon partikül boyutu ile ilgili olanlar
3. Mineral metabolizması ile ilgili olanlar
4. Beslenmeyle ilişkili diğer metabolik bozukluklar
5. Yem kaynaklı kimyasal tehlikeler (antinutrisyonel

bileşikler, toksinler) ile ilgili olanlar, olarak sınıflandırılabilir.

Ruminantlar, otlama alışkanlıkları ve kontamine yemlere maruz kalmaları nedeniyle toksik bitkileri ve mikotoksinleri alma riski altındadır. Bu durumun epidemiyolojisini ve patofizyolojisini anlamak gerek koruyucu önlemleri almak ve gerekse hayvan sağlığını ve verimliliğini desteklemek için önemlidir.

### ENERJİ METABOLİZMASI İLE İLGİLİ HASTALIKLAR

Modern süt yönlü işletmelerde sürüler genetik potansiyeli yüksek ineklerden oluşmaktadır. Yüksek süt verimi kapasitesine sahip ineklerin laktasyon dönemlerinde enerji ve besin madde gereksinimlerinin yeterli ve dengeli bir şekilde karşılanması ve optimum kuru madde (KM) tüketimlerinin sağlanması gerekir. Özellikle laktasyon başlangıcında süt ineğinin ihtiyacı olan enerjinin yeterli düzeyde sağlanamaması yağ dokusunun mobilizasyonuna yol açar. Bu mobilizasyon süt verimi, enerji yetersizliğinin şiddeti ve buzağılama sırasında ineğin vücut kondüsyon skoru (VKS) ile yakından ilişkilidir. Bununla beraber, laktasyon başlangıcında meme bezinin metabolik önceliği süt ineğinin ciddi metabolik stres yaşamasına neden olur. Bu durum, laktasyonun ilk haftalarında (fresh dönemde) hipokalsemi, ketozis, hepatik lipidoz, abomasum dep-

<sup>1</sup> Doç.Dr. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., habip.muruz@omu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-1975-4545

<sup>2</sup> Prof.Dr. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., zselcuk@omu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6060-4514

yemlerde ve dokularında, sütte ve süt ürünlerinde ortaya çıkabilir. Aflatoksinler bağırsakta hızla emilerek karaciğere taşınır ve burada toksik etkilerini gösterirler. Aflatoksinler, insanlar da dahil olmak üzere çeşitli türlerde hepatotoksik, immüno-supresif, mutajenik, teratojenik ve kanserojen etki gösteren toksik bileşiklerdir.

Okratoksin A, *Aspergillus* ve *Penicillium*'un çeşitli türleri tarafından üretilir ve nefrotoksik ve immüno-supresif özelliklere sahiptir. Okratoksin A, oldukça güçlü olmasına rağmen, rumende protozoa tarafından daha az aktif bileşiklere dönüştürüldüğü için ruminantlar üzerinde nadiren olumsuz etkiler gösterir.

Okratoksin A, iyi kurutulmamış başlıca mısır, arpa, yulaf, çavdar ve buğdayda depolama sırasında oluşur. Hayvan türlerinde neden olduğu en hassas ve dikkat çekici etki böbrek hasarıdır, ancak toksin ayrıca fetal gelişim ve bağışıklık sistemi üzerinde de etkilere sahip olabilir.

Yemlerdeki mikotoksinler çeşitli organlarda akut veya kronik etkilere neden olabilir. Kronik zehirlenme ve karaciğer hasarı riski daha yüksektir. Hasarın belirleyici parametreleri arasında maruz kalma süresi, tür, yaş, hayvanların sağlık ve beslenme durumu ve mevcut mikotoksinlerin konsantrasyonu yer almaktadır. Kronik zehirlenme hem aflatoksin B1 hem de süttten elde edilen metaboliti M1'in insanlarda kanserojen olması ve ayrıca buzağularda bağışıklık baskılanmasından dolayı süt ineklerinde halk sağlığı açısından özellikle endişe vericidir.

Dokular veya organlar üzerindeki belirli etkilerin ötesinde, mikotoksinler nadiren akut zehirlenmelere yol açar ve ruminantlardaki semptomlar genellikle spesifik değildir. Görünür bir neden olmaksızın üretim veya tüketimde azalma, hastalıklara karşı artan duyarlılık, üreme performansının kötüleşmesi, yemdeki mikotoksinlerin varlığından kaynaklanabilir, ancak çoğu zaman tanı doğru şekilde yapılmazsa fark edilmeyebilir.

Yemlerin toksijenik mantarlar ve mikotoksinler tarafından kirlenmesini önlemek için sahada yönetim uygulamalarını başlatmak ve titizlikle sürdürmek esastır. Başlangıçta ürün seçimi, ürün çeşitleri, yabancı ot kontrolü, sulama ve ürün rotasyonu gibi hususlara dikkat edilmelidir. Hasat sırasında, mantar kontaminasyonuna ve mikotoksinlere yakınlık yarattığı için tahıl hasarından kaçınılmalıdır. Depolamada,

kontaminasyon riskini azaltmak için nem ve sıcaklık kontrol edilmelidir. Aflatoksinlerin yayılmasını önlemek için yem neminin %10-12'nin altında bağlı nemin ise %70'in altında tutulması hayati önem taşımaktadır. Mikortoksin düzeyi yüksek olan süttün elde edildiği süt sığırı işletmesinde rasyona adsorban (zeolit, bentonit ya da beta-glukan) ve maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ilaveleri önerilebilir. Asidik ortamlar ve düşük su aktivitesi, bakteri büyümesini kontrol etmenin ve engellenmenin etkili yollarıdır. Ancak, mantarların çoğu bakteriden daha geniş bir fizikokimyasal koşul yelpazesinde gelişebileceği de unutulmamalıdır.

## KAYNAKLAR

- Abdela, N. (2016). Sub-acute ruminal acidosis (SARA) and its consequence in dairy cattle: A review of past and recent research at global prospective. *Achievements in the life sciences*, 10(2), 187-196.
- Abdel-Wahhab, M. A., & Kholif, A. M. (2010). Mycotoxins in animal feeds and prevention strategies: a review. *Asian Journal of Animal Sciences*, 2:1;7-25.
- Abeysekara, S., Naylor, J. M., Wassef, A. W., et al. (2007). D-Lactic acid-induced neurotoxicity in a calf model. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 293(2), E558-E565.
- Abutarbush, S. M., & Radostits, O. M. (2003). Congenital nutritional muscular dystrophy in a beef calf. *The Canadian Veterinary Journal*, 44(9), 738.
- Aerts, R. J., Barry, T. N., et al. (1999). Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 75(1-2), 1-12.
- AHDB. (2019). Displaced abomasum Agriculture and Horticulture Development Board. FACTSHEET.
- Allen, M. S., & Piantoni, P. (2013). Metabolic control of feed intake: Implications for metabolic disease of fresh cows. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 29(2), 279-297.
- Allen, M. S., Bradford, B. J., & Oba, M. (2009). Board-invited review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *Journal of Animal Science*, 87(10), 3317-3334.
- Allison C (2003) Controlling Grass Tetany in Livestock. Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State Univ. Guide B-809.
- Amanlou, H., Akbari, A. P., Farsuni, N. E., et al. (2016). Effects of subcutaneous calcium administration at calving on mineral status, health, and production of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 99(11), 9199-9210.
- Amores, G., & Virto, M. (2019). Total and free fatty acids analysis in milk and dairy fat. *Separations*, 6(1), 14.
- Andersen, J. B., Ridder, C., & Larsen, T. (2008). Priming the cow for mobilization in the periparturient period: effects of supplementing the dry cow with saturated fat or linseed. *Journal of Dairy Science*, 91(3), 1029-1043.



- Andersen, P.H. (2000). Bovine endotoxemia: aspects of relevance to ruminal acidosis. Dr.Vet. Sci. Thesis, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.
- Angassa Tesfaye, A. T. (2019). Calcium requirement in relation to milk fever for high yielding dairy cows: a review. *Journal of Faculty of Food Engineering*; 4: 27- 35.
- Apley, M. D. (2015). Consideration of evidence for therapeutic interventions in bovine polioencephalomalacia. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 31(1), 151-161.
- Arechiga-Flores, C. F., Cortés-Vidauri, Z., Hernández-Briano, P., et al. (2022). Hypocalcemia in the dairy cow. Review. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(4), 1025-1054.
- Argenzio, R. A., Henrikson, C. K., & Liacos, J. A. (1988). Restitution of barrier and transport function of porcine colon after acute mucosal injury. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 255(1), G62-G71.
- Armengol, R., & Fraile, L. (2015). Comparison of two treatment strategies for cows with metritis in high-risk lactating dairy cows. *Theriogenology*, 83(8), 1344-1351.
- Arnold, M. & Lehmkuhler, J (2014). Hypomagnesemic Tetany or Grass Tetany. Agriculture and Natural Resources Publications. 173.
- Arnold, P. K., & Finley, L. W. (2023). Regulation and function of the mammalian tricarboxylic acid cycle. *Journal of Biological Chemistry*, 299(2).
- Arshad, U., & Santos, J. E. P. (2022). Hepatic triacylglycerol associations with production and health in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 105(6), 5393-5409.
- Aschenbach, J. R., & Gäbel, G. (2000). Effect and absorption of histamine in sheep rumen: Significance of acidotic epithelial damage. *Journal of Animal Science*, 78(2), 464-470.
- Aschenbach, J. R., Oswald, R., & Gäbel, G. (2000). Transport, catabolism and release of histamine in the ruminal epithelium of sheep. *Pflügers Archiv*, 440, 171-178.
- Aschenbach, J. R., Penner, G. B., Stumpff, F., et al. (2011). Ruminant nutrition symposium: role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. *Journal of Animal Science*, 89(4), 1092-1107.
- Asin, J., Ramírez, G. A., Navarro, M. A., et al. (2021). Nutritional wasting disorders in sheep. *Animals*, 11(2), 501.
- Ataollahi, F., Mohri, M., Seifi, H. A., et al. (2013). Evaluation of copper concentration in subclinical cases of white muscle disease and its relationship with cardiac troponin I. *PLoS One*, 8(2), e56163.
- Awal, M. A., Matsumoto, M., Toyoshima, Y., et al. (1996). Ultrastructural and morphometrical studies on the endothelial cells of arteries supplying the abdomino-inguinal mammary gland of rats during the reproductive cycle. *Journal of Veterinary Medical Science*, 58(1), 29-34.
- Aytuğ CN, Alaçam E, Görgül S, et al. (1991). Sığır Hastalıkları, 2. Baskı, Tümvet Ltd. Şti, Teknografik Matbaası, İstanbul.
- Baldin, M., Zanton, G. I., & Harvatine, K. J. (2018). Effect of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoate (HMTBa) on risk of biohydrogenation-induced milk fat depression. *Journal of Dairy Science*, 101(1), 376-385.
- Bartley, E. E., Barr, G. W., & Mickelsen, R. (1975). Bloat in cattle. XVII. Wheat pasture bloat and its prevention with poloxalene. *Journal of Animal Science*, 41(3), 752-759.
- Bauman, D. E., & Griinari, J. M. (2001). Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livestock Production Science*, 70(1-2), 15-29.
- Bauman, D. E., & Griinari, J. M. (2003). Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*, 23(1), 203-227.
- Bauman, D. E., Eppard, P. J., DeGeeter, M. J., et al. (1985). Responses of high-producing dairy cows to long-term treatment with pituitary somatotropin and recombinant somatotropin. *Journal of Dairy Science*, 68(6), 1352-1362.
- Bauman, D.E., Perfield, II J.W., Harvatine, et al. (2008). Regulation of Fat Synthesis by Conjugated Linoleic Acid: Lactation and the Ruminant Model. *Journal of Nutrition*, 138;2: 403-409
- Baumgard, L.H., Sangster, J.K. & Bauman, D.E. (2001). Milk Fat Synthesis in Dairy Cows is Progressively Reduced by Increasing Supplemental Amounts of trans-10,-cis-12 Conjugated Linoleic Acid (CLA). *Journal of Nutrition*, 131;6:1764-1769.
- Beck, U., Emmanuel, B., & Giesecke, D. (1984). The ketogenic effect of glucose in rumen epithelium of ovine (*Ovis aries*) and bovine (*Bos taurus*) origin. *Comparative Biochemistry and physiology. B, Comparative Biochemistry*, 77(3), 517-521.
- Beitz, D. C. (2014). Etiology and prevention of fatty liver and ketosis in dairy cattle. In *Proceedings of the 25th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium (Vol. 41)*.
- Belknap EB, Pugh DG. (2002). Diseases of the urinary system. In Pugh DG, editor: *Sheep and goat medicine*, Philadelphia, WB Saunders, pp 255–276.
- Bell, A. W. (1995). Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science*, 73(9), 2804-2819.
- Benedet A., Manuelian C.L., Zidi A., et al. (2019).Invited review:  $\beta$ -hydroxybutyrate concentration in blood and milk and its associations with cow performance. *Animal*, 1-14.
- Bergen, W.G. (2009). Milk-Fat Depression and Lipid Repartitioning in Lactating Dairy Cows. *Journal of Nutrition*, 139;5: 826-827.
- Bertin, Y., Girardeau, J. P., Chaucheyras-Durand, F., et al. (2011). Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* gains a competitive advantage by using ethanolamine as a nitrogen source in the bovine intestinal content. *Environmental Microbiology*, 13(2), 365-377.
- Bhanugopan MS, Lievaart J. (2014). Survey on the occurrence of milk fever in dairy cows and the current preventive strategies adopted by farmers in New South Wales, Australia. *Aust Vet J*. 92: 200-205.
- Blum, J. W., Gingins, M., Vitins, P., et al. (1980). Thyroid hormone levels related to energy and nitrogen balance during weight loss and regain in adult sheep. *European Journal of Endocrinology*, 93(4), 440-447.
- Blum, J. W., Kunz, P., Leuenberger, H., et al. (1983). Thyroid

- hormones, blood plasma metabolites and haematological parameters in relationship to milk yield in dairy cows. *Animal Science*, 36(1), 93-104.
- Bobe, G., Young, J. W., & Beitz, D. C. (2004). Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(10), 3105-3124.
- Boda, J. M., & Cole, H. H. (2003). Calcium metabolism with special references to parturient paresis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 39, 1027.
- Boling JA (1982). Grass tetany in beef cattle. *Animal Nutrition Health* 37(7):20-24.
- Bradford, B. J., Mamedova, L. K., Minton, J. E., et al. (2009). Daily injection of tumor necrosis factor- $\alpha$  increases hepatic triglycerides and alters transcript abundance of metabolic genes in lactating dairy cattle. *The Journal of Nutrition*, 139(8), 1451-1456.
- Bradford, P. (1996). Disorders of calcium metabolism. *Large Animal Internal Medicine*, 2nd edition. Donlading press, USA.1464-1470.
- Bramley, E., Lean, I. J., Fulkerson, W. J., et al. (2008). The definition of acidosis in dairy herds predominantly fed on pasture and concentrates. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 308-321.
- Branine, M. E., & Galyean, M. L. (1990). Influence of grain and monensin supplementation on ruminal fermentation, intake, digesta kinetics and incidence and severity of frothy bloat in steers grazing winter wheat pastures. *Journal of Animal Science*, 68(4), 1139-1150.
- Braun, U., Rihs, T., & Schefer, U. (1992). Ruminal lactic acidosis in sheep and goats. *The Veterinary Record*, 130(16), 343-349.
- Bréchar, S., & Tschirhart, E. J. (2008). Regulation of superoxide production in neutrophils: role of calcium influx. *Journal of Leucocyte Biology*, 84(5), 1223-1237.
- Brewer, LM., Fernandez, D., Ward, H. (2018). Bloat in Small Ruminants. University of Arkansas at Pine Bluff, United States Department of Agriculture, and County Governments Cooperating
- Brigelius-Flohé, R., & Maiorino, M. (2013). Glutathione peroxidases. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1830(5), 3289-3303.
- Burgstaller, J., Wittek, T., & Smith, G. W. (2017). Invited review: Abomasal emptying in calves and its potential influence on gastrointestinal disease. *Journal of Dairy Science*, 100(1), 17-35.
- Calder, P. C. (2008). The relationship between the fatty acid composition of immune cells and their function. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 79(3-5), 101-108.
- Calsamiglia, S., Blanch, M., Ferret, A., et al. (2012). Is subacute ruminal acidosis a pH related problem? Causes and tools for its control. *Animal Feed Science and technology*, 172(1-2), 42-50.
- Cameron, R. E. B., Dyk, P. B., Herdt, T. H., et al. (1998). Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 81(1), 132-139.
- Cant, J. P., Trout, D. R., Qiao, F., et al. (2002). Milk synthetic response of the bovine mammary gland to an increase in the local concentration of arterial glucose. *Journal of Dairy Science*, 85(3), 494-503.
- Capuco, A. V., Wood, D. L., Elsasser, T. H., et al. (2001). Effect of somatotropin on thyroid hormones and cytokines in lactating dairy cows during ad libitum and restricted feed intake. *Journal of Dairy Science*, 84(11), 2430-2439.
- Care, A. D., Brown, R. C., Farrar, A. R., et al. (1984). Magnesium absorption from the digestive tract of sheep. *Quarterly Journal of Experimental Physiology: Translation and Integration*, 69(3), 577-587.
- Carr, A., & Maggini, S. (2017). Vitamin C and Immune Function. *Nutrients*, 9(11), 1211
- Carter, R. R., & Grovum, W. L. (1990). A review of the physiological significance of hypertonic body fluids on feed intake and ruminal function: salivation, motility and microbes. *Journal of Animal Science*, 68(9), 2811-2832.
- Cascone, G., Licitra, F., Stamilla, A., et al. (2022). Subclinical ketosis in dairy herds: Impact of early diagnosis and treatment. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 895468.
- Castillo, C., Hernandez, J., Bravo, A., et al. (2005). Oxidative status during late pregnancy and early lactation in dairy cows. *The Veterinary Journal*, 169(2), 286-292.
- Cattaneo, L., Lopreato, V., Trevisi, E., et al. (2020). Association of postpartum uterine diseases with lying time and metabolic profiles of multiparous Holstein dairy cows in the transition period. *The Veterinary Journal*, 263, 105533.
- Cebra CK, Loneragan GH, Gould DH. (2009). Polioencephalomalacia (Cerebrocortical necrosis). In: Smith B, editor. Large animal internal medicine. 4th edition. St Louis (MO): Elsevier. p. 1021-6.
- Celi, P. (2011). Biomarkers of oxidative stress in ruminant medicine. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 33(2), 233-240.
- Celi, P., & Gabai, G. (2015). Oxidant/antioxidant balance in animal nutrition and health: the role of protein oxidation. *Frontiers in Veterinary Science*, 2, 48.
- Cerbulis, J., & Farrell Jr, H. M. (1976). Composition of the milks of dairy cattle. II. Ash, calcium, magnesium, and phosphorus. *Journal of Dairy Science*, 59(4), 589-593.
- Chapinal, N., Carson, M., Duffield, T. F., et al. (2011). The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 94(10), 4897-4903.
- Cheng, K. J., McAllister, T. A., Popp, J. D., et al. (1998). A review of bloat in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 76(1), 299-308.
- Cheng, Z., Wylie, A., Ferris, et al. (2021). Effect of diet and nonesterified fatty acid levels on global transcriptomic profiles in circulating peripheral blood mononuclear cells in early lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(9), 10059-10075.
- Chew, B. P., & Park, J. S. (2004). Carotenoid action on the immune response. *The Journal of Nutrition*, 134(1), 257S-261S.
- Chiwome, B., Kandiwa, E., Mushonga, B., et al. (2017). A study of the incidence of milk fever in Jersey and Holstein cows at a dairy farm in Beatrice, Zimbabwe. *Journal of the South African Veterinary Association*, 88(1), 1-6.

- Christodouloupoulos, G. (2009). Foot lameness in dairy goats. *Research in Veterinary Science*, 86(2), 281-284.
- Clarke, R. T. J., & Reid, C. S. W. (1974). Foamy bloat of cattle. A review. *Journal of Dairy Science*, 57(7), 753-785.
- Collins JD. (1980). A screening test for monitoring the magnesium status of dairy cows. *Veterinary Record*, 106:367 -368.
- Constable P.D., Hinchcliff K.W., Done S.H. et al. (2017). *Veterinary Medicine*. 11th ed. Saunders Elsevier, St Louis, Missouri, p.1662-1706.
- Constable, P. D., Hinchcliff, K. W., Done, S. H., et al. (2016). *Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. Elsevier Health Sciences.
- Contreras, G. A., O'boyle, N. J., Herdt, T. H., et al. (2010). Lipomobilization in periparturient dairy cows influences the composition of plasma nonesterified fatty acids and leukocyte phospholipid fatty acids. *Journal of Dairy Science*, 93(6), 2508-2516.
- Cooper, B. & Valentine, B.A. (2016). Muscle and tendon. In: G. Maxie (ed), Jubb, Kennedy and Palmer's pathology of domestic animals, Vol.1. Editorial Saunders Ltd. Elsevier. Philadelphia (EEUU). 6th Edition. pp 214-218.
- Coppock R.W., Christian R.G., Jacobsen B.J. (2018). Aflatoxins. En R. Gupta (Ed). *Veterinary Toxicology*. 3rd Ed. (pp 983-994). Academic Press
- Cort, W. M., Vicente, T. S., Waysek, E. H., et al. (1983). Vitamin E content of feedstuffs determined by high-performance liquid chromatographic fluorescence. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 31(6), 1330-1333.
- Cort, W. M., Vicente, T. S., Waysek, E. H., et al. (1983). Vitamin E content of feedstuffs determined by high-performance liquid chromatographic fluorescence. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 31(6), 1330-1333.
- Cousins, R. J. (1985). Absorption, transport, and hepatic metabolism of copper and zinc: special reference to metallothionein and ceruloplasmin. *Physiological Reviews*, 65(2), 238-309.
- Crnkic, C., & Hodzic, A. (2012). Nutrition and Health of Dairy Animals. In *Milk Production-An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health*. IntechOpen.
- Crookenden, M. A., Walker, C. G., Heiser, A., Murray, A., Dukkipati, V. S. R., Kay, J. K., ... & Roche, J. R. (2017). Effects of precalving body condition and prepartum feeding level on gene expression in circulating neutrophils. *Journal of Dairy Science*, 100(3), 2310-2322.
- da Silva, D. C., Fernandes, B. D., dos Santos Lima, J. M., et al. (2019). Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy cows in the Sousa city micro-region, Paraíba state. *Tropical Animal Health and Production*, 51, 221-227.
- Damodaran, S. (1990). Interfaces, protein films, and foams. In *Advances in food and nutrition research* (Vol. 34, pp. 1-79). Academic Press.
- D'Angelo, A., Bellino, C., Bertone, I., et al. (2015). Seizure disorders in 43 cattle. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29(3), 967-971.
- Daniel, R. C. (1983). Motility of the rumen and abomasum during hypocalcaemia. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 47(3), 276.
- Daş, Y. K & Aksoy, A. (2021). Bitkisel zehirler. Editör: Ayhan Filazi. *Veteriner toksikoloji ve çevre koruma*. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., ss: 221-297.
- De Koster, J., Urh, C., Hostens, M., et al. (2017). Relationship between serum adiponectin concentration, body condition score, and peripheral tissue insulin response of dairy cows during the dry period. *Domestic Animal Endocrinology*, 59, 100-104.
- DeGaris, P. J., & Lean, I. J. (2008). Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. *The Veterinary Journal*, 176(1), 58-69.
- Delano, M. L., Mischler, S. A., & Underwood, W. J. (2002). *Biology and diseases of ruminants: Sheep, goats, and cattle*. Laboratory Animal Medicine, 519.
- Delic, B., Belić, B., Cincović, M. R., Djokovic, R., et al. (2020). Metabolic adaptation in first week after calving and early prediction of ketosis type I and II in dairy cows. *Large Animal Review*, 26(2), 51-55.
- DePeters, E. J., & George, L. W. (2014). Rumen transfaunation. *Immunology Letters*, 162(2), 69-76.
- Dhillon, K. K., & Gupta, S. (2023). Biochemistry, ketogenesis. In *StatPearls Publishing*.
- Dirksen, G. U., Liebich, H. G., & Mayer, E. (1985). Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. *The Bovine Practitioner*, 116-120.
- Djoković, R., Šamanc, H., Ilić, Z., et al. (2009). Blood glucose, insulin and inorganic phosphorus in healthy and ketotic dairy cows after intravenous infusion of glucose solution. *Acta Veterinaria Brno*, 78(3), 449-453.
- Doepel L, Lapierre H, Kennelly JJ. (2002). Peripartum performance and metabolism of dairy cows in response to prepartum energy and protein intake. *Journal of Dairy Science*, 85:2315-2334
- Dokovic, R., Ilić, Z., Kurćubić, V., et al. (2019). Diagnosis of subclinical ketosis in dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 35(2), 111-125.
- Doll, K., Sickinger, M., & Seeger, T. (2009). New aspects in the pathogenesis of abomasal displacement. *The Veterinary Journal*, 181(2), 90-96.
- Downer, J. V., & Cummings, K. R. (1985). Sodium bicarbonate: a ten year review of lactation studies. *Journal of Dairy Science*, 68: 191-201
- Drackley, J. K. (1999). Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier?. *Journal of Dairy Science*, 82(11), 2259-2273.
- Drackley, J. K., Dann, H. M., Douglas, N., et al. (2005). Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Italian Journal of Animal Science*, 4(4), 323-344.
- Drackley, J. K., Overton, T. R., & Douglas, G. N. (2001). Adaptations of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. *Journal of Dairy Science*, 84, E100-E112.
- Drackley, J.K, Richard, M.J., Beitz, D.C., et al. (1992). Metabolic changes in dairy cows with ketonemia in response to feed restriction and dietary 1,3-butanediol. *Journal of Dairy Science*, 75, 1622-1634.
- Ducharme NG, Fubini SL. (2004). Surgery of the ruminant forestomach compartments. In: Fathman EM, editor.

- Farm animal surgery. St Louis (MO): Saunders Elsevier. p. 184–96.
- Ducusin, R. J. T., Uzuka, Y., Satoh, E., et al. (2003). Effects of extracellular Ca<sup>2+</sup> on phagocytosis and intracellular Ca<sup>2+</sup> concentrations in polymorphonuclear leukocytes of postpartum dairy cows. *Research in Veterinary Science*, 75(1), 27-32.
- Duffield, T. (2000). Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 16(2), 231-253.
- Duffield, T., Plaizier, J. C., Fairfield, A., et al. (2004). Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 59-66.
- Eckel, E. F., & Ametaj, B. N. (2016). Invited review: Role of bacterial endotoxins in the etiopathogenesis of periparturient diseases of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(8), 5967-5990.
- Edwards, S. G. (2004). Influence of agricultural practices on *Fusarium* infection of cereals and subsequent contamination of grain by trichothecene mycotoxins. *Toxicology letters*, 153(1), 29-35.
- Elliot, J. S., Quaide, W. L., Sharp, R. F., et al. (1958). Mineralogical studies of urine: the relationship of apatite, brushite and struvite to urinary pH. *The Journal of Urology*, 80(4), 269-271.
- Elmhadi, M. E., Ali, D. K., Khogali, M. K., et al. (2022). Subacute ruminal acidosis in dairy herds: Microbiological and nutritional causes, consequences, and prevention strategies. *Animal Nutrition*, 10, 148-155.
- Enemark, J. M. (2008). The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. *The Veterinary Journal*, 176(1), 32-43.
- Enemark, J. M. D., Jorgensen, R. J., & Enemark, P. S. (2002). Rumen acidosis with special emphasis on diagnostic aspects of subclinical rumen acidosis: a review. *Veterinarija ir Zootechnika*, 20(42), 16-29.
- Eriksen, G. S., & Pettersson, H. (2004). Toxicological evaluation of trichothecenes in animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 114(1-4), 205-239.
- European Commission Regulation . 2005. European Commission Regulation No. 1810/2005 of 4 November 2005 concerning a new authorisation for 10 years of an additive in feedingstuffs, the permanent authorisation of certain additives in feedingstuffs and the provisional authorisation of new uses of certain additives already authorised in feedingstuffs. *Official Journal of the European Union*. L&C L291(5):1-7
- Ewoldt, J. M., Jones, M. L., & Miesner, M. D. (2008). Surgery of obstructive urolithiasis in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(3), 455-465.
- Fecteau G, Guard CL. (2020). Abomasal displacement and volvulus. In: Smith BP, Van Metre DC, Pusterla N, editors. *Large animal internal medicine*. Amsterdam: Elsevier, p. 885–900.
- Fell, B. F., Mills, C. F., & Boyne, R. (1965). Cytochrome oxidase deficiency in the motor neurones of copper-deficient lambs: a histochemical study. *Research in Veterinary Science*, 6(2), 170-180.
- Fikadu, W., Tegegne, D., Abdela, N., et al. (2016). Milk fever and its economic consequences in dairy cows: a review. *Global Veterinaria*, 16(5), 441-452.
- Fink-Gremmels, J. (2008). The role of mycotoxins in the health and performance of dairy cows. *The Veterinary Journal*, 176(1), 84-92.
- Flink, E. B., Shane, S. R., Scobbo, R. R., Blehschmidt, N. G., & McDowell, P. (1979). Relationship of free fatty acids and magnesium in ethanol withdrawal in dogs. *Metabolism*, 28(8), 858-865.
- Fontes, T. N., Carvalho, J. S., Mendonça, M. F., et al. (2020). Outbreak of enzootic ataxia in goats and sheep in the state of Bahia. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 39, 961-969.
- Galvão, K. N., Flaminio, M. J. B. F., Brittin, S. B., et al. (2010). Association between uterine disease and indicators of neutrophil and systemic energy status in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 93(7), 2926-2937.
- Galyean, M. L., & Rivera, J. D. (2003). Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 83(1), 13-20.
- Gambling, L., Kennedy, C., & McArdle, H. J. (2011). Iron and copper in fetal development. In *Seminars in cell & developmental biology* (Vol. 22, No. 6, pp. 637-644). Academic Press.
- Garner, M. R., Flint, J. F., & Russell, J. B. (2002). *Allisonella* histaminiformans gen. nov., sp. nov.: A novel bacterium that produces histamine, utilizes histidine as its sole energy source, and could play a role in bovine and equine laminitis. *Systematic and Applied Microbiology*, 25(4), 498-506.
- Garrett, E. F., Nordlund, K. V., Goodger, W. J., et al. (1997). A cross-sectional field study investigating the effect of periparturient dietary management on ruminal pH in early lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80(Suppl 1), 169.
- Garry, F.B. (2002). *Large Animal Internal Medicine*. (3rd Ed.) Mosby, StLouis and Baltimore, 722p
- Gasteiner, J., Guggenberger, T., Varga, L., et al. (2015). Continuous and long term measurement of reticuloruminal pH in crossbreed dairy cows in Brazil by an indwelling and wireless data transmitting unit. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67(2), 622-626.
- Geishauser, T.; Reiche, D.; Schemann, M. (1998). In vitro motility disorders associated with displaced abomasum in dairy cows. In: *Neurogastroenterology and motility: The Official Journal of the European Gastrointestinal Motility Society* 10 (5), S. 395–401.
- Gianesella, M., Morgante, M., Cannizzo, C., et al. (2010). Subacute ruminal acidosis and evaluation of blood gas analysis in dairy cow. *Veterinary Medicine International*, 2010(1), 392371
- Giduck, S. A., Fontenot, J. P., & Rahnema, S. (1988). Effect of ruminal infusion of glucose, volatile fatty acids and hydrochloric acid on mineral metabolism in sheep. *Journal of Animal Science*, 66(2), 532-542..
- Giuliodori, M. J., Magnasco, R. P., Becu-Villalobos, D., et al. (2013). Metritis in dairy cows: Risk factors and reproductive performance. *Journal of Dairy Science*, 96(6), 3621-3631.
- Goff J. P. (2006). *Mineral Disorders of the Transition Period*:

- Origin And Control. Proceedings of XXIV World Bui-  
 atrics Congress, France, October 15-19.
- Goff, J. P. (1999). Treatment of calcium, phosphorus, and  
 magnesium balance disorders. *Veterinary Clinics of  
 North America: Food Animal Practice*, 15(3), 619-639.
- Goff, J. P. (2000). Pathophysiology of calcium and phospho-  
 rus disorders. *Veterinary Clinics of North America:  
 Food Animal Practice*, 16(2), 319-337.
- Goff, J. P. (2004). Macromineral disorders of the transition  
 cow. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 20(3),  
 471-494.
- Goff, J. P. (2006). Major advances in our understanding of  
 nutritional influences on bovine health. *Journal of Da-  
 iry Science*, 89(4), 1292-1301.
- Goff, J. P. (2008). The monitoring, prevention, and treat-  
 ment of milk fever and subclinical hypocalcemia in  
 dairy cows. *The Veterinary Journal*, 176(1), 50-57.
- Goff, J. P. (2014). Calcium and magnesium disorders. *Vete-  
 rinary Clinics: Food Animal Practice*, 30(2), 359-381.
- Goff, J. P. (2018). Invited review: Mineral absorption me-  
 chanisms, mineral interactions that affect acid-base and  
 antioxidant status, and diet considerations to improve  
 mineral status. *Journal of Dairy Science*, 101(4), 2763-  
 2813.
- Goff, J. P., & Horst, R. L. (1997). Physiological changes at  
 parturition and their relationship to metabolic disor-  
 ders. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1260-1268.
- Goff, J. P., & Koszewski, N. J. (2018). Comparison of 0.46%  
 calcium diets with and without added anions with a  
 0.7% calcium anionic diet as a means to reduce peri-  
 parturient hypocalcemia. *Journal of Dairy Science*,  
 101(6), 5033-5045.
- Goff, J. P., Horst, R. L., Mueller, F. J., et al. (1991). Addition  
 of chloride to a prepartal diet high in cations increases  
 1, 25-dihydroxyvitamin D response to hypocalcemia  
 preventing milk fever. *Journal of Dairy Science*, 74(11),  
 3863-3871.
- Goff, J. P., Reinhardt, T. A., Beitz, D. C., et al. (1995). Breed  
 affects tissue vitamin D receptor concentration in peri-  
 parturient dairy cows: a milk fever risk factor. *Journal  
 of Dairy Science*, 78(Suppl 1), 184.
- Goff, J.P. & Horst, R.L. (1993). Oral administration of calci-  
 um salts for treatment of hypocalcemia in cattle. *J Da-  
 iry Sci* 76(1), 101-8.
- Gordon, J. L., LeBlanc, S. J., & Duffield, T. F. (2013). Ketosis  
 treatment in lactating dairy cattle. *Veterinary Clinics:  
 Food Animal Practice*, 29(2), 433-445.
- Goto, Y., & Kiyono, H. (2012). Epithelial barrier: an inter-  
 face for the cross-communication between gut flora and  
 immune system. *Immunological Reviews*, 245(1),  
 147-163.
- Goyal, A., Anastasopoulou, C., Ngu, M., et al. (2023). Hypo-  
 calcemia. National Library of Medicine, StatPearls  
 Publishing LLC.
- Green, H. B., Horst, R. L., Beitz, D. C., et al. (1981). Vita-  
 min D metabolites in plasma of cows fed a prepartum  
 low-calcium diet for prevention of parturient hypocal-  
 cemia. *Journal of Dairy Science*, 64(2), 217-226.
- Greenough PR, Schugel LM, Johnson AB (1996). Illustra-  
 ted handbook on cattle lameness, Eden Prairie, Minn,  
 ZinPro.
- Gressley, T. F., Hall, M. B., & Armentano, L. E. (2011). Ru-  
 minant nutrition symposium: productivity, digestion,  
 and health responses to hindgut acidosis in ruminants.  
*Journal of Animal Science*, 89(4), 1120-1130.
- Gross, J. J. (2023). Hepatic lipidosis in ruminants. *Veteri-  
 nary Clinics: Food Animal Practice*, 39(2), 371-383.
- Gross, J. J. (2023b). Dairy cow physiology and production  
 limits. *Animal Frontiers: The Review Magazine of Ani-  
 mal Agriculture*, 13(3), 44.
- Grummer, R. R. (1993). Etiology of lipid-related metabolic  
 disorders in periparturient dairy cows. *Journal of Da-  
 iry Science*, 76(12), 3882-3896.
- Grummer, R. R. (2008). Nutritional and management stra-  
 tegies for the prevention of fatty liver in dairy cattle.  
*The Veterinary Journal*, 176(1), 10-20.
- Grünberg, W. (2014). Treatment of phosphorus balance  
 disorders. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*,  
 30(2), 383-408.
- Grünberg, W. (2024). Fatty Liver Disease of Cattle. [https://  
 www.msdevetmanual.com/metabolic-disorders/hepa-  
 tic-lipidosis/fatty-liver-disease-of-cattle#Clinical-Fin-  
 dings\\_v3282506](https://www.msdevetmanual.com/metabolic-disorders/hepatic-lipidosis/fatty-liver-disease-of-cattle#Clinical-Findings_v3282506). Erişim Tarihi: Temmuz 2024
- Gulinski, P. (2021). Ketone bodies-causes and effects of the-  
 ir increased presence in cows' body fluids: A review.  
*Veterinary World*, 14(6), 1492.
- Gül, Y. (2010). Latent Asidotik Stres. *Fırat Üniversitesi Sağ-  
 lık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 24:1; 51-55.
- Habel, J., & Sundrum, A. (2020). Mismatch of glucose allo-  
 cation between different life functions in the transition  
 period of dairy cows. *Animals*, 10(6), 1028.
- Hackmann, T. J., & Vahmani, P. (2023). Perspective: How to  
 address the root cause of milk fat depression in dairy  
 cattle. *Journal of Dairy Science*, 106(12), 8173-8176.
- Hall, J. W., & Majak, W. (1989). Plant and animal factors in  
 legume bloat. *Toxicants of Plant Origin*, 111.
- Halliwell, B., & Whiteman, M. (2004). Measuring reactive  
 species and oxidative damage in vivo and in cell cultu-  
 re: how should you do it and what do the results mean?.  
*British Journal of Pharmacology*, 142(2), 231-255.
- Haritha, C., Khan, S., Manjusha, K., & Banu, A. (2019).  
 Toxicological aspects of common plant poisoning in  
 ruminants. *Indian Farmer*, 6(11), 812-822.
- Harmon, R. J., & Newbould, F. H. S. (1981). Neutrophil leu-  
 kocyte as a source of lactoferrin in bovine milk. *Journal  
 of Veterinary Research*, 41:1603-1606.
- Harvatine, K.J., Boisclair, Y.R. & Bauman, D.E. (2009). Re-  
 cent Advances in the Regulation of Milk Fat Synthesis.  
*Animal*, 3:1; 40-54.
- Haschek W.M., Voss K., Beasley V. (2002). Selected Myco-  
 toxins Affecting Animal and Human Health W.M.  
 Haschek, C.G. Rousseaux, M.A. Wallig (eds.) Handbo-  
 ok of Toxicologic Pathology (Second Ed.), Academic  
 Press, pp: 645-699
- Hawk, S. N., Uriu Hare, J. Y., Daston, G. P., et al. (1998). Rat  
 embryos cultured under copper deficient conditions  
 develop abnormally and are characterized by an impair-  
 ed oxidant defense system. *Teratology*, 57(6), 310-320.
- Hay, L. (1990). Prevention and treatment of urolithiasis in  
 sheep. *In Practice*, 12(3), 87-91.
- Hayirli, A. (2006). The role of exogenous insulin in the  
 complex of hepatic lipidosis and ketosis associated

- with insulin resistance phenomenon in postpartum dairy cattle. *Veterinary Research Communications*, 30, 749-774.
- Hayirli, A., Grummer, R. R., Nordheim, E. V., & Crump, P. M. (2002). Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 85(12), 3430-3443.
- Hayirli, A., Grummer, R. R., Nordheim, E. V., et al. (2003). Models for predicting dry matter intake of Holsteins during the prefresh transition period. *Journal of Dairy Science*, 86(5), 1771-1779.
- Head, M. J. (1959). Bloat in cattle. *Nature*, 183(4663), 757-757.
- Herd, T. H. (2000). Ruminant adaptation to negative energy balance: Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 16(2), 215-230.
- Hernández, J., Benedito, J. L., Abuelo, A., et al. (2014). Ruminal acidosis in feedlot: from aetiology to prevention. *The Scientific World Journal*, 2014(1), 702572.
- Hillerton, E. J. (2022). Physiologic disorders of the udder in cows. *Merck Veterinary Manual*.
- Hironaka, R., Miltimore, J. E., McArthur, J. M., et al. (1973). Influence of particle size of concentrate on rumen conditions associated with feedlot bloat. *Canadian Journal of Animal Science*, 53(1), 75-80.
- Holtenius, P., & Holtenius, K. (1996). New aspects of ketone bodies in energy metabolism of dairy cows: a review. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 43(1-10), 579-587.
- Horst, E. A., Kvidera, S. K., & Baumgard, L. H. (2021). Invited review: The influence of immune activation on transition cow health and performance. A critical evaluation of traditional dogmas. *Journal of Dairy Science*, 104(8), 8380-8410.
- Horst, R. L., & Jorgensen, N. A. (1982). Elevated plasma cortisol during induced and spontaneous hypocalcemia in ruminants. *Journal of Dairy Science*, 65(12), 2332-2337.
- Horst, R. L., Goff, J. P., & Reinhardt, T. A. (1994). Calcium and vitamin D metabolism in the dairy cow. *Journal of Dairy Science*, 77(7), 1936-1951.
- Horst, R. L., Goff, J. P., & Reinhardt, T. A. (2003). Role of vitamin D in calcium homeostasis and its use in prevention of bovine periparturient paresis. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 97:35-50.
- Houillier, P. (2014). Mechanisms and regulation of renal magnesium transport. *Annual Review of Physiology*, 76(1), 411-430.
- House, W. A., & Bell, A. W. (1993). Mineral accretion in the fetus and adnexa during late gestation in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 76(10), 2999-3010.
- Hua, C., Tian, J., Tian, P., et al. (2017). Feeding a high concentration diet induces unhealthy alterations in the composition and metabolism of ruminal microbiota and host response in a goat model. *Frontiers in Microbiology*, 8, 138.
- Humann-Ziehank, E., Renko, K., Mueller, A. S., et al. (2013). Comparing functional metabolic effects of marginal and sufficient selenium supply in sheep. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 27(4), 380-390.
- Humer, E., Kröger, I., Neubauer, V., et al. (2018). Supplementing phytogenic compounds or autolyzed yeast modulates ruminal biogenic amines and plasma metabolome in dry cows experiencing subacute ruminal acidosis. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 9559-9574.
- IARC (2002). Aflatoxins. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans: Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene. World Health Organization, 82:171-249.
- Ingvartsen, K. L., & Moyes, K. (2013). Nutrition, immune function and health of dairy cattle. *Animal*, 7(s1), 112-122.
- Ingvartsen, K. L., & Moyes, K. M. (2015). Factors contributing to immunosuppression in the dairy cow during the periparturient period. *Japanese Journal of Veterinary Research*, 63(Supplement 1), S15-S24.
- Ingvartsen, K. L., Dewhurst, R. J., & Friggens, N. C. (2003). On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livestock Production Science*, 83(2-3), 277-308.
- Issi, M., Gül, Y., & Başbuğ, O. (2016). Evaluation of renal and hepatic functions in cattle with subclinical and clinical ketosis. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 40(1), 47-52.
- Kalaitzakis, E., Panousis, N., Roubies, N., et al. (2010). Clinicopathological evaluation of downer dairy cows with fatty liver. *The Canadian Veterinary Journal*, 51(6), 615.
- Kamiya, Y., Kamiya, M., & Tanaka, M. (2010). The effect of high ambient temperature on Ca, P and Mg balance and bone turnover in high yielding dairy cows. *Animal Science Journal*, 81(4), 482-486.
- Katz, L. M., O'Dwyer, S., & Pollock, P. J. (2009). Nutritional muscular dystrophy in a four-day-old Connemara foal. *Irish Veterinary Journal*, 62, 1-6.
- Kemp, A., & Hart, M. L. (1957). Grass tetany in grazing milking cows. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 5(1), 4-17.
- Kerwin, A. L., Ryan, C. M., Leno, B. M., et al. (2019). Effects of feeding synthetic zeolite A during the prepartum period on serum mineral concentration, oxidant status, and performance of multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 5191-5207.
- Kerwin, A. L., Ryan, C. M., Leno, B. M., Jakobsen, M., Theilgaard, P., Barbano, D. M., & Overton, T. R. (2019). Effects of feeding synthetic zeolite A during the prepartum period on serum mineral concentration, oxidant status, and performance of multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 5191-5207.
- Khafipour, E., Plaizier, J. C., Aikman, P. C., et al. (2011). Population structure of rumen *Escherichia coli* associated with subacute ruminal acidosis (SARA) in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 94(1), 351-360.
- Khan, A., Mushtaq, M. H., Khan, A. W., et al. (2012). Descriptive epidemiology and seasonal variation in prevalence of milk fever in KPK (Pakistan). *Global Veterinarian*, 14: 472-477.
- Khan, M. Z., Huang, B., Kou, X., et al. (2024). Enhancing bovine immune, antioxidant and anti-inflammatory responses with vitamins, rumen-protected amino acids, and trace minerals to prevent periparturient masti-

- tis. *Frontiers in Immunology*, 14, 1290044.
- Kimura, K. A. Y. O. K. O., Reinhardt, T. A., & Goff, J. P. (2006). Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2588-2595.
- Kimura, K., Goff, J. P., Kehrli Jr, M. E., et al. (2002). Decreased neutrophil function as a cause of retained placenta in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 85(3), 544-550.
- Kirovski, D., & Sladojevic, Z. (2017). Prediction and diagnosis of fatty liver in dairy cows. *SM Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 3, 1-7.
- Kizil, O., Akar, Y. A. Ş. A. R., Yuksel, M., et al. (2010). Oxidative stress in cows with acute puerperal metritis. *Revue de Medecine Veterinaire*, 161(7), 353-357.
- Kleen JL. (2004). Prevalence of subacute ruminal acidosis in dutch dairy herds - A field study. Dissertation, Hannover: Veterinaermedizin der Tieraerztliche Hochschule
- Kleen, J. L., Hooijer, G. A., Rehage, J., & Noordhuizen, J. P. T. M. (2003). Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 50(8), 406-414.
- Klimienė, I., Špaukas, V., & Matusevičius, A. (2005). Correlation of different biochemical parameters in blood sera of healthy and sick cows. *Veterinary Research Communications*, 29, 95-102..
- Knowlton, K. F., Dawson, T. E., Glenn, B. P., et al. (1998). Glucose metabolism and milk yield of cows infused abomasally or ruminally with starch. *Journal of Dairy Science*, 81(12), 3248-3258.
- Kojouri, G. A., Pouryeganeh, M. M., Nekouei, S., et al. (2015). Udder edema and association with some serum biochemical measurands and dietary factors in first calving cows. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 16(4), 345.
- Kopic, S., & Geibel, J. P. (2013). Gastric acid, calcium absorption, and their impact on bone health. *Physiological Reviews*, 93(1), 189-268.
- Kovacevic, Z., Stojanovic, D., Cincovic, M., et al. (2019). Effect of postpartum administration of ketoprofen on proinflammatory cytokine concentration and their correlation with lipogenesis and ketogenesis in Holstein dairy cows. *Polish journal of Veterinary Sciences*, (3), 609-615.
- Krause, K. M., & Oetzel, G. R. (2005). Inducing subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88(10), 3633-3639.
- Krause, K. M., & Oetzel, G. R. (2006). Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 126(3-4), 215-236.
- Krey, S. (2005). Keimgehalt und Gasbildungsvermögen des Labmageninhaltes gesunder Kühe und von solchen mit Labmagenverlagerung. Dissertation, Faculty of Veterinary Medicine, Giessen
- Kronqvist C (2011) Minerals to Dairy Cows with Focus on Calcium and Magnesium Balance. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences.
- Kumar, S., Dagar, S. S., Puniya, A. K., et al. (2013). Changes in methane emission, rumen fermentation in response to diet and microbial interactions. *Research in Veterinary Science*, 94(2), 263-268.
- Kumper H. (1994). New therapy for acute abomasal tympany in calves. *Tierarzte Prax* 22(1):25-7.
- Kurashima, Y., Goto, Y., & Kiyono, H. (2013). Mucosal innate immune cells regulate both gut homeostasis and intestinal inflammation. *European Journal of Immunology*, 43(12), 3108-3115.
- Kvidera, S. K., Horst, E. A., Abuajamieh, M., et al. (2017). Glucose requirements of an activated immune system in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 100(3), 2360-2374.
- Laven, R. A., & Smith, S. L. (2008). Copper deficiency in sheep: an assessment of the relationship between concentrations of copper in serum and plasma. *New Zealand Veterinary Journal*, 56(6), 334-338.
- Lean, I. J., DeGaris, P. J., McNeil, D. M., et al. (2006). Hypocalcemia in dairy cows: meta-analysis and dietary cation anion difference theory revisited. *Journal of Dairy Science*, 89(2), 669-684.
- LeBlanc, S. J. (2020). Relationships between metabolism and neutrophil function in dairy cows in the peripartum period. *Animal*, 14(S1), s44-s54.
- LeBlanc, S. J., Leslie, K. E., & Duffield, T. F. (2005). Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 88(1), 159-170.
- Lee, S., Cho, K., Park, M., Choi, T., Kim, S., & Do, C. (2016). Genetic parameters of milk  $\beta$ -hydroxybutyric acid and acetone and their genetic association with milk production traits of Holstein cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(11), 1530.
- Lehmkuhler J, Burrism R, Arnold M, et al. (2011). Managing Legume-Induced Bloat in Cattle. UK University of Kentucky College of Agriculture.
- Leonhard, S., Smith, E., Martens, H., et al. (1990). Transport of magnesium across an isolated preparation of sheep rumen: a comparison of MgCl<sub>2</sub>, Mg aspartate, Mg pidolate, and Mg-EDTA. *Magnesium and Trace Elements*, 9(5), 265-271.
- Lewis, E. D., Meydani, S. N., & Wu, D. (2019). Regulatory role of vitamin E in the immune system and inflammation. *IUBMB Life*, 71(4), 487-494.
- Li, S., Gozho, G. N., Gakhar, N., et al. (2012). Evaluation of diagnostic measures for subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 92(3), 353-364.
- Li, S., Xiong, Q., Lai, X., et al. (2016). Molecular modification of polysaccharides and resulting bioactivities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(2), 237-250.
- Li, X., Li, Y., Ding, H., et al. (2018). Insulin suppresses the AMPK signaling pathway to regulate lipid metabolism in primary cultured hepatocytes of dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 85(2), 157-162.
- Lindahl, I. L., Cook, A. C., Davis, R. E., et al. (1954). Preliminary investigations on the role of alfalfa saponin in ruminant bloat. *Science*, 119(3083), 157-158.
- Lippke, H., Reaves, J. L., & Jacobson, N. L. (1972). Rumen pressures associated with the scores of a bloat severity scale. *Journal of Animal Science*, 34(1), 171-175.
- Liu, J., & Applegate, T. (2020). Zearalenone (ZEN) in livestock and poultry: dose, toxicokinetics, toxicity and est-

- rogenicity. *Toxins*, 12(6), 377.
- Lopreato, V., Mezzetti, M., Cattaneo, L., et al. (2020). Role of nutraceuticals during the transition period of dairy cows: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11, 1-18.
- Luo, L., Ibaragi, T., Maeda, M., et al. (2000). Interleukin-8 levels and granulocyte counts in cervical mucus during pregnancy. *American Journal of Reproductive Immunology*, 43(2), 78-84.
- Maas J, Smith BP (2002). Copper deficiency in ruminants. In Smith BP, editor: *Large animal internal medicine: diseases of horses, cattle, sheep, and goats*, St Louis, Mosby
- Maas, J.; Valberg, S.J. (2015). Nutritional and toxic rhabdomyolysis. In: B.P. Smith (ed), *Large Animal Internal Medicine*. 5th Ed. Elsevier, St Louis, Missouri (USA), pp. 1291-1294.
- Mahnani, A., Sadeghi-Sedmazgi, A., Ansari-Mahyari, S., et al. (2021a). Assessing the consequences and economic impact of retained placenta in Holstein dairy cattle. *Theriogenology* 175, 61–68.
- Mahnani, A., Sadeghi-Sefidmazgi, A., Ansari-Mahyari, S., et al. (2021b). Farm and cow factors and their interactions on the incidence of retained placenta in Holstein dairy cows. *Theriogenology*, 159, 87-97.
- Majak W, McAllister TA, McCartney D, et al. (2003) Bloat in cattle. *Alberta Agriculture, Food and Rural Development* pp. 1-28.
- Majak, W., Lysyk, T. J., Garland, G. J., et al. (2005). Efficacy of Alfasure™ for the prevention and treatment of alfalfa bloat in cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 85(1), 111-113.
- Malven, P. V., Erb, R. E., D'Amico, M. F., et al. (1983). Factors associated with edema of the mammary gland in primigravid dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 66(2), 246-252.
- Mann, S., Yepes, F. L., Duplessis, M., et al. (2016). Dry period plane of energy: Effects on glucose tolerance in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(1), 701-717.
- Mao, S. Y., Zhang, R. Y., Wang, D. S., et al. (2013). Impact of subacute ruminal acidosis (SARA) adaptation on rumen microbiota in dairy cattle using pyrosequencing. *Anaerobe*, 24, 12-19.
- Marasas, W. F. (1995). Fumonisin: their implications for human and animal health. *Natural Toxins*, 3(4), 193-198.
- Marczuk J, Kiczorowska B, Kurek Ł, et al. (2013). Advances in the diagnosis, therapy and prophylaxis of ketosis in dairy cattle *Mag Wet, Wrzesień*, 953–962.
- Marshall, T. S. (2009). Abomasal ulceration and tympany of calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 25(1), 209-220.
- Martens, H., & Schweigel, M. (2000). Pathophysiology of grass tetany and other hypomagnesemias: implications for clinical management. *Veterinary clinics of North America: Food Animal Practice*, 16(2), 339-368.
- Martens, H., Leonhard-Marek, S., Röntgen, M., et al. (2018). Magnesium homeostasis in cattle: absorption and excretion. *Nutrition Research Reviews*, 31(1), 114-130.
- Martinez, N., Risco, C. A., Lima, F. S., et al. (2012). Evaluation of periparturient calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7158-7172.
- Martinez, N., Sinedino, L. D. P., Bisinotto, R. S., et al. (2014). Effect of induced subclinical hypocalcemia on physiological responses and neutrophil function in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(2), 874-887.
- Mattmiller, S. A., Corl, C. M., Gandy, J. C., et al. (2011). Glucose transporter and hypoxia-associated gene expression in the mammary gland of transition dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 94(6), 2912-2922.
- Mauvais-Jarvis, F., Sobngwi, E., Porcher, R., et al. (2004). Ketosis-prone type 2 diabetes in patients of sub-Saharan African origin: clinical pathophysiology and natural history of  $\beta$ -cell dysfunction and insulin resistance. *Diabetes*, 53(3), 645-653.
- Mavangira, V., & Sordillo, L. M. (2018). Role of lipid mediators in the regulation of oxidative stress and inflammatory responses in dairy cattle. *Research in Veterinary Science*, 116, 4-14.
- Mayland H.F. (1988). Grass Tetany. In: *The Ruminant Animal; Digestive Physiology and Nutrition*, D.C. Church, (Ed.), Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., USA, 511-531.
- Mayland, H. F., Grunes, D. L., & Lazar, V. A. (1976). Grass Tetany Hazard of Cereal Forages Based upon Chemical Composition 1. *Agronomy Journal*, 68(4), 665-667.
- McArt, J. A. A., & Neves, R. C. (2020). Association of transient, persistent, or delayed subclinical hypocalcemia with early lactation disease, removal, and milk yield in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 690-701.
- McArt, J. A. A., & Oetzel, G. R. (2015). A stochastic estimate of the economic impact of oral calcium supplementation in postparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 7408-7418.
- McArt, J. A. A., Nydam, D. V., Ospina, P. A., et al. (2011). A field trial on the effect of propylene glycol on milk yield and resolution of ketosis in fresh cows diagnosed with subclinical ketosis. *Journal of Dairy Science*, 94(12), 6011-6020.
- McArt, J. A., Nydam, D. V., Oetzel, G. R., et al. (2013). Elevated non-esterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate and their association with transition dairy cow performance. *The Veterinary Journal*, 198(3), 560-570.
- McCann, J. C., Luan, S., Cardoso, F. C., et al. (2016). Induction of subacute ruminal acidosis affects the ruminal microbiome and epithelium. *Frontiers in Microbiology*, 7, 701.
- Mejia, S., McOnie, R. C., Nelligan, K. L., et al. (2022). Small ruminant urinary obstruction: decision trees for treatment. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 260(S2), S64-S71.
- Melendez, P., Lopez, F., Lama, J., et al. (2023). Plasma ionized calcium and magnesium concentrations and prevalence of subclinical hypocalcemia and hypomagnesemia in postpartum grazing Holstein cows from southern Chile. *Veterinary and Animal Science*, 19, 100277.
- Merck E. (2010). *The Marek veterinary manual 10th edition*



- tion. In Cynthia M. K, and Scott, L. Editions. White house station, N.J: Merck and Co.
- Merrall M, West DM. (1986). Ruminant hypomagnesemic tetanias. In Howard JL (ed): Current Veterinary Therapy 2-Food Animal Practice. Edition 2. Philadelphia, WB Saunders, pp 328 – 332
- Mertens, D. R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1463-1481.
- Meschy, F. (2000). Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. *Livestock Production Science* 64 (1); 9-14
- Metson, A. J., Saunders, W. M. H., Collie, T. W., et al. (1966). Chemical composition of pastures in relation to grass tetany in beef breeding cows. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 9(2), 410-436.
- Meyer, N. F., & Bryant, T. C. (2017). Diagnosis and management of rumen acidosis and bloat in feedlots. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 33(3), 481-498.
- Mezzetti, M., Bionaz, M., & Trevisi, E. (2020). Interaction between inflammation and metabolism in periparturient dairy cows. *Journal of Animal Science*, 98(Supplement\_1), S155-S174.
- Michal, J. J., Heirman, L. R., Wong, T. S., et al. (1994). Modulatory effects of dietary  $\beta$ -carotene on blood and mammary leukocyte function in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77(5), 1408-1421.
- Mikulková, K., Kadek, R., Filípek, J., & Illek, J. (2020). Evaluation of oxidant/antioxidant status, metabolic profile and milk production in cows with metritis. *Irish Veterinary Journal*, 73, 1-11.
- Miltenburg, C. L., Duffield, T. F., Bienzle, D., et al. (2016). Randomized clinical trial of a calcium supplement for improvement of health in dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 99(8), 6550-6562.
- Minuti, A., Bani, P., Piccioli-Cappelli, F., et al. (2015). Metabolic and biochemical changes in plasma of the periparturient rabbit does with different litter size. *Animal*, 9(4), 614-621.
- Mishra B. (1967). Role of *Streptococcus bovis* in rumen metabolism with special reference to bloat in cattle. *Indian Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry*, 37:232–48.
- Mobashar, M., Hummel, J., Blank, R., et al. (2010). Ochratoxin A in ruminants—A review on its degradation by gut microbes and effects on animals. *Toxins*, 2(4), 809-839.
- Morgan K: Footrot. (1991). In Boden E, editor: Sheep and goat practice, London, Baillière Tindall.
- Morgante, M., Stelletta, C., Berzaghi, P., et al. (2007). Subacute rumen acidosis in lactating cows: an investigation in intensive Italian dairy herds. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 91(5-6), 226-234.
- Morrow, D. A. (1976). Fat cow syndrome. *Journal of Dairy Science*, 59(9), 1625-1629.
- Mostrom, M. S., & Jacobsen, B. J. (2020). Ruminant mycotoxicosis: an update. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 36(3), 745-774.
- Moyes, K. M., Graugnard, D. E., Khan, M. J., et al. (2014). Postpartal immunometabolic gene network expression and function in blood neutrophils are altered in response to prepartal energy intake and postpartal intramammary inflammatory challenge. *Journal of Dairy Science*, 97(4), 2165-2177.
- Mueller, K. (2011). Clinical Practice – Farm Animal/Equine Practice: Diagnosis, Treatment, and Control of Left Displaced Abomasum in Cattle. In *Practice*, 33:9: 470-481.
- Mulligan, F. J., & Doherty, M. L. (2008). Production diseases of the transition cow. *The Veterinary Journal*, 176(1), 3-9.
- Munoz, M. A., Welcome, F. L., Schukken, Y. H., & Zadoks, R. N. (2007). Molecular epidemiology of two *Klebsiella pneumoniae* mastitis outbreaks on a dairy farm in New York State. *Journal of Clinical Microbiology*, 45(12), 3964-3971.
- Mustacich, D., & Powis, G. (2000). Thioredoxin reductase (Review). *Biochemical Journal*, 346, 1-8.
- Nagaraja, T. (2016). *Rumenology*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 39–61
- Nagaraja, T. G. (2000). Liver abscesses in beef cattle: Potential for dairy monitoring?. In *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings* (pp. 65-68).
- Nagaraja, T. G., & Lechtenberg, K. F. (2007). Liver abscesses in feedlot cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 23(2), 351-369.
- Nagaraja, T. G., & Titgemeyer, E. C. (2007). Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *Journal of Dairy Science*, 90, E17-E38.
- Navale, V., Vamkudoth, K. R., Ajmera, S., et al. (2021). Aspergillus derived mycotoxins in food and the environment: Prevalence, detection, and toxicity. *Toxicology Reports*, 8, 1008-1030.
- Navarre CB, Baird AN, Pugh DG. (2002). Diseases of the gastrointestinal system. In: Pugh DG, Baird AN, editors. *Sheep and goat medicine*. 2nd edition. Maryland Heights (MO): Elsevier Saunders. p. 71–82.
- Neves, R. C., Leno, B. M., Bach, K. D., et al. (2018). Epidemiology of subclinical hypocalcemia in early-lactation Holstein dairy cows: The temporal associations of plasma calcium concentration in the first 4 days in milk with disease and milk production. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 9321-9331.
- Nocek, J. E. (1997). Bovine acidosis: implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80(5), 1005-1028.
- Nordlund, K. V., Cook, N. B., & Oetzel, G. R. (2004). Investigation strategies for laminitis problem herds. *Journal of Dairy Science*, 87, E27-E35.
- Nordlund, K. V., Garrett, E. F., & Oetzel, G. R. (1995). Herd-based rumenocentesis: a clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian – Food Animal*, 17: S48-S56
- NorFor, Nordic Feed Evaluation System (2007) Feeding standards in the NorFor plan. NorFor report no 2.
- NRC (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th ed. National Academy Press, Washington, DC
- Oba, M., & Allen, M. S. (2003). Effects of corn grain conservation method on feeding behavior and productivity of lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. *Journal of Dairy Science*, 86(1), 174-183.

- Oetzel G.R. (2007): Herd level ketosis - Diagnosis and risk factors. Preconference Seminar 7C: Dairy Herd Problem Investigation Strategies: Transition Cow Troubleshooting, American association of bovine practitioners 40th Annual Conference, pp. 67-91, September 19, Vancouver, BC, Canada
- Oetzel, G. R. (1996). Effect of calcium chloride gel treatment in dairy cows on incidence of periparturient diseases. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 209(5), 958-961.
- Oetzel, G. R. (2000). Clinical aspects of ruminal acidosis in dairy cattle. *Proceedings of the 33rd Annual Convention of the American Association of Bovine Practitioner: Rapid City*, pp. 46-53.
- Oetzel, G. R. (2007): Subacute ruminal acidosis in dairy herds: physiology, pathophysiology, milk fat responses, and nutritional management. *Proc. AABP 40th Ann. Conf.*, Vancouver, BC, Canada, 89-119.
- Oetzel, G. R. (2011). Non-infectious diseases: Milk fever. *Diseases of Dairy Animals*. In *Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)*
- Oetzel, G. R. (2013). Oral calcium supplementation in peripartum dairy cows. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 29(2), 447-455.
- Oetzel, G. R. (2017a). Diagnosis and management of subacute ruminal acidosis in dairy herds. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 33(3), 463-480.
- Oetzel, G.R. (2017b). Fresh Cow Metabolic Diseases: Old Myths and New Data. In *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings; American Association of Bovine Practitioners: Ashland, OH, USA, 2017*; pp. 70-80.
- Okine, E. K., Mathison, G. W., & Hardin, R. T. (1989). Relations between passage rates of rumen fluid and particulate matter and foam production in rumen contents of cattle fed on different diets ad lib. *British Journal of Nutrition*, 61(2), 387-395.
- Okkema, C., & Grandin, T. (2021). Graduate Student Literature Review: Udder edema in dairy cattle—A possible emerging animal welfare issue. *Journal of Dairy Science*, 104(6), 7334-7341.
- Orsi, N. (2004). The antimicrobial activity of lactoferrin: current status and perspectives. *Biometals*, 17, 189-196.
- Osborne, C. A., Polzin, D. J., Abdullahi, S. U., Leininger, J. R., Clinton, C. W., & Griffith, D. P. (1985). Struvite urolithiasis in animals and man: formation, detection, and dissolution. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine*, 29:1-101.
- Overton, T. R., McArt, J. A. A., & Nydam, D. V. (2017). A 100-Year Review: Metabolic health indicators and management of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10398-10417.
- Owens, F. N., Secrist, D. S., Hill, W. J., et al. (1998). Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 76(1), 275-286.
- Palace, V. P., Khaper, N., Qin, Q., et al. (1999). Antioxidant potentials of vitamin A and carotenoids and their relevance to heart disease. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(5-6), 746-761.
- Pallesen, A., Pallesen, F., Jørgensen, R. J., et al. (2008). Effect of pre-calving zeolite, magnesium and phosphorus supplementation on periparturient serum mineral concentrations. *The Veterinary Journal*, 175(2), 234-239.
- Pandey, S., Bagwe, R. P., & Shah, D. O. (2003). Effect of counterions on surface and foaming properties of dodecyl sulfate. *Journal of Colloid and Interface Science*, 267(1), 160-166.
- Papadopoulou, A., Bountouvi, E., & Karachaliou, F. E. (2021). The molecular basis of calcium and phosphorus inherited metabolic disorders. *Genes*, 12(5), 734.
- Passler, T., Walz, P. H., & Pugh, D. G. (2012). Diseases of the neurologic system. In *Sheep and goat medicine (pp. 361-405)*. WB Saunders.
- Pavlata, L., Pechova, A., & Illek, J. (2001). Muscular dystrophy in dairy cows following a change in housing technology. *Acta Veterinaria Brno*, 70(3), 269-275.
- Peek, S. F., & Divers, T. J. (2018). *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle-E-Book: Rebhun's Diseases of Dairy Cattle-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Peek, S. F., & T. J. Divers. (2008). Chapter 14—Metabolic diseases. Pages 590-605 in *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*. 2nd ed. T. J.D. F. Peek, ed. W.B. Saunders, St. Louis, MO
- Perfield, II J.W. & Bauman, D.E. (2005). Current Theories and Recent Advances in the Biology of Milk Fat Depression. *Proceedings of Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*, pp. 95-106.
- Perrone, G., & Susca, A. (2017). Penicillium species and their associated mycotoxins. *Mycotoxigenic Fungi: Methods and Protocols*, 107-119.
- Peterson, A. B., Orth, M. W., Goff, J. P., et al. (2005). Periparturient responses of multiparous Holstein cows fed different dietary phosphorus concentrations prepartum. *Journal of Dairy Science*, 88(10), 3582-3594.
- Pitta, D. W., Pinchak, W. E., Indugu, N., et al. (2016). Metagenomic analysis of the rumen microbiome of steers with wheat-induced frothy bloat. *Frontiers in Microbiology*, 7, 689.
- Plaizier, J. C., Krause, D. O., Gozho, G. N., et al. (2008). Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal*, 176(1), 21-31.
- Poike, A., Furl, M., 2000. Zur Epidemiologie der Labmagenverlagerung (dislocatio abomasi) in Mitteleutschland. In: Furl, M. (Ed.), *Antitologie, Pathogenese, Diagnostik, Prognose, Therapie und Prophylaxe der Dislocatio abomasi*. *Proceedings Internationaler Workshop, Leipzig 1998*. Leipzig: Leipziger Universitätsverlag, Leipzig, Germany, pp. 29-39.
- Popp, J. D., McCaughey, W. P., & Cohen, R. D. H. (1997). Effect of grazing system, stocking rate and season of use on herbage intake and grazing behaviour of stocker cattle grazing alfalfa-grass pastures. *Canadian Journal of Animal Science*, 77(4), 677-682.
- Pulina, G. (2004). *Dairy Sheep Nutrition*, CAB Publishing.
- Puppel, K., & Kuczyńska, B. (2016). Metabolic profiles of cow's blood; a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(13), 4321-4328.
- Radostitis O.M., Gay C.C., Blood D.C. et al. (2007). *Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovi-*

- nos, suínos, caprinos e equinos. 9ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1707p
- Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, et al. (2007). Acute carbohydrate engorgement of ruminants (Ruminal lactic acidosis, rumen overload). In: Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, et al, editors. *Veterinary medicine*. 10th edition. Philadelphia: Saunders Elsevier, 314–25.
- Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, et al. (2010) *Veterinary Medicine, a Text Book of the Disease of Cattle, Horses, Sheep, Goats, and Pigs*. (10th edn), Elsevier, New York, pp. 1516-1579.
- Rajan, G. H., Morris, C. A., Carruthers, V. R., et al. (1996). The relative abundance of a salivary protein, BSP30, is correlated with susceptibility to bloat in cattle herds selected for high or low bloat susceptibility. *Animal Genetics*, 27(6), 407-414.
- Ralph, A., & McArdle, H. (2001). Copper metabolism and copper requirements in the pregnant mother, her fetus, and children. *Copper in the Environment and Health*. International Copper Association, New York.
- Ram, L., Schonewille, J. T., Martens, H., et al. (1998). Magnesium absorption by wethers fed potassium bicarbonate in combination with different dietary magnesium concentrations. *Journal of Dairy Science*, 81(9), 2485-2492.
- Rankins Jr, D. L., & Pugh, D. G. (2011). *Feeding and Nutrition. Sheep & Goat Medicine-E-Book: Sheep & Goat Medicine-E-Book*, 18.
- Rebhun, W. C. (1995). Abdominal diseases. *Diseases of dairy cattle* (Rebhun WC, ed). Williams and Wilkins, Media, PA, USA, 106-154.
- Reilly, L. K., Baird, A. N., & Pugh, D. G. (2012). Diseases of the musculoskeletal system. In *Sheep and Goat Medicine* (pp. 291-324). WB Saunders.
- Reinhardt, T. A., Horst, R. L., & Goff, J. P. (1988). Calcium, phosphorus, and magnesium homeostasis in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 4(2), 331-350.
- Reinhardt, T. A., Lippolis, J. D., McCluskey, B. J., et al. (2011). Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *The Veterinary Journal*, 188(1), 122-124.
- Reist, M., Erdin, D., Von Euw, D., et al. (2002). Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. *Journal of dairy science*, 85(12), 3314-3327.
- Rerat, M., Philipp, A., Hess, H. D., et al. (2009). Effect of different potassium levels in hay on acid-base status and mineral balance in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(12), 6123-6133.
- Rezac, D.J.A. (2010). Thesis: Dietary Cation Anion Difference and acidified co-products: Effects on peripartum dairy cows. Manhattan, Kansas: B.S.Kansas State University.
- Rick, J. R., Anderson, B. E., & Randle, R. F. (2010). Bloat Prevention and Treatment in Cattle. *IANR* pp. 1-4.
- Rico, J. E., & Barrientos-Blanco, M. A. (2024). Invited Review: Ketone biology: the shifting paradigm of ketones and ketosis in the dairy cow. *Journal of Dairy Science*. 107:6; S3367-3388,
- Rico, J. E., Bandaru, V. V. R., Dorskind, J. M., et al. (2015). Plasma ceramides are elevated in overweight Holstein dairy cows experiencing greater lipolysis and insulin resistance during the transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Dairy Science*, 98(11), 7757-7770.
- Rico, J. E., Saed Samii, S., Mathews, A. T., et al. (2017). Temporal changes in sphingolipids and systemic insulin sensitivity during the transition from gestation to lactation. *PLoS One*, 12(5), e0176787.
- Rivero, M. J., & Anrique, R. (2015). Milk fat depression syndrome and the particular case of grazing cows: A review. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science*, 65(1), 42-54.
- Rizwan, M., Khan, O. A., Sarwar, M., et al. (2016). Swayback disease in ruminants: a review. *Applied Sciences and Business Economics*, 3(2), 40-44.
- Roberts, K. I., & McDougall, S. (2019). Risk factors for subclinical hypocalcaemia, and associations between subclinical hypocalcaemia and reproductive performance, in pasture-based dairy herds in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*, 67(1), 12-19.
- Roberts, T., Chapinal, N., LeBlanc, S. J., et al. (2012). Metabolic parameters in transition cows as indicators for early-lactation culling risk. *Journal of Dairy Science*, 95(6), 3057-3063.
- Robinson, D. L., Kappel, L. C., & Boling, J. A. (1989). Management practices to overcome the incidence of grass tetany. *Journal of Animal Science*, 67(12), 3470-3484.
- Roche, J. R., & Berry, D. P. (2006). Periparturient climatic, animal, and management factors influencing the incidence of milk fever in grazing systems. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2775-2783.
- Rodriguez, A. M., Schild, C. O., Cantón, G. J., et al. (2018). White muscle disease in three selenium deficient beef and dairy calves in Argentina and Uruguay. *Ciência Rural*, 48(5), e20170733.
- Rodríguez, E. M., Arís, A., & Bach, A. (2017). Associations between subclinical hypocalcemia and postparturient diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(9), 7427-7434.
- Rohn, M., Tenhagen, B. A., & Hofmann, W. (2004). Survival of dairy cows after surgery to correct abomasal displacement: 1. Clinical and laboratory parameters and overall survival. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 51(6), 294-299.
- Rosol, T., & Gröne, A. (2016). *Jubb, Kennedy, and Palmer's Pathology of Domestic Animals: Endocrine Glands*. In M. G. Maxie (Ed.), *Jubb, Kennedy, and Palmer's Pathology of Domestic Animals* (6 ed., Vol. 3, pp. 269). Elsevier.
- Rukkwamsuk, T., Wensing, T., & Geelen, M. J. (1999). Effect of fatty liver on hepatic gluconeogenesis in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82(3), 500-505.
- Sakauchi, R., & Hoshino, S. (1981). Microbial characteristics of ruminal fluid from feedlot bloat beef cattle. *The Journal of General and Applied Microbiology*, 27(2), 145-155.
- Samii, S. S., Rico, J. E., Mathews, A. T., et al. (2019). Effects of body condition score on direct and indirect measurements of insulin sensitivity in periparturient dairy cows. *Animal*, 13(11), 2547-2555.

- Sanming L. (2016). *Physical Chemistry*. 8 ed. Beijing: People's Health Publishing House.
- Sattler, N., & Fecteau, G. (2014). Hypokalemia syndrome in cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 30(2), 351-357.
- Sattler, N., Fecteau, G., Girard, C., et al. (1998). Description of 14 cases of bovine hypokalaemia syndrome. *Veterinary Record*, 143(18), 503-507.
- Sattler, N., Fecteau, G., He 'lie, P., et al. (2000). Etiology, forms, and prognosis of gastrointestinal dysfunction resembling vagal indigestion occurring after surgical correction of right abomasal displacement. *Canadian Veterinary Journal* 41, 777-785.
- Schoenian S. (2014). Abomasal bloat. *Marylan Small Ruminant Page*. Access on: 20/07/2024.
- Schonewille, J. T., Everts, H., Jittakhot, S., et al. (2008). Quantitative prediction of magnesium absorption in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 271-278.
- Schultze, W. D., & Bright, S. C. (1983). Changes in penetrability of bovine papillary duct to endotoxin after milking. *American Journal of Veterinary Research*, 44(12), 2373-2375.
- Schulz, K., Frahm, J., Kersten, S., et al. (2015). Effects of elevated parameters of subclinical ketosis on the immune system of dairy cows: in vivo and in vitro results. *Archives of Animal Nutrition*, 69(2), 113-127.
- Schweigel, M., Vormann, J., & Martens, H. (2000). Mechanisms of Mg<sup>2+</sup> transport in cultured ruminal epithelial cells. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 278(3), G400-G408.
- Seely, C. R., & McArt, J. A. A. (2023). The association of subclinical hypocalcemia at 4 days in milk with reproductive outcomes in multiparous Holstein cows. *JDS Communications*, 4(2), 111-115.
- Seely, C. R., Wilbur, C. N., Fang, K. M., et al. (2024). Effects of timing of oral calcium administration on milk production in high-producing early-lactation Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 107(3), 1620-1629.
- Shapira, R. & Paster, N., (2004). Control of mycotoxins in storage and techniques for their decontamination. In M. Magan, N. Olsen (Ed.), *Mycotoxins in Food. Detection and Control*. (pp. 190-223). Elsevier
- Shaver, R. D. (1997). Nutritional risk factors in the etiology of left displaced abomasum in dairy cows: A review. *Journal of Dairy Science*, 80, 2449-2453.
- Shi, X., Li, D., Deng, Q., et al. (2015). NEFAs activate the oxidative stress-mediated NF- $\kappa$ B signaling pathway to induce inflammatory response in calf hepatocytes. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 145, 103-112.
- Smith, B. P. (Hg.) (2002): *Abomasal Displacement and Volvulus*. Unter Mitarbeit von C. Guard. 3rd Edition. St. Louis, Missouri
- Smith, G.W. (2012). Fumonisin. In: Gupta R.C. (Ed.), *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles* (second edition), Elsevier Inc., pp. 1205-1219.
- Smith, G. W., & Berchtold, J. (2014). Fluid therapy in calves. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 30(2), 409-427.
- Smith, G. W., & Correa, M. T. (2004). The effects of oral magnesium hydroxide administration on rumen fluid in cattle. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 18(1), 109-112.
- Snyder, E., & Credille, B. (2017). Diagnosis and treatment of clinical rumen acidosis. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 33(3), 451-461.
- Songer, J. G., & Miskimins, D. W. (2005). Clostridial abomasitis in calves: case report and review of the literature. *Anaerobe*, 11(5), 290-294.
- Sordillo, L. M. (2016). Nutritional strategies to optimize dairy cattle immunity. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4967-4982.
- Sordillo, L. M., & Raphael, W. (2013). Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 29(2), 267-278.
- Spears, J. W. (2003). Trace mineral bioavailability in ruminants. *The Journal of Nutrition*, 133(5), 1506S-1509S.
- Steenefeld W, Amuta P, van Soest FJS, et al. (2020). Estimating the combined costs of clinical and subclinical ketosis in dairy cows. *PLoS ONE*. 15:e0230448.
- Stone, W. C. (2004). Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 87, E13-E26.
- Stone, W.C. (1999). The effect of subclinical rumen acidosis on milk components. In: *Proceedings of the Cornell Nutrition Conference of Feed Manufacturers*, Syracuse, N.Y. Cornell University, Ithaca, NY, USA, pp. 40-46
- Stout, P. R., Brownell, J., & Burau, R. G. (1967). Occurrences of Trans-Aconitate in Range Forage Species 1. *Agronomy Journal*, 59(1), 21-24.
- Sun, X., Xu, S., Liu, T., et al. (2024). Zinc supplementation alleviates oxidative stress to inhibit chronic gastritis via the ROS/NF- $\kappa$ B pathway in mice. *Food & Function*, 1;15(13):7136-7147.
- Sundrum, A. (2015). Metabolic disorders in the transition period indicate that the dairy cows' ability to adapt is overstressed. *Animals*, 5(4), 978-1020.
- Suttle, N.F. (2010). *Mineral Nutrition of Livestock*, 4th ed.; CABI: Oxfordshire, UK,
- Tadesse, E., & Belete, L. (2015). An overview on milk fever in dairy cattle in and around West Shoa. *World Journal of Biology and Medical Science*, 2, 115-125.
- Tajik, J., Mohammadi, G. R., Rad, M., et al. (2010). Hemorrhagic bowel syndrome in dairy cattle in Iran: a case report. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 11: 180-183.
- Takagi, H., & Block, E. (1991). Effects of various dietary cation-anion balances on response to experimentally induced hypocalcemia in sheep. *Journal of Dairy Science*, 74(12), 4215-4224.
- Tammaing, S., Luteijn, P. A., & Meijer, R. G. M. (1997). Changes in composition and energy content of liveweight loss in dairy cows with time after parturition. *Livestock Production Science*, 52(1), 31-38.
- Tan, Z., Liu, J., & Wang, L. (2024). Factors affecting the rumen fluid foaming performance in goat fed high concentrate diet. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1299404.
- Tao, S., Duanmu, Y., Dong, H., et al. (2014). A high-concentrate diet induced colonic epithelial barrier disruption is associated with the activating of cell apoptosis

- in lactating goats. *BMC Veterinary Research*, 10, 1-10.
- Thilsing-Hansen, T., Jørgensen, R. J., Enemark, J. M. D., et al. (2002). The effect of zeolite A supplementation in the dry period on periparturient calcium, phosphorus, and magnesium homeostasis. *Journal of Dairy Science*, 85(7), 1855-1862.
- Tinker, D. O. N. A. L. D., & Rucker, R. B. (1985). Role of selected nutrients in synthesis, accumulation, and chemical modification of connective tissue proteins. *Physiological Reviews*, 65(3), 607-657.
- Trefz, F. M., Constable, P. D., Sauter-Louis, C., et al. (2013). Hyperkalemia in neonatal diarrheic calves depends on the degree of dehydration and the cause of the metabolic acidosis but does not require the presence of acidemia. *Journal of Dairy Science*, 96(11), 7234-7244.
- Tsiamadis, V., Banos, G., Panousis, N., et al. (2016). Genetic parameters of subclinical macromineral disorders and major clinical diseases in postparturient Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 99(11), 8901-8914.
- Tsioulpas, A., Grandison, A. S., & Lewis, M. J. (2007). Changes in physical properties of bovine milk from the colostrum period to early lactation. *Journal of Dairy Science*, 90(11), 5012-5017.
- Tsuchiya, Y., Kawahara, N., Kim, Y. H., et al. (2020). Changes in oxidative stress parameters in healthy and diseased Holstein cows during the transition period in Yamagata Prefecture, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 82(7), 955-961.
- Tufarelli, V., Puvča, N., Glamočić, D., et al. (2024). The Most Important Metabolic Diseases in Dairy Cattle during the Transition Period. *Animals*, 14(5), 816.
- Tveit, B., Langaas, F., Svendsen, M., et al. (1992). Etiology of acetonemia in Norwegian cattle. 1. Effect of ketogenic silage, season, energy level, and genetic factors. *Journal of Dairy Science*, 75(9), 2421-2432.
- Underwood, W. J., Blauwiel, R., Delano, M. L., et al. (2015). Biology and diseases of ruminants (sheep, goats, and cattle). In *Laboratory animal medicine* (pp. 623-694). Academic Press.
- van den Top, A. M., Geelen, M. J., Wensing, T., et al. (1996). Higher postpartum hepatic triacylglycerol concentrations in dairy cows with free rather than restricted access to feed during the dry period are associated with lower activities of hepatic glycerolphosphate acyltransferase. *The Journal of Nutrition*, 126(1), 76-85.
- Van Dorp, T. E., Dekkers, J. C. M., Martin, S. W., et al. (1998). Genetic parameters of health disorders, and relationships with 305-day milk yield and conformation traits of registered Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 81(8), 2264-2270.
- Van Emon, M., Sanford, C., & McCoski, S. (2020). Impacts of bovine trace mineral supplementation on maternal and offspring production and health. *Animals*, 10(12), 2404.
- Van Kruiningen, H. J., Nyaoke, C. A., Sidor, I. F., et al. (2009). Clostridial abomasal disease in Connecticut dairy calves. *The Canadian Veterinary Journal*, 50(8), 857.
- Van Metre, D. C., Tyler, J. W., & Stehman, S. M. (2000). Diagnosis of enteric disease in small ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 16(1), 87-115.
- Van Mosel, M., van 't Klooster, A. T., & Wouterse, H. S. (1991). Effects of a deficient magnesium supply during the dry period on bone turnover of dairy cows at parturition. *Veterinary Quarterly*, 13(4), 199-208.
- Van Saun, V.J. (2024). *Grass Tetany: A Disease of Many Challenges*. PennState Extension.
- Van Winden, S. C. L., Brattinga, C. R., Müller, K. E., et al. (2002). Position of the abomasum in dairy cows during the first six weeks after calving. *Veterinary Record*, 151(15), 446-449.
- Van Winden, S. C. L., Jorritsma, R., Müller, K. E., et al. (2003). Feed intake, milk yield, and metabolic parameters prior to left displaced abomasum in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1465-1471.
- Van Winden, S. C. L., Muller, K. E., Noordhuizen, J. P. T. M., et al. (2004). Changes in the feed intake, pH and osmolality of rumen fluid, and the position of the abomasum of eight dairy cows during a diet-induced left displacement of the abomasum. *Veterinary Record*, 154(16), 501-504.
- VandeHaar, M. J., & St-Pierre, N. (2006). Major advances in nutrition: Relevance to the sustainability of the dairy industry. *Journal of Dairy Science*, 89(4), 1280-1291.
- Vardar-Sukan, F. (1998). Foaming: consequences, prevention and destruction. *Biotechnology Advances*, 16(5-6), 913-948.
- Vazquez-Anon, M., Bertics, S., Luck, M., et al. (1994). Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77(6), 1521-1528.
- Vestweber, J. G. E. & Al-Ani, F.K. (1983). Udder edema in cattle. *Compendium Contin. Educ.*, 5 (1983), pp. S5-S12
- Vohra, A., Syal, P., & Madan, A. (2016). Probiotic yeasts in livestock sector. *Animal Feed Science and Technology*, 219, 31-47.
- Wachter, S., Cohrs, I., Golbeck, L., et al. (2022). Effects of restricted dietary phosphorus supply during the dry period on productivity and metabolism in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 105(5), 4370-4392.
- Wang, Y., Majak, W., & McAllister, T. A. (2012). Frothy bloat in ruminants: cause, occurrence, and mitigation strategies. *Animal Feed Science and Technology*, 172(1-2), 103-114.
- Wang, Y., McAllister, T. A., & Acharya, S. (2015). Condensed tannins in sainfoin: composition, concentration, and effects on nutritive and feeding value of sainfoin forage. *Crop Science*, 55(1), 13-22.
- Wang, Y., Wang, L., Wang, Z., et al. (2023). Recent advances in research in the rumen bloat of ruminant animals fed high-concentrate diets. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1142965.
- Weimer, P. J., Stevenson, D. M., & Mertens, D. R. (2010). Shifts in bacterial community composition in the rumen of lactating dairy cows under milk fat-depressing conditions. *Journal of Dairy Science*, 93(1), 265-278.
- Whiteford, L. C., & Sheldon, I. M. (2005). Association between clinical hypocalcaemia and postpartum endometritis. *Veterinary Record*, 157: 202-203.
- Whitlow, L. W., & Hagler, W. M. (2005). Mycotoxins in dairy cattle: Occurrence, toxicity, prevention and treatment. In *Proc. Southwest Nutrition Conference* (pp.

- 124-138).
- WHO (2023). Mycotoxins. <https://www.who.int>. Erişim Tarihi: 06/08/2024
- Wilms, J., Wang, G., Doelman, J., et al. (2019). Intravenous calcium infusion in a calving protocol disrupts calcium homeostasis compared with an oral calcium supplement. *Journal of Dairy Science*, 102(7), 6056-6064.
- Wu, G. (2020). Management of metabolic disorders (including metabolic diseases) in ruminant and nonruminant animals. In *Animal Agriculture* (pp. 471-491). Academic Press
- Xia, G., Sun, J., Fan, Y., et al. (2020).  $\beta$ -sitosterol attenuates high grain diet-induced inflammatory stress and modifies rumen fermentation and microbiota in sheep. *Animals*, 10(1), 171.
- Xu FWL. (2021). Research progress on the mechanism of rumen distention induced by high concentrate diets. *Journal of Animal Nutrition*, 33, 118-23.
- Xu, C., Li, Y., Xia, C., et al. (2015). <sup>1</sup>H NMR-based plasma metabolic profiling of dairy cows with Type I and Type II ketosis. *Pharmaceutica Analytica Acta*, 6(2), 328.
- Yami, A., & Zewdie, S. (2009). Bloat in sheep and goats: causes, prevention and treatment. *Technical Bulletin*, (31), 1-9.
- Yirdachew, T., & Mekonnen, G. (2022). Review on Bloat in Cattle. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Sciences*, 5(1), 1101
- Zain, M. E. (2011). Impact of mycotoxins on humans and animals. *Journal of Saudi Chemical Society*, 15(2), 129-144.
- Zebeli, Q., Aschenbach, J. R., Tafaj, M., et al. (2012). Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 95(3), 1041-1056.
- Zebeli, Q., Dijkstra, J., Tafaj, M., et al. (2008). Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. *Journal of Dairy Science*, 91(5), 2046-2066.
- Zebeli, Q., Sivaraman, S., Dunn, S., et al. (2011). Intermittent parenteral administration of endotoxin triggers metabolic and immunological alterations typically associated with displaced abomasum and retained placenta in periparturient dairy cows. In: *Journal of Dairy Science* 94 (10), S. 4968-4983
- Zelal, A. (2017). Hypomagnesemia Tetany in Cattle. *Advances in Dairy Research*. 5;2; 1000178
- Zerbe, H., Schneider, N., Leibold, W., et al. (2000). Altered functional and immunophenotypical properties of neutrophilic granulocytes in postpartum cows associated with fatty liver. *Theriogenology*, 54(5), 771-786.
- Zhang, G., & Ametaj, B. N. (2020). Ketosis an old story under a new approach. *Dairy*, 1(1), 5.
- Zhao, C., Liu, G., Li, X., et al. (2018). Inflammatory mechanism of Rumenitis in dairy cows with subacute ruminal acidosis. *BMC Veterinary Research*, 14, 1-8.
- Zhu, L.H., Armentano, L.E., Bremmer, D.R., et al. (2000). Plasma concentration of urea, ammonia, glutamine around calving and their relation to liver triglyceride, to plasma ammonia removal and blood acid-base balance. *Journal of Dairy Science*, 83, 734-740.
- Zinedine, A., Soriano, J. M., Moltó, J. C., et al. (2007). Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: an oestrogenic mycotoxin. *Food and Chemical Toxicology*, 45(1), 1-18.

## Bölüm 15

# Etlik Piliçlerin Beslenmesi

Eren KUTER<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Birçok ülkenin tarım ve gıda sektörlerinin 21. yüzyılda büyük zorluklarla karşı karşıya kalabileceği düşünülmektedir. İnsan tüketimine sunulan et, süt ve yumurta gibi hayvansal kökenli gıda üretiminin artırılması için söz konusu alanlara doğrudan ya da dolaylı olarak dahil olan tüm sektörler baskı altındadır.

Hayvansal kökenli gıda gereksiniminin karşılanmasında kritik öneme sahip olan kanatlı sektörü, hayvancılık alanında en hızlı büyüyen sektördür. Yüksek verimli hatların geliştirilmesi, üretim ve işleme tesislerinin modernizasyonu, ideal bakım ve besleme koşulları sağlandığında üretimin birörnek olması gibi etmenler kanatlı sektörünün hızlı büyümesini tetikleyen temel unsurlardır. Günümüzde üretimi yapılan toplam kanatlı hayvan sayısı 50 yıl öncesine göre 5 kat artmış durumdadır. Hayvansal üretim alanında faaliyet gösteren tüm sektörler göz önüne alındığında son 50 yıllık süreçte kanatlı sektörü yıllık ortalama %5 büyüme oranıyla diğer çiftlik hayvanlarındaki büyüme göre (besi sığırı %1,5; domuz %3,1; küçükbaş %1,7)

başı çekmektedir. Kanatlı sektörünün en önemli bileşenlerinden olan etlik piliç yetiştiriciliği ise 2005-2050 yılları arasında %121 büyüme beklentisi (yumurta sektörü ise %65) ile bu alanda öncü durumdadır.

Etlik piliçlerin üzerinde uzun yıllardır yapılan ve günümüzde de devam eden ıslah ve besleme çalışmalarında başarılı sonuçlar alınmıştır. Kanatlı sektöründe 1940'tan beri süregelen ekonomik, üretimsel ve verimlilikteki (karkas ve parça verimi) büyüme %85-90 oranında genetik iyileştirme ile ilişkilidir, çevresel faktörlerin etkinliği (%10-15) genetiğe kıyasla düşük kalmaktadır. Çevresel faktörler arasında ise besleme etki bakımından ilk sırada yer alır. Tablo 1'de sunulan Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Tavuk Konseyi (National Chicken Council) verilerine göre 1925-2015 yılları arasında etlik piliçlerin ortalama beslenme süresi 112 günden 48 güne, ölüm oranı %18'den %4,8'e ve yemden yararlanma oranı 4,7'den 1,89'a düşürülmüş, aynı süreçte kesim ağırlığı ise yaklaşık 2,5 kat arttırılmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan etlik piliç hatlarında 42 günlük besleme süresinde

**Tablo 1: Etlik piliç yetiştiriciliğine ait bazı parametrelerin yıllara bağlı değişimi**

Yıllar	Kesim yaşı, gün	Kesim ağırlığı, g	YYO, g/g	Ölüm oranı, %
1925	112	1133	4,70	18,0
1950	70	1397	3,00	8,0
1975	56	1705	2,10	5,0
2000	47	2281	1,95	5,0
2015	48	2775	1,89	4,8

YYO: Yemden yararlanma oranı [YYO = Yem tüketimi / (Kesim ağırlığı - Başlangıç CA)]

<sup>1</sup> Doç. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., ORCID iD: 0000-0003-4536-9058

**KAYNAKLAR**

- Aviagen. *European Ross 308 Parent Stock: Nutrition Specifications*. Aviagen; 2021.
- Aviagen. *European Ross 308 Parent Stock: Performance Objectives*. Aviagen; 2021.
- Aviagen. *Parent Stock Management Handbook*. Aviagen; 2023.
- Baker DH, Han Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks post-hatching. *Poultry Science*. 1994;73: 1441–1447. doi: 10.3382/ps.0731441
- Baker DH. Ideal amino acid profile for maximal protein accretion and minimal nitrogen excretion in swine and poultry. In: *Proceedings of the Cornell Nutrition Conference. 56th Meeting*, 18–20 October 1994; Rochester, New York, USA, (pp. 134–139).
- Banday MT, Adil S, Wani MA. *Recent Advances in Poultry Nutrition*. New Delhi, India: NIPA Genx Electronic Resources & Solutions P. Ltd.; 2023.
- Carre B. Carbohydrate chemistry of the feedstuffs used for poultry. McNab JM, Boorman KN (Ed.), *Poultry feedstuffs: supply, composition and nutritive value* içinde. Oxfordshire, UK: Cabi Publishing; 2002. p. 39–56.
- Ciminari ME, Caviedes Vidal EJ, Chediack JG. Activity of digestive enzymes in chicken's small intestine and caeca: Effect of dietary protein and carbohydrate content. *Asian Journal of Poultry Science*. 2014;8(3): 49–63. doi: 10.3923/ajpsaj.2014
- de Gussen M. *Broiler Signals a Practical Guide to Broiler Focused Management*. Netherlands: Roodbont Agricultural Publishers; 2018.
- Decuyper E, Bruggeman V, Everaert N, et al. The broiler breeder paradox: ethical, genetic and physiological perspectives, and suggestions for solution. *British Poultry Science*. 2012;51(5): 569–579. doi:10.1080/00071668.2010.519121
- Dei H. Advances in poultry nutrition research – a review. Patra A (Ed.), *Advances in poultry nutrition research* içinde. IntechOpen; doi:10.5772/intechopen.91547.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United States). *Food Outlook Biannual Report on Global Food Markets*. The United States of America: FAO; 2017.
- Hendriks WH, Verstegen MWA, Babinszky L. *Poultry and Pig Nutrition Challenges of 21<sup>st</sup> Century*. Netherlands: Wageningen Academic Publishers; 2019.
- Hill FW, Anderson DL. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. *Journal of Nutrition*. 1958;64: 587–603. doi:10.1093/jn/64.4.587
- Hynd PI. *Animal nutrition from theory to practice*. Victoria, Australi: CSIRO Publishing; 2019.
- INRAE-CIRAD-AFZ Feed tables. Composition and nutritive values of feeds for cattle, sheep, goats, pigs, poultry, rabbits, horses and salmonids. (11/08/2024 tarihinde <https://www.feedtables.com/> adresinden ulaşılmıştır).
- Kallam NRK, Sejian V. Advances in poultry nutrition research – a review. Patra A (Ed.), *Advances in poultry nutrition research* içinde. IntechOpen; doi:10.5772/intechopen.91547.
- Kirkpatrick K, Fleming E. *Water quality*. AL, USA: Aviagen; 2008.
- Kleyn R, Chrystal P. *Broiler Nutrition Masterclass*. Leicestershire, UK: Context Products Ltd.; 2020.
- Kokoszynski D, Bernacki Z, Saleh M et al. Body conformation and internal organs characteristics of different commercial broiler lines. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 2017;19(1): 47–52. doi:10.1590/1806-9061-2016-0262
- Leeson S, Summers JD. *Commercial Poultry Nutrition* (3rd edition). Nottingham, UK: Nottingham University Press; 2009.
- Lott, BD, Dozier WA, Simmons JD, et al. 2003. Water flow rates in commercial broiler houses. *Poultry Science*. 2003;82(Suppl.1): 102.
- Mack S, Bercovici D, De Groote G, et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. *British Poultry Science* 1999;10: 192–196. doi:10.1080/00071669987683
- Mottet A, Tempio G. Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*. 2017;73(2): 245–256. doi:10.1017/S0043933917000071
- NRC. *Nutrient Requirements of Poultry* (8th ed), Washington D.C., USA: National Academy Press; 1984.
- NRC. *Nutrient Requirements of Poultry* (9th ed), Washington D.C., USA: National Academy Press; 1994.
- Petracci M, Cavani C. Muscle growth and poultry meat quality issues. *Nutrients*. 2012;4(1): 1–12. doi:10.3390/nu4010001
- Petracci M, Mudalal S, Soglia F, et al. Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*. 2015;71(2): 363–374. doi:10.1017/S0043933915000367
- Proszkowiec-Weglarz M. Gastrointestinal anatomy and physiology. Scanes CG, Dridi S (Ed.), *Sturkie's Avian Physiology* içinde. Cambridge, MA, USA: Academic Press; 2022. p. 485–527.
- Ravindran V, Abdollahi MR. Nutrition and digestive physiology of the broiler chick: state of the art and outlook. *Animals*. 2021;11(10): 2795. doi:10.3390/ani11102795
- Reece WO, Trampel DW. Avian digestion. Reece WO, Erickson HH, Goff JP, Uemura EE (Ed.), *Duke's Physiology of Domestic Animals* (13th edition) içinde. IA, USA: John Wiley & Sons, Inc.; 2015. p. 532–540.
- Rodiment TM. *Nutrition guide: Feed ingredients formulation in digestible amino acids*. France: Rhone-Poulenc Animal Nutrition; 1993.
- Saçaklı P. Exogen enzymes: phytase. Saçaklı P (Ed.), *Enzymes in poultry nutrition* içinde. Ankara, Türkiye: Türkiye Klinikleri; 2024. p. 26–31.
- Sakomura NK, Silva EP, Dorigam JCP, et al. Modeling amino acid requirements of poultry. *Journal of Applied Poultry Research*. 2015;24: 267–282. doi:10.3382/japr/pfv024
- Scanes CG, Christensen KD. *Poultry Science* (5th edition). IL, USA: Waveland Press Inc.; 2020.
- Svihus B, Itani K. Intestinal passage and its relation to digestive processes. *Journal of Applied Poultry Research*. 2019;28(3): 546–555. doi:10.3382/japr/pfy027
- Svihus B. Function of the digestive system. *Journal of Applied Poultry Research*. 2014;23(2):306–314. doi:10.3382/



japr.2014-00937

- Swennen Q, Decuyper E, Buyse J. Implanting of dietary macronutrients for growth and metabolism in broiler chickens. *World's Poultry Science*. 2007;63: 541–556. doi:10.1017/S0043933907001602
- Taherkhani R, Shivazad M, Zaghari M, et al. Comparison of different ideal amino acid ratios in male and female broiler chickens of 21 to 42 days of age. *The Journal of Poultry Science*. 2008;45: 15–19. doi:10.2241/jpsa.45.15
- The National Chicken Council. Industrial consumer research. (12/03/2018 tarihinde <https://www.nationalchickencouncil.org/about-the-industry/consumer-research/> adresinden ulaşılmıştır).
- Tillman PB. Determination of nutrient value for commercial amino acids. *Journal of Applied Poultry Research*. 2019;28: 526–530. doi:10.3382/japr/pfz010
- USDA. Production – chicken meat. (05/08/2024 tarihinde <https://fas.usda.gov/data/production/commodity/0115000> adresinden ulaşılmıştır).
- Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publishers; 2019.
- Windhorst HW. Dynamics and pattern of global poultry-meat production. Petracci M, Berri C (Ed.), *Poultry quality evaluation quality attributes and consumer values* içinde Sawston, UK: Woodhead Publishing; 2017. p. 1–25.
- Wu G. Dietary requirements of synthesisable amino acids by animals: a paradigm shift in protein nutrition. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2014;5: 34–46. doi:10.1186/2049-1891-5-34
- Zhao JP, Chen JL, Zhao GP, et al. Live performance, carcass composition, and blood metabolite responses to dietary nutrient density in two distinct broiler breeds of male chickens. *Poultry Science*. 2009;88(12): 2575–2584. doi:10.3382/ps.2009-00245
- Zuidhof MJ, Schneider BL, Carney VL, et al. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science*. 2014;93(12): 2970–2982. doi:10.3382/ps.2014-04291

## Bölüm 16

# Yumurtacı Tavukların Beslenmesi

Seda İFLAZOĞLU MUTLU<sup>1</sup>  
Pınar TATLI SEVEN<sup>2</sup>

### GİRİŞ

Kümes hayvanları ve yumurta üretiminde küresel düzeyde dikkate değer bir artış yaşanmaktadır. Bu artış, tüketicilerin tavuk eti ve yumurtasına yönelik yüksek talebinden kaynaklanmaktadır. Tavuk eti ve yumurtası, düşük yağ içeriği ile birlikte yüksek kaliteli protein, vitamin ve minerallerin önemli bir kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, yumurtalar sadece doğrudan tüketim amacıyla değil, aynı zamanda işlenmiş gıda üretiminde de çok yönlü bir bileşen olarak kullanılmaktadır. Talepteki artış, tavukçuluk sektöründe yetiştirme süreçlerinin yeni bir düzeye taşınmasını gerektirmektedir. Bu süreç, gelişmiş genetik yapının yanı sıra, tavukların bakım, büyüme ve yumurta üretimi gereksinimlerini karşılayan özel olarak formüle edilmiş karma yemlerin kullanımıyla desteklenmektedir. Bununla birlikte, hastalık ve parazitlerin etkin kontrolü, sıcaklık, nem ve altlık gibi çevresel faktörlerin yönetimi, tavukların sağlıklı ve verimli bir ortamda yetiştirilmelerini sağlamaktadır. Beslenme, tavukların hastalıklara karşı direnç gösterme kapasitelerini ve dolayısıyla kaliteli yumurta üretme yeteneklerini doğrudan etkileyerek sürü sağlığının güvence altına alınmasında kritik bir rol oynar. Yumurta üretiminde en büyük maliyet unsurunu besleme oluşturur. Bu nedenle, üreticiler genellikle kârı maksimize eden bir besleme programı benimsemekte, hem üretim verimliliğini artırmak hem de maliyetleri optimize etmek

amacıyla besin içeriğine ve yem formülasyonlarına önem vermektedir.

Yem ham maddeleri, ticari kümes hayvancılığı sistemindeki en kritik girdidir ve yumurta üretiminin toplam maliyetindeki en büyük maliyet unsurudur. Tavukçuluk işletmelerinde yem harcamaları, toplam üretim maliyetinin %65-70'ini oluşturur. Yem kalitesi üretim performansını ve dolayısıyla üretim maliyetini etkiler. Yumurtacı tavuk sektörü, en düşük maliyetli yem yerine yumurta başına yem maliyetinin en az olması gerektiği kavramına odaklanmaktadır. Yem formüllerinin optimizasyonu ve dolayısıyla üretim verimliliğinin en üst düzeye çıkarılması, ticari yumurtacı tavuk beslemede temel faktördür. Entegre işletmelerde yem, kalite güvencesiyle yem maliyetini düşürecek şekilde kendi tesislerinde hazırlanmaktadır.

Son yıllarda bir kg yumurta üretmek için tüketilen yem miktarında belirgin bir azalma olduğu görülmüştür. Tavuk beslemenin temellerini kavrayabilmek ve yemi verimli ve ekonomik bir şekilde yumurtaya dönüştürebilmek için tavukların sindirim sistemi, beslenme özellikleri ve besleme uygulamaları ile ilgili temel bilgilerin bilinmesi gereklidir. Yumurta üretiminde başarı, genetik olarak üstün ve sağlıklı tavuklara, iyi bakım ve besleme koşullarının uygulanmasıyla elde edilebilir.

<sup>1</sup> Doç. Dr., Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., siflazoglu@firat.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-6835-2171

<sup>2</sup> Prof. Dr. Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., ptatli@firat.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-0067-4190

## KAYNAKLAR

- Balevi T, Kahraman O, İnanç ZS. Organik yumurta tavukçuluğu. Balevi T (Ed.), *Kanatlıların beslenmelerinde son gelişmeler* içinde. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2023. p.1-7.
- Barszcz M, Tusnio A, Taciak M. Poultry nutrition. In: Stadnicka K, Dunisławska A, Tylkowski B (eds.) *Poultry science*. Berlin, Boston: De Gruyter; 2023. p. 1-40.
- Bonnefous C, Collin A, Guilloteau LA, et al. Welfare issues and potential solutions for laying hens in free range and organic production systems: A review based on literature and interviews. *Frontiers in Veterinary Science* 2022; 9: 952922. doi: 10.3389/fvets.2022.952922
- Bryden WL, Li X, Ruhnke I, et al. Nutrition, feeding and laying hen welfare. *Animal Production Science*. 2021; 61: 893-914. doi: 10.1071/AN20396
- Elnesr SS, Mahmoud BY, da Silva Pires PG, et al. Trace minerals in laying hen diets and their effects on egg quality. *Biological Trace Element Research*. 2024; 202(12): 5664-5679. doi: 10.1007/s12011-024-04121-8
- El-Sabroun K, Aggag S, Mishra B. Advanced practical strategies to enhance table egg production. *Scientifica (Cairo)*. 2022; 1393392. doi: 10.1155/2022/1393392
- Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ, ve ark. *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*. (8. Baskı). Ankara: Elma Teknik Basım Matbaacılık Ltd. Şti.; 2020.
- FAO. *Poultry Development Review* 2013. Available from: <https://www.fao.org/4/i3531e/i3531e00.htm> (Accessed 12th July 2024).
- Fidan ED. Ticari Yumurtacı tavuklarda zorlamalı tüy dökümü programları. *Animal Health Production and Hygiene*. 2019; 8(1): 616-620.
- Gao Z, Zhang J, Li F, et al. Effect of oils in feed on the production performance and egg quality of laying hens. *Animals*. 2021; 11: 3482. doi: 10.3390/ani11123482
- Hy-Line Brown. *Commercial layers management guide 2024*. Available from: <https://www.hyline.com/literature/Brown> (Accessed 11th October 2024).
- Hy-Line W-36. *Commercial layers management guide 2024*. Available from: <https://www.hyline.com/literature/w-36> (Accessed 11th October 2024).
- Kara K, Kocaoğlu Güçlü B, Baytok E, et al. Effects of grape pomace supplementation to laying hen diet on performance, egg quality, egg lipid peroxidation and some biochemical parameters. *Journal of Applied Animal Research*. 2015; 44(1): 303-310. doi: 10.1080/09712119.2015.1031785
- Kara K, Kocaoğlu Güçlü B. Farklı tüy dökümü yöntemlerinin ve tüy dökümü sonrası karma yeme üzüm posası katılmasının performans, yumurta kalitesi ve yumurta lipid peroksidasyonuna etkisi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2012; 9(3): 157-168.
- Kellems RO, Church DC. *Çiftlik hayvanlarının yemleri ve beslenmesi*. (Müjdat Alp, Neşe Kocabağlı, Çev. Ed.). İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık; 2016.
- Kırkpınar F, Işık Ö. Organik yumurtacı tavukların beslenmesi. *AgriTR Science*. 2024; 6(1): 63-70.
- Korver DR. Review: Current challenges in poultry nutrition, health, and welfare. *Animal*. 2023;17: 100755. doi: 10.1016/j.animal.2023.100755
- Kurşun K, Çelik Güney M, Baylan M. Yerli ve yabancı yumurtacı tavuk hibritlerinde (Atabey, decalp white ve nick chick) yumurta iç ve dış kalite özelliklerinin karşılaştırılması. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2024; 7(1): 141-149.
- Kutlu HR. *Kanatlı hayvan besleme 2015*. (15/06/2024 tarihinde [http://www.zootekni.org.tr/upload/File/Kanatli%20C4%B1%20Besleme\\_Ders%20Notu\\_2023%20Edt.pdf](http://www.zootekni.org.tr/upload/File/Kanatli%20C4%B1%20Besleme_Ders%20Notu_2023%20Edt.pdf) adresinden ulaşılmıştır).
- Macelline SP, Toghiani M, Chrystal PV, et al. Amino acid requirements for laying hens: a comprehensive review. *Poultry Science*. 2021;100(5): 101036. doi: 10.1016/j.psj.2021.101036
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, et al. *Animal nutrition*. 8th ed. Harlow, England; New York: Pearson; 2022.
- Murugan M. *Commercial chicken egg production*. New Delhi, India: Replika Press; 2021.
- National Research Council (NRC). *Nutrient requirements of poultry*. 9th rev. ed. Washington DC: National Academy Press; 1994.
- Sarı M, Bolat D, Çerçi İH, et al. *Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları*. Malatya: Medipres; 2008.
- Sarıca M. *Yumurtacı tavuk ırkları*. (30/10/2024 tarihinde <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/msarica/110350/3.%20hafta%20YUMURTACI%20IRKLAR%20VE%20H%C4%B0BR%C4%B0TLER.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
- Scanes CG, Christensen KD. *Poultry science*. 5th ed. United States of America: Waveland Press; 2020.
- Sözcü A, İpek A. Kanatlı yetiştiriciliğinde serbest dolaşımli sistemde (Free Range) besleme teknikleri. *Hayvansal Üretim*. 2016; 57(2): 68-74.
- Wu G. *Principles of Animal Nutrition*. 1st ed. Boca Raton: CRC Press; 2018

## Bölüm 17

# Bıldırcın ve Hindi Besleme

Süleyman Ercüment ÖNEL<sup>1</sup>

### BILDIRCIN BESLEME

Bıldırcın beslemenin amacı et ve yumurta üretimi olup gelişmekte olan ülkelerin protein ihtiyaçlarını ekonomik olarak karşılama konusunda büyük potansiyele sahiptir. Endüstriyel kümes hayvanı yetiştiriciliğinde yer alan bıldırcının ticari üretiminde Çin, İspanya, Fransa, İtalya, Brezilya, ABD ve Japonya başlıca ülkelerdir. Çin, yılda 146.000 ila 190.000 ton et ve yaklaşık 90 milyar yumurta ile en büyük üreticidir. Doğu Asya (Çin, Japonya, Hong Kong), her yıl yaklaşık 9 milyar bıldırcın üreterek toplam bıldırcın ürünleri üretimine önemli bir katkı sağlamaktadır. Bıldırcın, dünya kanatlı üretiminin %0,2'sini oluştururken sofralık yumurtada yaklaşık %10'luk kısma sahiptir. Bu oranlardaki artış özellikle 1960'lardan sonra yeni üretim uygulamaları, genetik ve besleme iyileştirmeleri ile kaydedilmiştir. Ülkemizde bıldırcının av amaçlı tanınması çok eski olmakla birlikte, yumurta ve etinin tanınmasıyla bugün ekipman, kuluçka makinesi, damızlık hayvan üretebilen entegre işletmeler dışında küçük kapasiteli çok sayıda üretim işletmesi kurulmuştur. Özellikle bıldırcın eti sevilerek tüketilen bir ürün haline gelmiştir.

Kanatlı eti, kırmızı ete göre daha kısa sürede üretilmesi, düşük yağ oranına sahip olması, mineral ve vitamin açısından yeterli olup sindirimini kolay olması ve üretim maliyetinin düşük olması gibi avantajlara sahiptir. Tüketicinin kaliteli ete olan talebinin giderek artması ve özellikle de gelişmiş ülkelerde kanatlı etinin besleyici değerine yönelik bilincin gelişmesi tüketiciyi kanatlı etine yöneltmiştir. Bu sebeple kanatlı

etlerindeki kalitenin artırılmasına yönelik kümeden sofraya kadar olan kısımda birçok araştırma yapılmıştır. Kanatlı beslemede dengeli ve yeterli karma yemin yanında kullanılacak yem katkı maddelerinin önemi de gün geçtikçe artmaktadır. Bıldırcın beslemenin avantajları arasında; hızlı büyümeleri (5-6 haftalık yaşta cinsi olgunluğa erişme), canlı ağırlık (CA) bakımından seleksiyona tabi olmalarına rağmen barınma için ihtiyaç duydukları alanın oldukça küçük olması (120 bıldırcın/m<sup>2</sup>), çok katlı kafeslerde yetiştirilebilmesi, kuluçka randımanının yüksek olması (%70-80), yem tüketiminin düşük olması (4 haftada toplam 764 g yem), yumurta veriminin oldukça yüksek olması (250-300 adet/yıl), hastalıklara karşı direncin tavuk ve diğer kanatlılara nazaran daha yüksek olması ve aşı programı uygulanmadan üretimin tamamlanabilmesi sayılabilir. Bu özellikleri bıldırcının küresel olarak yayılmasını sağlamıştır.

Ticari üretimde en yaygın bıldırcın türleri arasında Japon (*Coturnix coturnix japonica*) ve Avrupa bıldırcını (*Coturnix coturnix coturnix*) bulunur. Japon bıldırcını endüstride ve bilimsel araştırma alanında en çok kullanılan bıldırcın haline gelmiştir. Bıldırcın yetiştiriciliğinde gözlenen et ve yumurta üretim oranlarındaki büyük ilerleme; genetik çalışmalar, yönetim teknikleri, barınma koşulları ve beslemenin iyileştirilmesi, yemde farklı bileşenlerin kullanıldığı çalışmaların artışı ve böylece üretim ihtiyaçlarının karşılanmasından kaynaklanmaktadır.

Bıldırcın karma yemlerinin kümes hayvanlarına nazaran daha yüksek miktarda protein gerektirdiği

<sup>1</sup> Doç. Dr. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., ercumentonel@gmail.com, ORCID iD: 0000-0001-6599-0541

büyüme eğilimine bağlı olarak besleme programının ayarlanması gerekebilir; canlı ağırlığı yüksek sürüler bir sonraki karma yeme daha erken geçmeli, şayet sürünün ortalama canlı ağırlığı düşük ise vücut ağırlığı hedeflerine ulaşılan kadar daha yüksek HP'li karma yeme daha uzun süre tabi tutulmalıdır. Yoğun yerleşim sıklığı veya yüksek sıcaklıklar gibi stres faktörleri yem alımlarının azalmasıyla CA kayıplarına sebep olabilir. Dişiler bu dönemde daha yüksek HP'li karma yemler ile eski formlarına döndürülmelidir. Dişi hindiler 20 haftalıktan itibaren pozitif bir büyüme yö- rüngesinde olmalıdır. Hedef CA'dan daha ağır olan herhangi bir sürüyü, daha ciddi besleme yönetimi ile hedefe geri zorlamak yerine olması gereken canlı ağırlığa paralel yeni bir program belirlenmelidir.

Erken dönemde (5-10 hafta) gelişimin sağlanması, en iyi yumurta üretimi seviyesine ulaşmak için kritik öneme sahiptir. Gün ışığı arttığında dişiler pozitif bir fizyolojik durumda olmalıdır böylece ışık uyarımına cevap verebilir ve üreme sistemi geliştikçe CA'ları da artar. Erken yumurtlama döneminde yem tüketimi azalır ve buna bağlı olarak canlı ağırlığı azalma eğilimi gösterir. Yumurta üretimini desteklemek için yeterli vücut rezervi olması gerektiğinden karma yemin enerji (2900 ME (kcal/kg) ) ve HP (%14) oranı ayarlanmalıdır. Canlı ağırlığın korunması ve yumurta veriminin istenen seviyede tutulması için sürekli izleme sistemleriyle birlikte besleme programının takibi, düzenli tartımlarla CA kontrolü damızlıklar için önemlidir. Damızlık hindilerin bu hedeflere ulaşmalarında, gerekli miktardaki yemi düzenli olarak tüketmeleri önemlidir. Karma yemleri besin madde ihtiyaçlarını optimum seviyede karşılayacak şekilde olmalı ve hayvanların iştahını açacak biçimde sunulmalıdır.

## KAYNAKLAR

Alasahan S, Copur AG. Hatching Characteristics and Growth Performance of Eggs with Different Egg Shapes. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2016;18(1): 001-008. doi.org/10.1590/1516-635X1801001-008

Alasahan S, Copur Akpınar G, Canogullari S, et al. Determination of some external and internal quality traits of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs on the basis of eggshell colour and spot colour. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*. 2015;31(4):235-241. doi.org/10.15312/EurasianJVetSci.2015413529

Alasahan S, Akpınar GÇ, Bozkurt E. Matematiksel formüller yardımıyla japon bıldırcın yumurtalarında bazı dış kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Lalahan Hayvancılık*

*Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 2013;53(2):91-99.

Alasahan S, Akpınar GC, Canogullari S, et al. The impact of eggshell colour and spot area in Japanese quails: I. Eggshell temperature during incubation and hatching results. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2016;45(5):219-229. doi.org/10.1590/S1806-92902016000500003

Alaşahan S, Akpınar GÇ. An investigation on the determination of factors influencing chick sex prediction in hatching eggs. *African Journal of Agricultural Research*. 2014;9(6): 603-606.

Alkan S, Karabağ K. Seleksiyonun Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) bazı verim özelliklerine etkilerinin belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2021;11(1):45-52.

Astill J, Dara RA, Fraser ED, et al. Smart poultry management: Smart sensors, big data, and the internet of things. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2020;170:105291. doi.org/10.1016/j.compag.2020.105291

Çetin NC, ErdeM İ, Durusoy ÖF, et al. The Effect of Supplementation of Fennel (*Foeniculum Vulgare* Mill.) to the Feed on Egg Production, Slaughter and Carcass Characteristics, Formation of Parasites in the Intestine and Spermatological Quality in Japanese Quail During the Laying Period. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2022;15(2):85-92. doi.org/10.47027/duvetfd.1159507

Dozier WA, Bramwell K, Dunkley C. Nutrition guide for bobwhite quail production; 2009

İnci H, Söğüt B, Ayaşan T, et al. Farklı Besleme Yöntemlerinin Hindilerde Canlı Ağırlık ve Canlı Ağırlık Artışına Olan Etkilerinin Belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science & Technology/Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2016;6(2). doi.org/10.21597/jist.2016218858

Konca Y. Hindi besiciliği. *Tarımsal Araştırma ve Eğitim Koordinasyonu (TAYEK/TYUAP)*, 2001, pp. 21-31.

Kutlu HR. Tavukların Beslenmesi. Tavukçuluk Bilimi. M. Türkoğlu, M. Sarıca (ed) Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar. Ankara: Bey Ofset Matbaacılık, 3. Baskı; 2009. p. 353-497.

Lima HJD, Morais MVM, Pereira IDB. Updates in research on quail nutrition and feeding: A review. *World's Poultry Science Journal*. 2023;79(1):69-93. doi.org/10.1080/00439339.2022.2150926

Liu HS, Cheng WT. Eggshell pigmentatoin: a review. *Journal of the Chinese Society of Animal Science*. 2010;39:75-89.

Mert S, Kırkpınar F, Konca Y. (2007). Etlik Hindi Üretiminde Beslemeye Dayalı Ayak-Bacak Problemleri," 5. *Ulusal Zootekni Kongresi CD 1-11*, 05-08 Eylül 2007, Turkey, Van, (pp. 5-8).

National Research Council. Nutrient Requirements of Ring-Necked Pheasants, Japanese Quail and Bobwhite Quail. 1994. pp. 44-45.

Onel SE, Aksu T. The effect of thyme (*Thymbra spicata* L. var. *spicata*) essential oil on the antioxidant potential and meat quality of Japanese quail fed in various stocking densities. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*. 2019;14(2):129-136. doi:10.17094/ataunivbd.486782

Onel SE, Aksu T. Can thyme (*Thymbra spicata* L. var. *spi-*

- cata) volatile oil alleviate the detrimental effectsof high stocking densities in Japanese quail?. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2020;44(5):1024-1031. doi.org/10.3906/vet-2004-8
- Onel SE, Sungur Ş, Baylan M. Effects of supplementary choline on quail meat and fatty liver. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2017;46(8):645-651. doi.org/10.1590/S1806-92902017000800003
- Özdoğan M, Mustafa Sarı. Kanatlı rasyonlarına yağ katkısı. *Hayvansal Üretim*. 2001;42.1:28-34.
- Özer H, Özbey O. Beyaz ve Bronz Hindilerin (Meleagris gallopavo) entansif ve yarı entansif şartlarda bazı verim özelliklerinin karşılaştırılması. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*. 2013;27(2):87-92.
- Sarıca M, Camcı Ö, Selçuk E. *Bıldırcın, sülün, keklik, etçi güvercin, beç tavuğu ve devekuşu yetiştiriciliği*. Samsun: OMÜ Ziraat Fakültesi Baskı Ünitesi; 2003.
- Sevim B, Aktan S. Japon Bıldırcınlarında Ebeveyn Ağırlığı ve Kuluçkalık Yumurta Ağırlığının Cıvıv Kalitesi ve Gelişmesi Üzerine Etkileri. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*. 2020;9(2): 88-96.
- Sipahi C, Cevger Y. Entansif hindi yetiştiriciliği işletmelerinde kârlılık ve verimlilik analizleri. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*. 2010; 92(2):96-110. doi.org/10.33188/vetheder.838670
- Şenköylü N. *Modern Tavuk Üretimi*. Tekirdağ: Anadolu Matbaası; 2001.
- Taşdöner T, Özkan S. Hindilerde geciktirilmiş gelişme. *Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı Bildiriler Kitabı*. VIV Poultry Yutav, 3-6 June 1999, Turkey, Istanbul, (pp. 3-6).
- Turkeys, Aviagen. Management guidelines for breeding turkeys. 2019.
- Ürüşan H. Yüksek Enerjili Yemlere Biberiye Yaprağı (Rosmarinus officinalis) ilavesinin, Yumurtacı Tavuklarda Performans, Yumurta Kalite Kriterleri, Serum Lipit Profili ve Karaciğer Yağ Oranı Üzerine Etkisi. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*. 2021;18(1):115-124. doi.org/10.33462/jotaf.741484
- Yeşilbaş D. Yumurtacı bıldırcın rasyonlarına biberiye ve rezene uçucu yağı ilavesinin performans ve yumurta kalite parametreleri üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2018;65:413-418.
- Yücesoy F, Kaya H. Kanatlı et kalitesi üzerine beslemenin etkisi. *Palandöken Journal of Animal Sciences Technology and Economics*. 2022;42-53.
- Zümrüt A, Bayraktar H, Altan A. Yüksek Sıcaklıkta Yumurta Tavuklarının Su Tüketimi-Verim Performansı Arasındaki İlişki. *Hayvansal Üretim*. 2002;43(1):25-31.

## Bölüm 18

# Kaz ve Ördek Besleme

Süleyman Ercüment ÖNEL<sup>1</sup>

### KAZ BESLEME

Kazlar kanatlı hayvanlar arasında ilk evcilleştirilen tür olup, 3000 yıl önce Mısır'da evcilleştirildiğine dair kanıtlar mevcuttur. Orta Avrupa ve Asya kıtasındaki çiftliklerde entansif kaz yetiştiriciliği yoğun olarak yapılmaktadır. Coğrafi yapısı ve iklimi açısından bakıldığında, ülkemiz kaz yetiştiriciliği açısından önemli potansiyele sahiptir. Kazlar kolay öğrenebilen zeki hayvanlar olup hafızaları kuvvetlidir. Çevre güvenliğinin sağlanmasında alarm hayvanı olarak çevreden gelen seslere tepki verirler. Kaz ciğeri, yumurtası (damızlık), eti ve tüyü kıymetlidir. Tarla ve bahçelerdeki yabancı otların temizlenmesinde yardımcı hayvanlardır. Verimlerinin en yüksek olduğu yıllar 2-5 yaş arasındadır, 5-6 yıl damızlık olarak kullanılabilirler ve ortalama 30-35 yıl yaşayabilirler.

### Türkiye'de Kaz Varlığı ve Ekonomik Önemi

Ülkemizin Doğu ve Kuzeydoğu bölgelerinde olan küçük ölçekli geleneksel üretim modelinde, açık arazide otlatılarak yapılan yetiştiricilik sebebiyle, toplumda belirli kesimin bilerek yöresel ev yemekleriyle tükettiği bir et haline gelen kaz eti; ülkemizin tümünde yeterince tanınmamaktadır. Türkiye'de kaz sayısı toplam kümes hayvanlarının %0,4'ünü oluşturarak 2023 yılı itibarıyla yaklaşık 1,4 milyona ulaşmıştır. Bu kaz varlığının yarısı Türkiye'nin Kuzey Doğu Bölgesinde (Kars ve Ardahan) bulunmaktadır. Bölgenin iklim ve doğa şartlarının yoğun kaz yetiştiriciliğine uygun ol-

ması, bölge insanının damak tadının kaz etine olan alışkanlığı nedeniyle kazın iç organlarının neredeyse tamamı tüketilmekte ve tüyleri de yorgan, yastık üretiminde kullanılmaktadır. Ülkemizde genellikle Doğu ve Kuzeydoğu Anadolu bölgelerinde küçük aile işletmeciliği şeklinde yapılmakta olan kaz yetiştiriciliğinin ticari amaçlı getirisi oldukça azdır ve mevcut kaz oranının tamamını yerli genotipler oluşturmaktadır. Bu sebeple Türkiye'de broyler sektöründeki ilerlemeler düşünüldüğünde, yağlı karaciğeri ve tüy potansiyeli ile ihracata yönelik önemli getiriye sahip olan kaz yetiştiriciliğinde yeteri kadar ilerleme görülmemiştir.

Kazlar diğer kanatlı hayvanlara göre en hızlı büyüme özelliğine sahip, farklı iklim koşullarına kolayca uyum sağlayabilen, tavuklar gibi özel kümeslere ihtiyaç duymayan, kaliteli kaba yem ve çayır mera beslemesine uygun hayvanlardır. Bu özelliklerine göre diğer kanatlılardan (tavuk, hindi) daha az yetiştirilme sebepleri arasında; yumurta veriminin az olması, etinin diğer kanatlılara göre yağlı olmasından dolayı ön yargılı olarak damak tadının henüz yeterince oluşmaması, sosyokültürel etkenler ve mevcut teşviklerin yeterince olmaması sayılabilir. Ekstansif beside ortalama 7 ayda kesime gelen kazlar, uygun besleme programlarında entansif beside 10 ile 14 haftalar arası kesime gelmektedir. Kazlarda karkas randımanı % 65-70 arasında değişmektedir. Ayrıca, kaz eti hayvansal et tüketimi az olan ülkeler için iyi bir protein kaynağı olabileceği gibi, diğer yandan farklı aromada et tüketmek isteyen insanlar için de iyi bir alternatif olarak

<sup>1</sup> Doç. Dr. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., ercumentonel@gmail.com, ORCID iD: 0000-0001-6599-0541

sıcaklık, hava hızı, havalandırma hızı, altlık kalitesi, nem, karbondioksit ve amonyak dahil gaz konsantrasyonları yer alır. Bağlı nem, kümesinin en önemli çevresel faktörlerinden biri olduğundan, bağlı nem sensörleri ile kümes ortamının havalandırma hızında yapılan değişiklikler yoluyla bağlı nemin en uygun seviyede tutulması sağlanmıştır. Bağlı nem seviyeleri hayvan sağlığını etkileyebilir ayrıca bağlı nem seviyelerinin kümeslerdeki amonyak ve karbondioksit gazı konsantrasyonları ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu gazların seviyeleri arttığında, üretimde ve hayvan sağlığı açısından zararlı hale gelebilir. Şu anda, çevresel değişkenleri izlemek için çeşitli teknolojiler ticari olarak kümes hayvanı üretim sistemlerinde uygulanmaktadır. Bununla birlikte, daha gelişmiş çevresel izleme ve kontrol sistemleri araştırılmaktadır. Kümeslerde sıcaklık, hava hızı ve fark basıncı izleyebilen çok sensörlü sistemlerin, kümes havalandırma sistemi işlevini etkili bir şekilde değerlendirdiği gösterilmiştir. Kümes ortamının üretim üzerindeki etkisi açıktır ve kümeslerde çevresel sensör teknolojisinin uygulanması, üreticilerin istenen üretim seviyelerine ulaşmalarına yardımcı olabilir.

Yemleme stratejilerinin odaklanıldığı alanlardan en önemlisi; hızlı CA artışı ve maksimum et üretimine yol açan bir fenotiple sonuçlanan, seçici olarak yetiştirilen etlik civcivlerin üretilmesinden sorumlu damızlık çiftlikleridir. Çiftliklerde yem tüketiminin kontrol edilmemesi, CA'da büyük farklılıklara ve kaliteli hayvan üretiminde verimin düşmesine neden olur. Etlik bildircin, kaz, ördek ve hindi üreticileri; CA ve yem tüketimini ortalama ağırlığa göre tartmalıdır. Binlerce hayvan düşünüldüğünde bu durum çok sıkıcıdır, işçilik maliyetini yükseltir ve hayvanlarda stres oluşturur. Sürekli örnekleme gerektirir ve uygun şekilde yapılmazsa yanlış besleme programlarına yol açar. Bu amaçla yem arayan hayvanın ağırlığına bağlı olarak yemin hayvanın önüne birer birer bırakılmasını düzenleyen hassas yemleme sistemi geliştirilmiştir, yüksek CA'ya sahip hayvanların beslenmesini kısıtlarken daha hafif olanların yemesine izin verilebilir. Bu hassas yemleme teknolojisini kullanan ilk denemeler, etlik piliçler arasındaki CA değişiminde %50'lik bir azalma olduğunu göstermiştir. Bu yemleme tarzı ile günde bir kez yapılan standart beslemeye kıyasla birden fazla yemleme olanağı tanıyarak yemden yararlanma da artış sağlanır. Farklı bir hassas yemleme sisteminde ise yem tüketimlerini izlemek

için bir kanat etiketinden radyo frekansı tanımlamasını kullanılarak aynı anda tek tek tüm kümes tartılabilir. Bununla birlikte, ticari olarak temin edilebilen robotlar kümes zeminindeki gübreyi havalandırabilir. Havalandırılmış altlık, hastalıkların ve enfeksiyonların görülme sıklığını azaltabilir. Altlıkların havalandırılmasına yönelik yapılan çalışmalarda *Salmonella* enfeksiyonunun azaldığı kanıtlanmıştır. Kümes ve gübre döküm alanlarına dezenfektan uygulayabilen robotlar şu anda kümeslerde kullanılmak üzere üretilmektedir. Bu yeni geliştirilen robotlar, kümes ortamını gerçek zamanlı olarak değerlendiren sensörler içerebilir. Bu tarz robotlar, çevrenin uzaktan izlenmesiyle insan ve işçi faktörünü azaltarak biyogüvenliği artırır.

## KAYNAKLAR

- Alkan S, Erhan E. Ağrı ilinde kaz yetiştiriciliğinin incelenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 2019;32(2):251-256. doi.org/10.29136/mediterranean.519410
- Arslan C, Saatçi M. Egg Yield and Hatchability Characteristics of Native Geese in The Kars Region. *1. International Gap Agriculture and Livestock Congress*. 2018;188-193.
- Buckland RB, Guy G. (Eds.). *Goose production* (No. 154). Food & Agriculture Org. Chapter 9. *Geese For Meat Production*; 2002. pp. 132-163.
- Chen W, Zhao F, Tian ZM, et al. Dietary calcium deficiency in laying ducks impairs eggshell quality by suppressing shell biomineralization. *Journal of Experimental Biology*. 2015;218:3336-43.
- Fan HP, Xie M, Wang WW, et al. Effects of dietary energy on growth performance and carcass quality of white growing Pekin ducks from two to six weeks of age. *Poultry Science*. 2008;87:1162-1164.
- Fouad AM, Ruan D, Wang S, et al. Nutritional requirements of meat-type and egg-type ducks: what do we know?. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2018;9:1-11.
- Hincke MT, Nys Y, Gautron J, Mann K, Rodriguez-Navarro AB, McKee MD. The eggshell: structure, composition and mineralization. *Frontiers in Bioscience*. 2012;17:1266-80.
- Hobby Farms. *Raising Ducks for Eggs: 6 Best Breeds*. (26.10.2024 tarihinde <https://www.hobbyfarms.com/6-duck-breeds-to-raise-for-eggs-4/> adresinden ulaşılmıştır).
- Jalaludeen A, Churchil RR, Baeza E (eds.). *Duck Production and Management Strategies*. Springer; 2022. p. 657.
- Kutlu HR. Kaz Beslemede Güncel Yaklaşımlar. 3. *Türkiye Kaz Yetiştiriciliği Çalıştayı Sonuç Raporu*, 2020, pp. 56-65.
- Lonita L, Popescu ME, Roibu C, et al. Bibliographical study regarding the quails' meat quality in comparison to the chicken and duck meat. *Lucrari Stiintifice Seria Zootehnie*. 2010;56:224-229.



Mandal AB. Feeding and Nutrient Requirements of Ducks. *In Duck Production and Management Strategies*. Singapore: Springer Nature Singapore; 2022. pp. 303-337.

National Research Council. Nutrient Requirements of Geese; 1994. pp. 40-41.

Rath NC, Huff GR, Huff WE, Balog JM. Factors regulating bone maturity and strength in poultry. *Poultry Science*. 2000;79:1024-32.

Rural Sprout. *Choosing the Best Duck Breed for Your Homestead*. (26.10.2024 tarihinde <https://www.ruralsprout.com/best-duck-breed/> adresinden ulaşılmıştır).

Şengül T, Yeter İ. Muş ilindeki kaz yetiştiriciliğinin genel yapısı ve sorunları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 2020;7(1):276-282. doi.org/10.30910/turkjans.680096

Taşkın A, Karadavut U, Camcı Ö. Kırşehir ilindeki damızlık kaz yetiştiriciliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 2017;4(2):138-144.

Tilki M, İnal Ş. Kaz Yetiştiriciliği. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*. 2002;12(2):58-62 (derleme).

Xia WG, Zhang HX, Lin YC, Zheng CT. Evaluation of dietary calcium requirements for laying Longyan shelducks. *Poultry Science*. 2015;94:2932-7.

## Bölüm 19

# Kanatlı Besleme Hastalıkları

Abdullah ÖZBİLGİN<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Kanatlı hayvanlarda sağlık ve hedeflenen performansla ulaşmak için ideal bir karma yem ile beslenme temel rol oynar. Belirli bir maddenin eksikliği veya fazlalığından kaynaklanan hastalıkları önlemek için dengeli bir besleme programı şarttır. Ayrıca hastalık ve beslenme, diyetteki hatalardan bağımsız olarak ortaya çıkan ancak diyet yönetiminin önemli bir bölümünü oluşturduğu bir dizi klinik durum açısından birbirleriyle yakından bağlantılıdır. Kanatlı hayvanlarda beslenme yönetimi, çeşitli fizyolojik ihtiyaçlar ve farklı fizyolojik, patolojik durumlar için tam ve dengeli diyetlerin ve/veya tedavi edici diyetlerin formülasyonlarını içerir. Besin maddelerinin sağlanmasına ilişkin kötü bakım koşulları, kanatlı hayvanlarda açlığa ve bulaşıcı hastalıklara yol açabilir. Bu hastalıkları en aza indirmek veya azaltmak için farklı beslenme stratejileri izlenmelidir. Metabolik problemler, son yıllarda kanatlı yetiştiriciliğinde hayatın gerçeği haline gelmiş olup, kanatlı hayvanların büyüme ve verimlilik açısından genetik potansiyelindeki hızlı gelişmelerle daha da yoğunlaşmıştır. Broyler piliçlerde metabolik hastalıklar daha sık görülmektedir. Enfeksiyöz ajanların yokluğunda görülen çeşitli problemler sıklıkla hızlı erken büyümenin bir sonucu olup, dolayısıyla metabolik hastalıklarla ilişkilendirilebilmektedir. Kanatlı hayvanlarda beslenmeye bağlı şekillenen metabolizma hastalıkları aşağıda açıklanmıştır.

### YAĞLI KARACİĞER VE BÖBREK SENDROMU (FLKS)

Yağlı karaciğer ve böbrek sendromu (fatty liver and kidney syndrome-FLKS) aynı zamanda “yağ nefrozu” veya “pembe hastalık” olarak da bilinir. Bu hastalık 2-3 haftalık etlik piliç ve yumurtacı civcivlerde biyotin eksikliğine bağlı şekillenir. Hastalık, biyotin bağımlı enzim piruvat karboksilazın düşük aktivitesinden kaynaklı olup; karaciğer ve böbreklerde yağ birikmesiyle sonuçlanan metabolik sürecin bozulmasının bir belirtisidir. Yüksek veya düşük sıcaklıklar, aydınlatma arızası veya kısa süreli açlık nedeniyle strese maruz kalındığında, karaciğer glikojen rezervleri hızla tükenir ve sonuçta ölümcül olan ilerleyici bir hipoglisemi gelişir (Resim 1). Etkilenen civcivlerde artış gösteren hiperlipemi vardır. Kan plazmasındaki serbest yağ asidi ve trigliserit seviyelerinde ve karaciğer ve böbreklerde lipit içeriğinde 2-5 kat artış vardır. FLKS'nin buğday ve arpa bazlı diyetlerle sık sık ilişkilendirilmesinin nedeni, buğday, arpada ve diğer bazı tahıllarda çok az miktarda biyotin bulunmasıdır. Diyetle yeterli biyotin FLKS'yi önleyecektir ve bu durum günümüzde ticari karma yemlerle beslenen piliçlerde görülmektedir.

<sup>1</sup> Doç. Dr., Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., aozbilgin@cumhuriyet.edu.tr  
ORCID iD: 0000-0002-1675-3176

## HİPERKALEMİ

Metabolik asidozda H<sup>+</sup> hücre içinde K<sup>+</sup>'nın yerini alarak hareket ettiğinden hiperkalemi meydana gelebilir. Değiştirilen K<sup>+</sup> etkili bir şekilde atılmazsa, plazma K<sup>+</sup> seviyeleri artar ve dolayısıyla renal atılım artar. Asidoz ayrıca Ca<sup>++</sup>'nın renal tübüler yeniden emilimini azaltarak idrarla Ca atılımının artmasına ve böylece kemikten Ca<sup>++</sup> salınımının artmasına neden olabilir.

## METABOLİK ALKALOZ

Metabolik alkaloz, asit kaybı, bir bazın aşırı tüketilmesi veya H<sup>+</sup>'nın K<sup>+</sup> karşılığında hücreye girmesinden kaynaklanan hipokaleminin devam etmesi nedeniyle oluşur. Asit kayıpları ya H<sup>+</sup> iyonlarının renal salgılanmasından ya da gastrointestinal kayıplardan (örneğin kusma) kaynaklanır. Öncelikle hipokalemi, Na<sup>+</sup> ve HCO<sup>-3</sup>'ün böbreklerde net tutulmasıyla sonuçlanır.

## KAYNAKLAR

- 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*. 2020; 41(1):1-29. doi:10.1080/01652176.2020.1857887
- Aldemir R. Etlik piliçlerde malabsorbsiyon sendromu, oluşumunda etkili olan faktörler ve önleme yöntemleri. *International Asian Congress on Cotemporary Sciences*. 2019;1(1)87.
- Antinoff N. Sagging down under: cloacal prolapse. *Proceedings of the North American Veterinary Conference*. 2000: 1677-1678.
- Arne P, Lee MD. *Fungal infections*. In: Swayne DE, ed. *Diseases of Poultry*. 14th ed. Wiley-Blackwell; 2020:1124-1126.
- Asfaw, M, Dawit, D. Review on major fungal disease of Poultry. *British Journal of Poultry Sciences*. 2017;6(1): 16-25.
- Canadian Poultry Industry Council. *Acid-base balance, dietary electrolytes and dietary electrolyte balances (DEB) for broilers are explained, together with the impact of ionophore anticoccidial*. <https://www.thepoultrysite.com/articles/acidbase-balance>. 2008.
- Clauer PJ. *Cannibalism: Prevention and Treatment*, Poultry Extension Specialist Animal & Poultry Sciences Department, University of Virginia Virginia Cooperative Extension 2004 p: 2902-1095
- Contreras M, Zaviezo D, Causes of Gizzard Erosion and Proventriculitis in Broilers. *The Poultry Informed Professional*. 2007; 95(706): 542-1904.
- Crespo, R, Shivaprasad HL. Rupture of gastrocnemius tendon in broiler breeder hens Avian diseases. *Avian Disease*.

2011;55(3):495-498. doi:10.1637/9669-012711-Ca-se.1

- Dhama K, Chakraborty S, Verma AK, et al. Fungal/mycotic diseases of poultry diagnosis, treatment and control: a review. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2013;16(23):1626-1640. doi: 10.3923/pjbs.2013.1626.1640
- Dinev I. Clinical and morphological investigations on the incidence of forms of rickets and their association with other pathological states in broiler chickens *Research in Veterinary Science*. 2012;92: 273-277.
- Dinev I. *Fatty Liver Haemorrhagic Syndrome in 'Diseases of Poultry' A Colour Atlas*. 2M Print House. 2007.
- DSM in Animal Nutrition & Health. Vitamin E in Poultry. DSM. 2017.
- Duff SR, Anderson IA. The gastrocnemius tendon of domestic fowl: histological findings in different strains. *Research in Veterinary Science*. 1986;41(3):402-409.
- Dwivedi P, Burns RB. Immunosuppressive effects of ochratoxin A in young turkeys. *Avian Pathology* 1985;14(2):213-225. doi: 10.1080/03079458508436223
- Dykstra MJ, Charlton BR, Chin RP, et al. *Fungal Infections*. In *Diseases of Poultry*. John Wiley & Sons, Inc. 2017: 1075-1096. doi:10.1002/9781119421481.ch25
- Georgieva NV, Stoyanchev K, Bozakova N, et al. Combined effects of muscular dystrophy, ecological stress, and selenium on blood antioxidant status in broiler chickens. *Biological Trace Element Research*. 2011;142(3):532-545. doi:10.1007/s12011-010-8782-2
- Gümüş E, Küçükersan S. Etlik piliç rasyonlarına doğal antioksidan ilavesinin performans, et pH değeri ile karaciğer ve kanda antioksidan aktiviteye etkisi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*. 2017; 88(2):82-94. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/489134>
- İbrahim A, Kenéz Á, Pfannstiel J, et al. Responses of the blood acid-base balance and blood plasma metabolomics of broiler chickens after change to diets with high free amino acid levels. *Poultry Science*. 2024;103(8):103956.
- Jahejo, AR, Tian WX. Cellular, molecular and genetical overview of avian tibial dyschondroplasia *Research in Veterinary Science*. *Res Vet Sci*. 2021;135:569-579. doi:10.1016/j.rvsc.2020.10.002
- Jordao AA, Chiarello PG, Arantes MR, et al. Effect of an acute dose of ethanol on lipid peroxidation in rats: action of vitamin E. *Food and Chemical Toxicology*. 2004; 42(3):459-464. doi:10.1016/j.fct.2003.10.008
- Kaldhusdal M, Hetland H, Gjevre AG. Non-soluble fibres and narasin reduce spontaneous gizzard erosion and ulceration in broiler chickens. *Avian Pathology*. 2012;41: 227-234.
- Khana S. Ascites or water belly (hypertrophy of the right ventricle, pulmonary hypertension, in broiler chickens during winter season, *Poultry Consultant*, Ambala. Erişim adresi: <https://www.pashudhanpraharee.com/ascites-or-water-belly-hypertrophy-of-the-right-ventricle-pulmonary-hypertension-in-broiler-chickens-during-winter-season/>. 2020.
- Khatun J, Loh TC, Foo HL, et al. *Growth performance, cytokine expression, and immune responses of broiler chickens fed a dietary palm oil and sunflower oil blend supp-*

- plemented with l-arginine and varying concentrations of vitamin E. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020;7: 619. doi:10.3389/fvets.2020.00619
- Li YC, Ledoux DR, Bermudez AJ, et al. The individual and combined effects of fumonisin B1 and moniliformin on performance and selected immune parameters in turkey poult. *Poultry Science*. 2000; 79: 871-878.
- Mitchell A. Avian urolithiasis (visceral gout): an overview. <https://www.thepoultrysite.com/articles/avian-urolithiasis-visceral-gout-an-overview>. 2016
- Morris CM, Li YC, Ledoux DR, et al. The individual and combined effects of feeding moniliformin, supplied by *Fusarium fujikuroi* culture material, and deoxynivalenol in young turkey poult. *Poultry Science*. 1999;78(8): 1110-1115. doi: 10.1093/ps/78.8.1110
- National Academy. Nutrient Requirements of Poultry. Washington, D.C. 1994.
- Olkowski AA. Pathophysiology of heart failure in broiler chickens: structural, biochemical, and molecular characteristics. *Poultry Science*. 2007;86(5):999-1005.
- Pedersen IJ, Tahamtani FM, Forkman B, et al. Effects of environmental enrichment on health and bone characteristics of fast growing broiler chickens. *Poultry Science*. 2020;99(4):1946-1955.
- Poultry Performance Plus. Gizzard erosions in young chicks. (01/08/2024 tarihinde <https://poultryperformanceplus.com/information-database/broilers/262-gizzard-erosion-in-young-chicks>. adresinden alınmıştır).
- Priya R, Poorani K, Anandhi M. A rare occurrence of fatty liver kidney syndrome (FLKS) in an adult crossbred chicken- A case study. *Medicine, Agricultural and Food Sciences*. Published 1 April 2018
- Shamsudeen P, Shrivastava HP, Singh R, et al. Effect of chelated and inorganic trace minerals on aflatoxin synthesis in maize. *Journal of Poultry Science and Technology*. 2013;1(1):13-16.
- Sharma D, Asrani RK, Ledoux DR, et al. Toxic interaction between fumonisin B1 and moniliformin for cardiac lesions in *Japanese quail*. *Avian Diseases*. 2012; 56: 545-54. doi: 10.1637/10036-121111-Reg.1
- Shetty P, Jespersen L. *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria as potential mycotoxin decontaminating agents. *Trends in Food Science Technology*. 2006;17:48-55. doi: 10.1016/j.tifs.2005.10.004
- Singsen EP, Matterson LD, Kozeff A, et al. Studies on encephalomalacia in the chick. The influence of a vitamin e deficiency on the performance of breeding hens and their chicks. *Poultry Science*. 1954; 33(1):192-201.
- Sosnowka-Czajka E, Skomorucha I. Sudden death syndrome in broiler chickens: a review on the etiology and prevention of the syndrome. *Annals of Animal Science*. 2022;22: 865-871.
- Stoyanchev K, Maruzova V. Reproduction of muscular dystrophy in broiler chickens through early nutrition with deficient feed supplemented with oxidised fat. *Trakia Journal of Science*. 2017; 15(1):67-73. doi:10.15547/tjs.2017.01.011
- Sun, Lv-Hui, Huang JQ, Deng J, et al. Avian selenome: response to dietary Se and vitamin E deficiency and supplementation. *Poultry Science*. 2019;98(10):4247-4254
- Swiatkiewicz S, Arczewska-Wlosek A, Jozefiak D, The nutrition of poultry as a factor affecting litter quality and foot pad dermatitis – an updated review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berlin)*. 2017; 101(5):e14–e20. doi: 10.1111/jpn.12630
- Trott KA, Giannitti F, Rimoldi G, et al. Fatty liver hemorrhagic syndrome in the backyard chicken: a retrospective histopathologic case series. *Veterinary Pathology*. 2014;51(4):787-795.
- Uma M, Vikram Reddy M. Citrinin toxicity in broiler chicks: haemato-biochemical and pathological studies. *Indian Journal of Veterinary Pathology*. 1995;19:11-14.
- Wettere VJA. Noninfectious skeletal disorders in Poultry breeders. *MSD Veterinary Manual*. (01/08/2024 tarihinde <https://www.msdevetmanual.com/poultry/disorders-of-the-skeletal-system-in-poultry/noninfectious-skeletal-disorders-in-poultry-breeders>. 2020 adresinden alınmıştır).
- Whitehead CC. Overview of bone biology in the egg-laying hen. *Poultry Science*, 2004;83(2):193–199. doi:10.1093/ps/83.2.193
- Yegani M, Korver DR. Factors affecting intestinal health in poultry. *Poultry Science*. 2008; 87(10):2052–2063. doi: 10.3382/ps.2008-00091.
- Zain ME. Impact of mycotoxins on humans and animals. *Journal of Saudi Chemical Society*. 2011;15(2):129-144. doi: 10.1016/j.jscs.2010.06.006
- Zhang H, Wang Y, Mehmood K, et al. Treatment of Tibial dyschondroplasia with Traditional Chinese medicines “Lesson and future directions. *Poultry Science*. 2020;99(12):6422-6433
- Şen G, Oktay MN, Evci Ş, et al. The effect of using different litter materials in broiler rearing on performance, carcass yield, antioxidant status, some litter parameters, and coccidiosis oocysts, *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2023;47(5): 8. <https://doi.org/10.55730/1300-0128.4317>

## Bölüm 20

# Kedi ve Köpek Besleme

Kanber KARA<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Kedi ve köpek türleri hayvanlar aleminde *Mammalia* sınıfından *Carnivora* takımında yer almaktadır. Köpekler (*Canis lupus familiaris*) *Canoidea* üst familyasına, kedi ise *Feloidea* üst familyasına aittir. Kediler (*Felis catus*) ise, *Felidae* ailesinin *Felis* cinsinde bulunmaktadır. Öte yandan *Feloidea* üst familyası iki aileyi daha içerir: *Viverrid*'ler (genet), *Hyaenid*'ler (sırtlan). *Canoidea* üst familyasında köpekle birlikte çok çeşitli beslenme alışkanlıklarına sahip birkaç aile daha vardır. Örneğin, *Ursid* (ayı) ve *Procyonid* (rakun) familyaları her ikisi de omnivordur, ancak *Ailurid* (panda) familyasının türleri kesinlikle herbivordur. Köpeklerle birlikte dahil edilen tek karnivor tür *Mustelid*'lerdir (gelincikler).

Köpekgiller (*Canidae*) familyasına ait, fiziksel görünüm ve vücut ölçüleri farklılık gösteren 400'den fazla ırkı içine alan karnivor (ya da zorunlu olmayan karnivor) bir memelidir. Türkiye 1 milyon 220 bin köpek ve 4 milyon 400 bin kedi sayısı ile Avrupa kıtasında pet kedi-köpek popülasyonu bakımından önemli konumda olduğu Avrupa pet mama endüstrisi (FE-DIAF)'nin 2021 raporunda sunulmuştur.

Köpek tükettiği yem ham maddelerinden oluşan ev yapım ya da ticari karışımlara *mama* ya da *diyet* denir. Köpek maması ya da kedi maması denilebilir. Günlük tüketilen diyetin miktarında yapılan azaltma ya da artırmaya *diyet rejimi* denir. Pet mamaları 1940'lardan beri ABD ve Avrupa'da üretilmektedir ve bugün çoğu gelişmiş ülkede üretim tesisleri bulun-

maktadır. Pet hayvanlar ile sahipleri arasındaki yakın ilişki, tüketiciyi çekmek için belirli duyuşal gereksinimlerin geliştirilmesine yol açmıştır. Bu ticari mamalar, sahiplerini memnun etmek için daha çekici şekil ve renklerde olmakta ve hayvanların mutlu olmasını sağlamak için özel aromalarla yapılmaktadır. Pet hayvanlar, bu mama ile beslendiklerinde sağlıklı bir yaşam sürebilmeleri için eksiksiz bir besin madde içeriği temin edebilmektedirler. Pet hayvan mamalarının temel bileşenleri karbonhidrat, protein, yağlar, lif, vitaminler, mineraller ve sudur. Ayrıca, daha fazla aromalı olabilen veya özel bir çiğneme dokusuna sahip olabilen 'ödül mamaları' olarak bilinen bazı özel ürünler de vardır. Bu ürünler, besinsel olarak iyi dengelenmiş değildir. Birçok pet hayvan türü vardır, ancak kediler ve köpekler, dünya çapında mama sektöründe en büyük paya sahip olanlardır. Pet hayvan mamalarında sektör büyüklüğü anlamında daha sonraki türler balıklar, tavşanlar, kobaylar ve gelincikler gibi küçük memeliler, kuşlar ve ardından sürüngenler gelmektedir.

Kedi ve köpekler için ticari farklı tipte (yaş, yarı sulu ve kuru) ve sınıfta (ekonomik, quality-kaliteli, premium) mamalar üretilmektedir. Aynı zamanda hasta pet hayvanları için veteriner hekimin reçeteli (prescription) mamaları olan ve ihtiyaca göre bazı besin madde ilaveleri ya da azaltmaları yapılarak üretilmiş ticari ürünler bulunmaktadır. Ödül mamaları da pet hayvanına bazı özellikler kazandırmak için belli zamanlarda tükettirilen mama tipleridir. Bunun yanında son yıllarda hayvan sahipleri kedi ve köpeğin mamasının içeriğini kendi hazırlamak istemektedir,

<sup>1</sup> Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., kanberkara@erciyes.edu.tr; karakanber@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0001-9867-1344

Tablo 32. Kedi ve köpeklerde mama değişim programı

Kısa program	Uzun program		Mama değişimi, %	
	Kedi ve köpek (gün)	Köpek (gün)	Kedi (hafta)	Önceki mama
1, 2	1-3	1	75	25
3, 4	4-6	2	50	50
5, 6	7-9	3	25	75
7	10	4	0	100

## KAYNAKLAR

- AAFCO - Association of American Feed Control Officials (2008): Pet Feed Regulation. Official publication. Atlanta, USA. Available at [www.aafco.org](http://www.aafco.org)
- Adkins Y, Lepine AJ, Lonnerdal B. Changes in protein and nutrient composition of milk throughout lactation in dogs. *American Journal of Veterinary Research*. 2001;62:1266–1272. doi: 10.2460/ajvr.2001.62.1266.
- Arendt M, Fall T, Lindblad-Toh K, et al. Amylase activity is associated with AMY2B copy numbers in dog: implications for dog domestication, diet and diabetes. *Animal Genetics*. 2014;45: 716–722. doi: 10.1111/age.12179
- Bauer JE, Heinemann KM, Bigley KE, et al. Maternal diet alpha-linolenic acid during gestation and lactation does not increase canine milk docosahexaenoic acid. *Journal of Nutrition*. 2004;134: 2035–2038. doi: 10.1093/jn/134.8.2035S.
- Berrococo JD, Garcia-Ruiz A, Page G, et al. The effect of added oat hulls or sugar beet pulp to diets containing rapidly or slowly digestible protein sources on broiler growth performance from 0 to 36 days of age. *Poultry Science*. 2020;99(12):6859–6866. doi: 10.1016/j.psj.2020.09.004.
- Bradshaw JWS. The evolutionary basis for the feeding behavior of domestic dogs (*Canis familiaris*) and cats (*Felis catus*). *Journal of Nutrition*. 2006;136: 1927–1931. doi: 10.1093/jn/136.7.1927S.
- Catchpole B, Adams JB, Holder AL, et al. Genetics of canine diabetes mellitus: Are the diabetes susceptibility genes identified in humans involved in breed susceptibility to diabetes mellitus in dogs? *Veterinary Journal*. 2013;195: 139–347. doi: 10.1016/j.tvjl.2012.11.013
- Chastant S. Lactation in domestic carnivores. *Animal Frontiers*. 2023;13(3): 78–83. doi: 10.1093/af/vfad027.
- Chastant-Maillard S, Mila H. Passive immune transfer in puppies. *Animal Reproduction Science*. 2019; 207: 162–170. doi:10.1016/j.anireprosci.2019.06.012.
- Cho HW, Seo K, Chun JL, et al. Effects of resistant starch on anti-obesity status and nutrient digestibility in dogs. *Journal of Animal Science and Technology*. 2023;65(3): 550–561. doi: 10.5187/jast.2023.e11.
- Claus MA, Levy JK, MacDonal K, et al. Immunoglobulin concentrations in feline colostrum and milk, and the requirement of colostrum for passive transfer of immunity to neonatal kittens. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2006;8(3): 184–191. doi:10.1016/j.jfms.2006.01.001.
- Coppinger R. *Dogs: a Startling New Understanding of Canine Origin, Behavior and Evolution*. New York: Scribner. 2001, p. 352
- Davies, M., Alborough, R., Jones, L. et al. Mineral analysis of complete dog and cat foods in the UK and compliance with European guidelines. *Scientific Reports*. 2017;7: 17107. doi:10.1038/s41598-017-17159-7
- Cortinovis C, Caloni F. Household food items toxic to dogs and cats. *Frontiers in Veterinary Science*. 2016;3:26. doi: 10.3389/fvets.2016.00026.
- de Godoy MR, Kerr KR, Fahey GC Jr. Alternative dietary fiber sources in companion animal nutrition. *Nutrients*. 2013;5(8): 3099–3117. doi:10.3390/nu5083099.
- Dhital S, Warren FJ, Butterworth PJ, et al. Mechanisms of starch digestion by  $\alpha$ -amylase—structural basis for kinetic properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017;57(5): 875–892. doi: 10.1080/10408398.2014.922043
- El-Wahab AA, Lingens JB, Hankel J, et al. Effect of different fiber sources as additives to wet food for Beagle dogs on diet acceptance, digestibility, and fecal quality. *Veterinary Sciences*. 2023; 10(2):91. doi:10.3390/vetsci10020091
- Emma N Bermingham, Keely AP, et al. Nutritional needs and health outcomes of ageing cats and dogs: is it time for updated nutrient guidelines?, *Animal Frontiers*. 2024;14: 5–16, doi: 10.1093/af/vfae008
- FEDIAF. 2019. FEDIAF Nutritional Guidelines. Publication March 2019. B-1050 Bruxelles, pp:1-96.
- FEDIAF. 2021. Nutritional Guidelines for Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs. The European Pet Food Industry Federation. Bruxelles
- Fracalossi DM, Allen ME, Nichols DK, et al. Oscars, *Astronotus ocellatus*, have a dietary requirement for vitamin C. *Journal of Nutrition*. 1998;128:1745–1751. doi: 10.1093/jn/128.10.1745.
- Fahey GC, Champion M, Collings GF, et al. The art of establishing mineral tolerances of dogs and cats. *Journal of Animal Science*. 2024;102: skae132, Doi: 10.1093/jas/skae132
- Hawthorne AJ, Booles D, Nugent PA, et al. Body-weight changes during growth in puppies of different breeds. *Journal of Nutrition*. 2004;134: 2027–2030. doi: 10.1093/jn/134.8.2027S
- Heinze CR, Freeman LM, Martin CR, et al. Comparison of the nutrient composition of commercial dog milk replacers with that of dog milk. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2014; 244(12): 1413–1422. doi:10.2460/javma.244.12.1413.

- Kara K. Effect of dietary fibre and condensed tannins concentration from various fibrous feedstuffs on in vitro gas production kinetics with rabbit faecal inoculum. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2016;25(3):266-272. doi:10.22358/jafs/65563/2016.
- Kara K, Guclu BK, Baytok E. Comparison of fermentative digestion levels of processed different starch sources by Labrador Retrievers at different ages. *Veterinarni Medicina-Czech*. 2019;64(4):158-171. doi: 10.17221/105/2018-VETMED
- Kara K. Comparison of dietary fibre,  $\beta$ -glucan, resistant and non-resistant starch and in vitro digestibility of commercial extruded dry food of adult dogs. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2021;30(4): 379-390. doi: 10.22358/jafs/143103/2021
- Kara K. Determination of the in vitro digestibility and nutrient content of commercial premium extruded foods with different types of protein content for adult dogs. *Veterinarni Medicina-Czech*. 2020;65: 233-249. doi: 10.17221/139/2019-VETMED
- Kara K. Effect of stocking conditions on fatty acid composition and oxidation capacities of different class and type dog food. *Italian Journal of Animal Science*. 2021;20(1): 1042-1053, 2021. doi: 10.1080/1828051X.2021.1939805
- Kara K. *Pet hayvanlarının beslenmesi*. Ders notu, Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi, 2022.
- Kienzle E. Carbohydrate metabolism of the cat. 4. Activity of maltase, isomaltase, sucrase and lactase in the gastrointestinal tract in relation to age and diet1. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. (Berl.) 1993;70(1-5): 89-96. doi: 10.1111/j.1439-0396.1993.tb00310.x
- Kim HW, Chew BP, Wong TS, et al. Modulation of humoral and cell-mediated immune responses by dietary lutein in cats. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2000;74: 331-341. doi: 10.1016/s0165-2427(00)00152-5.
- Kimura T. The regulatory effects of resistant starch on glycaemic response in obese dogs. *Archives of Animal Nutrition*. 2013. 67, 503-509. doi: 10.1080/1745039X.2013.857081
- Laflamme DP, Ballam JM. *Effect of age on maintenance energy requirements of adult cats*. In Proc Purina Nutr Forum, St Louis, 2001.
- Lauten SD. Nutritional risks to large-breed dogs: from weaning to the geriatric years. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2006;36: 1345-1359. doi: 10.1016/j.cvsm.2006.09.003.
- Li P, Wu G. Characteristics of nutrition and metabolism in dogs and cats. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2024;1446:55-98. doi: 10.1007/978-3-031-54192-6\_4.
- Lindqvist H, Dominguez T, Dragøy R, et al. Comparison of fish, krill and flaxseed as omega-3 sources to increase the omega-3 index in dogs. *Veterinary Sciences*. 2023;10(2):162. doi: 10.3390/vetsci10020162.
- Marx FR, Machado GS, Kessler AM, et al. Dietary fibre type influences protein and fat digestibility in dogs. *Italian Journal of Animal Science*, 2022; 21(1): 1411-1418. doi: 10.1080/1828051X.2022.2119437
- Morris JG. Cats discriminate between cholecalciferol and ergocalciferol. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2002;86: 229-238. doi: 10.1046/j.1439-0396.2002.00379.x.
- Moreno AA, Parker VJ, Winston JA, et al. Dietary fiber aids in the management of canine and feline gastrointestinal disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2022; 260; 33-45. doi: 10.2460/javma.22.08.0351
- Moxham G. Waltham feces scoring system - A tool for veterinarians and pet owners: How does your pet rate? *Waltham Focus*. 2001;11(29): 24-25.
- NRC. Nutrient requirements of dogs and cats. The National Academies Press, Washington D.C. 2006.
- Peixoto MC, Ribeiro EM, Maria APJ, et al. Effect of resistant starch on the intestinal health of old dogs: fermentation products and histological features of the intestinal mucosa. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2018;102: 111-121. <https://doi.org/10.1111/jpn.12711>
- Perović J, Tumbas Šaponjac V, et al. Chicory (*Cichorium intybus* L.) as a food ingredient - Nutritional composition, bioactivity, safety, and health claims: A review. *Food Chemistry*. 2021;336:127676. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127676.
- Sandri M, Sgorlon S, Scarsella E, et al. Effect of different starch sources in a raw meat-based diet on fecal microbiome in dogs housed in a shelter. *Animal Nutrition*. 2020;6(3): 353-361. doi: 10.1016/j.aninu.2020.03.003.
- Sapwarobol S, Saphyakhajorn W, Astina J. Biological functions and activities of rice bran as a functional ingredient: a review. *Nutrition and Metabolic Insights*. 2021;14: 11786388211058559. doi: 10.1177/11786388211058559.
- Schweigert FJ, Raila J, Wichert B, et al. Cats absorb beta-carotene, but it is not converted to vitamin A. *Journal of Nutrition*. 2002;132(6 Suppl 2): 1610-1612. doi: 10.1093/jn/132.6.1610s.
- Tran QD, Hendriks WH, Poel AFB. Effects of extrusion processing on nutrients in dry pet food. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2008;88(9):1487-1493. doi: 10.1002/jsfa.3247
- Tran QD. Extrusion processing: effects on dry canine diets. Ph.D. Thesis, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, the Netherlands. 2008.
- Trangerud C, Grondalen J, Indrebo A, et al. A longitudinal study on growth and growth variables in dogs of four large breeds raised in domestic environments. *Journal of Animal Science*. 2007;85: 7-83. doi: 10.2527/jas.2006-354.
- Verbrugghe A, Hesta M. Cats and carbohydrates: the carnivore fantasy? *Veterinary Sciences*. 2017;4(4): 55-22. doi: 10.3390/vetsci4040055
- Voet D, Voet J, Pratt C. *Fundamentals of Biochemistry: Life at the Molecular Level*. 5<sup>th</sup> Edition. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ (USA), 2016, p. 1184
- Wichert B, Muller L, Gebert S, et al. Additional data on energy requirements of young adult cats measured by indirect calorimetry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2007;91:278-281. doi: 10.1111/j.1439-0396.2007.00705.x.

## Bölüm 21

# Kedi ve Köpeklerde Beslenme Hastalıkları

Kanber KARA<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Kedi ve köpeklerin yaşamlarının farklı fizyolojik dönemlerinde ihtiyaçları olan besin maddeleri eksikliği, fazlalığı ya da antagonist etkileşimleri çeşitli metabo- lizma hastalıklarına neden olabilmektedir. Bazen ırkların genetik yatkınlığı ile bazen de nedeni belli olmayan reaksiyonların gelişimi, hayvanların yaşam kalitesini azalmasından ölüme kadar giden hastalıklara neden olabilmektedir. Hayvan sahipleri arkadaş hayvan olarak ailelerinden biri olarak kabul ettikleri pet hayvanlarının beslenme hastalıklarına ırkının yatkın olup olmadığı ve büyüme dönemine göre besin madde ihtiyaçlarının ne- ler olduğu konusunda bilgi sahibi olması şekillenecek hastalığı engelleyebilir ya da daha hafif seyretmesini sağlayabilir. Bu kısımda kedi ve köpeklerde karşılaşılan bazı beslenme hastalıklarına değinilecektir.

### OBEZİTE

Obezite, vücudun adipoz depo alanlarında aşırı yağ birikmesi olarak tanımlanır ve sonuçta sağlık ve ölüm oranı üzerinde olumsuz etkilere neden olur. İdeal vücut ağırlığının % 10 ila % 20'si kadar fazla kiloya sahip olan köpekler ve kediler kilolu (overweight) ve vücut ağırlığının % 20 üzerinde fazla ağırlığa sahip olma durumuna ise obezite (obese) denir. Kedi ve köpeklerin farklı ırkları için aşırı kilolu ve obez olma durumunun kontrolü yetişkin ağırlığı verilen Tablo 1 ile yapılabilir.

Obezitenin temel nedenlerinden biri, enerji tüketimi ve enerji harcaması arasındaki sürekli bir enerji fazlası (pozitif enerji dengesi) ile sonuçlanan dengesizliktir. Zamanla, enerji fazlası kilo alımı ve vücut kompozisyonunda bir değişim ile sonuçlanır. Vücut yağlarındaki artış ya tek başına yağ hücresi büyüklüğünün (hipertrofik obezite) genişlemesi ya da hem yağ hücresi büyüklüğünde hem de yağ hücresi sayısında (hiperplastik obezite) bir artışla oluşur. Hiperplastik obezite geliştiren evcil hayvanların genellikle tedavi edilmesi zor ve uzun süreli kötü prognoza sahip olduklarına inanılmaktadır. Erişkin başlangıçlı obezite vakalarının çoğunluğu, tek başına yağ hücresi hipertrofisinin bir sonucudur.

Normal adiposit hiperplazisi, belirli kritik gelişim dönemlerinde ortaya çıkar. Çoğu türde, bu dönemler erken büyüme sırasında ve bazen ergenlik döneminde ortaya çıkar. Yetişkinliğe ulaşıldığında, normalde toplam yağ hücreleri sayısı artmaz. Yetişkinlik döneminde aşırı beslenmesi, yağ hücresi boyutunda bir artışa neden olur, ancak yağ hücresi sayısında çok az değişiklik olur ya da hiç değişmez. Pet köpeklerin % 20 % 50'si aşırı kilolu veya obezdir. Orta yaşlı yetişkin kediler (5 ila 8 yaş arası) ideal kilonun üzerinde olma- ya meyillidir. Bunun yanında daha genç ve geriatrik hayvanlarda aşırı kilolu olma- ya meyillidir.

Pet hayvanlarında obezitenin sebepleri endojen ve eksojen olarak sınıflandırılabilir. Endojen faktörler arasında hayvanın yaşı, cinsiyeti ve üreme duru-

<sup>1</sup> Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., kanberkara@erciyes.edu.tr; karakanber@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0001-9867-1344



Tablo 5: Veteriner prescription mamalar-2

Prescription diet	Kullanımı
i/d	Gastro intestinal problemlerde
k/d	Kronik böbrek yetmezliğinde
I/d	Karaciğer hastalıklarının belirtilerinin azaltılmasında
m/d	Diabetes mellituslu kedilerin desteklenmesi ve güvenli-etkili kilo kaybı için
n/d	Kanser olan köpeklerin desteklenmesi
p/d	Pediyatrik petlerde immun yanıtın desteklenmesinde
r/d	Obezitede
s/d	Strivüt kritalleri ve taşların çözülmesinde
t/d	Plak, tartar ve gingivitis azaltarak oral sağlığın korunmasında
u/d	Kedilerde bazı idrar kesesi taşlarının tekrar oluşumunun azaltılmasında
w/d	Obesite riskinin azaltılmasında
z/d -Ultra allergen free	Eliminasyon diyeti
z/d -low allergen	Mamaya bağlı negatif reaksiyonları giderilmesinde

mineral gibi) ya da ekstra ilaveler (sekonder bitki metabolitleri, ya da hayvansal katkıları) yapılmıştır. Hastalık ya da semptom durumuna göre kullanılacak prescription mama isimlendirmeleri farklılık göstermektedir. Bazı prescription diyetler Tablo 4 ve Tablo 5'te verilmiştir.

## KAYNAKLAR

- AAFCO - Association of American Feed Control Officials (2008): Pet Feed Regulation. Official publication. Atlanta, USA. Available at [www.aafco.org](http://www.aafco.org)
- Albasan H, Lulich JP, Osborne CA, et al. Evaluation of the association between sex and risk of forming urate uroliths in Dalmatians. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2005;227: 565–569. doi: 10.2460/javma.2005.227.565.
- Arendt M, Fall T, Lindblad-Toh K, et al. Amylase activity is associated with AMY2B copy numbers in dog: implications for dog domestication, diet and diabetes. *Animal Genetics*. 2014;45: 716–722. doi: 10.1111/age.12179.
- Bauer JE. Lipoprotein-mediated transport of dietary and synthesized lipids and lipid abnormalities of dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2004;224: 668–675. doi: 10.2460/javma.2004.224.668.
- Berman CF, Lobetti RG, Zini E, et al. Influence of high-protein and high-carbohydrate diets on serum lipid and fructosamine concentrations in healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2022;24(8): 759-769. doi: 10.1177/1098612X211047062.
- Blanchard G, Paragon BM, Milliat F, et al. Dietary L-carnitine supplementation in obese cats alters carnitine metabolism and decreases ketosis during fasting and induced hepatic lipodosis. *Journal of Nutrition*. 2002;132: 204–210. doi: 10.1093/jn/132.2.204.
- Bohl M, Gregersen S, Zhong Y, et al. Beneficial glycaemic effects of high-amylose barley bread compared to wheat bread in type 2 diabetes. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2024;78: 243–250. doi: 10.1038/s41430-023-01364-x
- Catchpole B, Adams JP, Holder AL, et al. Genetics of canine diabetes mellitus: Are the diabetes susceptibility genes identified in humans involved in breed susceptibility to diabetes mellitus in dogs? *Veterinary Journal*. 2013;195: 139–347. doi: 10.1016/j.tvjl.2012.11.013
- Case LP, Daristotle L, Hayek MG, et al. Canine and Feline Nutrition: A Resource for Companion Animal Professionals. 2011. 3rd Edition. Mosby – Elsevier. Maryland Heights, MO (USA).
- Cave NJ. Hydrolyzed protein diets for dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2006;36(6): 1251-1268. doi: 10.1016/j.cvs.2006.08.008.
- Chesney CJ. Food sensitivity in the dog: a quantitative study. *Journal of Small Animal Practice*. 2002;43: 203–207. doi: 10.1111/j.1748-5827.2002.tb00058.x
- Cho HW, Seo K, Chun JL, et al. Effects of resistant starch on anti-obesity status and nutrient digestibility in dogs. *Journal of Animal Science and Technology*. 2023;65(3): 550-561. doi: 10.5187/jast.2023.e11.
- Cortinovis C, Caloni F. Household food items toxic to dogs and cats. *Frontiers in Veterinary Science*. 2016;3:26. doi: 10.3389/fvets.2016.00026.
- de Godoy MR, Kerr KR, Fahey GC Jr. Alternative dietary fiber sources in companion animal nutrition. *Nutrients*. 2013;5(8): 3099-3117. doi:10.3390/nu5083099.
- Diamond. Understanding Your Dog's Skin and Coat Layer by Layer. 2024. (9.10.2024 tarihinde <https://www.diamondpet.com/blog/performance/skin-coat/dogs->

- skin-coat-layer/ adresinden alınmıştır).
- Ephraim E, Jewell DE. Effect of added dietary betaine and soluble fiber on metabolites and fecal microbiome in dogs with early renal disease. *Metabolites*. 2020;10(9): 370. doi: 10.3390/metabo10090370.
- FEDIAF. 2019. FEDIAF Nutritional Guidelines. Publication March 2019. B-1050 Bruxelles, pp:1-96.
- FEDIAF. 2021. Nutritional Guidelines for Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs. The European Pet Food Industry Federation. Bruxelles
- Fracalossi DM, Allen ME, Nichols DK, et al. Oscars, Astronotus ocellatus, have a dietary requirement for vitamin C. *Journal of Nutrition*. 1998;128: 1745–1751. doi: 10.1093/jn/128.10.1745.
- Frank G, Anderson W, Pazak H, et al. Use of a high-protein diet in the management of feline diabetes mellitus. *Veterinary Therapeutics*. 2001;2: 238–246.
- Gaschen FP, Merchant SR. Adverse food reactions in dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2011;41(2): 361-379. doi: 10.1016/j.cvsm.2011.02.005.
- German AJ. The growing problem of obesity in dogs and cats. *Journal of Nutrition*. 2006;136: 1940–1946. doi: 10.1093/jn/136.7.1940S.
- Hess RS, Kass PH, Ward CR. Breed distribution of dogs with diabetes mellitus admitted to a tertiary care facility. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2000;216: 1414–1417. doi: 10.2460/javma.2000.216.1414.
- Hoenig M, Laflamme DP. Effect of fiber on glucose metabolism and lipids in the cat. *Compendium: Continuing Education For Veterinarians*. 2001;23: 77–78.
- Jacob F, Polzin DJ, Osborne CA, et al. Clinical evaluation of dietary modification for treatment of spontaneous chronic renal failure in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2002;220: 1163–1170. doi: 10.2460/javma.2002.220.1163.
- Jeusette I, Grauwels M, Cuvelier C, et al. Hypercholesterolaemia in a family of rough collie dogs. *Journal of Small Animal Practice*. 2004;45: 319–324. doi: 10.1111/j.1748-5827.2004.tb00244.x.
- Johnston KL, Swift NC, Forster-van Hijfte M, et al. Comparison of the bacterial flora of the duodenum in healthy cats and cats with signs of gastrointestinal tract disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2001;218: 48–51. doi: 10.2460/javma.2001.218.48.
- Kara K. Comparison of dietary fibre,  $\beta$ -glucan, resistant and non-resistant starch and in vitro digestibility of commercial extruded dry food of adult dogs. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2021;30(4): 379-390. doi: 10.22358/jafs/143103/2021
- Kim HW, Chew BP, Wong TS, et al. Modulation of humoral and cell-mediated immune responses by dietary lutein in cats. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2000;74: 331–341. doi: 10.1016/s0165-2427(00)00152-5.
- Kimura T. The regulatory effects of resistant starch on glycaemic response in obese dogs. *Archives of Animal Nutrition*. 2013;67: 503–509. doi: 10.1080/1745039X.2013.857081
- Laflamme DP, Ballam JM. *Effect of age on maintenance energy requirements of adult cats*. In Proc Purina Nutr Forum, St Louis, 2001.
- Lattimer JM, Haub MD. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*. 2010;2(12): 1266–1289. doi: 10.3390/nu2121266.
- Lauten SD. Nutritional risks to large-breed dogs: from weaning to the geriatric years. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2006;36: 1345–1359. doi: 10.1016/j.cvsm.2006.09.003.
- Lekcharoensuk C, Lulich JP, Osborne CA, et al. Association between patient-related factors and risk of calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate urolithiasis in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2000;217: 520–525. doi: 10.2460/javma.2000.217.520.
- Lekcharoensuk C, Lulich JP, Osborne CA, et al. Patient and environmental factors associated with calcium oxalate urolithiasis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2000;217: 515–519. doi: 10.2460/javma.2000.217.515.
- Loeffler A, Soares-Magalhaes R, Bond R, et al. A retrospective analysis of case series using home-prepared and chicken hydrolysate diets in the diagnosis of adverse food reactions in 181 pruritic dogs. *Veterinary Dermatology*. 2006;17(4): 273-279. doi: 10.1111/j.1365-3164.2006.00522.x.
- Lund EM, Armstrong PJ, Kirk CA. Prevalence and risk factors for obesity in adult cats from private US veterinary practices. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*. 2005;3: 88–96.
- Mueller RS, Olivry T, Prélard P. Critically appraised topic on adverse food reactions of companion animals (2): common food allergen sources in dogs and cats. *BMC Veterinary Research*. 2016;12: 9. doi: 10.1186/s12917-016-0633-8
- Nelson RW, Reusch CE. Animal models of disease: classification and etiology of diabetes in dogs and cats. *The Journal of Endocrinology*. 2014;222(3): 1-9. doi: 10.1530/JOE-14-0202.
- Nelson RW, Scott-Moncrieff JC, Feldman EC, et al. Effect of dietary insoluble fiber on control of glycemia in cats with naturally acquired diabetes mellitus. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2000;216: 1082–1088. doi: 10.2460/javma.2000.216.1082.
- NRC. Nutrient requirements of dogs and cats. The National Academies Press, Washington D.C. 2006.
- Olivry T, Mueller RS, Prélard P. Critically appraised topic on adverse food reactions of companion animals (1): duration of elimination diets. *BMC Veterinary Research*. 2015;11: 225. doi: 10.1186/s12917-015-0541-3.
- Patton. Hip Dysplasia in Dogs. (10/10/2024 tarihinde <https://pattonvethospital.com/blog/235290-hip-dysplasia-in-dogs>. adresinden alınmıştır.)
- Peixoto MC, Ribeiro ÉM, Maria APJ, et al. Effect of resistant starch on the intestinal health of old dogs: fermentation products and histological features of the intestinal mucosa. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2018;102: 111–121. <https://doi.org/10.1111/jpn.12711>

- Plantinga EA, Everts H, Kastelein AMC, et al. Retrospective study of the survival of cats with acquired chronic renalinsufficiency offered different commercial diets. *The Veterinary Record*. 2005;157: 185–187. doi: 10.1136/vr.157.7.185.
- Rand JS, Fleeman LM, Farrow HA, et al. Canine and feline diabetes mellitus: nature or nurture? *Journal of Nutrition*. 2004;134: 2072–2080. doi: 10.1093/jn/134.8.2072s.
- Rand JS, Martin GJ. Management of feline diabetes mellitus. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2001;31:881–913. doi: 10.1016/s0195-5616(01)50004-2
- Ross SJ, Osborne CA, Kirk CA, et al. Clinical evaluation of dietary modification for treatment of spontaneous chronic kidney disease in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2006;229: 949–957. doi: 10.2460/javma.229.6.949.
- Rosselli D. Updated information on gastric dilatation and volvulus and gastropexy in dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2022;52(2): 317–337. doi: 10.1016/j.cvsm.2021.11.004.
- Russell K, Sabin R, Holt S. Influence of feeding regimen on body condition in the cat. *Journal of Small Animal Practice*. 2000;41: 12–17. doi: 10.1111/j.1748-5827.2000.tb03129.x.
- Safra N, Ling GV, Schaible RH, et al. Exclusion of urate oxidase as a candidate gene for hyperuricosuria in the Dalmatian dog using an interbreed backcross. *The Journal of Heredity*. 2015;96:750–754. doi: 10.1093/jhered/esi078.
- Schweigert FJ, Raila J, Wichert B, et al. Cats absorb b-carotene, but it is not converted to vitamin A. *Journal of Nutrition*. 2002;132: 1610–1612. doi: 10.1093/jn/132.6.1610s.
- Slingerland LI, Fazilova VV, Plantiga EA, et al. Indoor confinement and physical inactivity rather than the proportion of dry food are risk factors in the development of feline type 2 diabetes mellitus. *Veterinary Journal*. 2009;179: 247–253. doi: 10.1016/j.tvjl.2007.08.035.
- Thornburg LP. A perspective on copper and liver disease in the dog. *The Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2000;12:101–110. doi: 10.1177/104063870001200201.
- Wei A, Fascetti AJ, Liu KJ, et al. Influence of a high-protein diet on energy balance in obese cats allowed ad libitum access to food. *The Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2011;95(3): 359–367. doi: 10.1111/j.1439-0396.2010.01062.x.
- Wichert B, Muller L, Gebert S, et al. Additional data on energy requirements of young adult cats measured by indirect calorimetry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2007;91: 278–281. doi: 10.1111/j.1439-0396.2007.00705.x.
- Yuzbasiyan-Gurkan V, Blanton SH, Cao Y, et al. Linkage of a microsatellite marker to the canine copper toxicosis locus in Bedlington Terriers. *American Journal of Veterinary Research*. 1997;58: 23–27,

## Bölüm 22

# At Besleme ve Beslenme Hastalıkları

Recep GÜMÜŞ<sup>1</sup>

### ATIN İNSANLAR İÇİN ÖNEMİ

Atlar, tarih boyunca insanlık için önemli bir rol oynamış ve tarih öncesi çağlardan bu yana insanlar için temel bir ulaşım, tarım ve savaş aracı olmuştur. Atlar birçok kültürde hem ekonomik hem de sosyal alanda büyük etkiler bırakmıştır. Atların M.Ö. 3500 yıllarında insanların hayatlarında yer aldığı yapılan araştırmalarda ortaya konmuştur. Atlar, Orta Asya'dan Avrupa'ya kadar uzanan geniş coğrafyada farklı kültürler için önemli bir sembol olmuşlardır. Türkler ve Moğollar, atların sağladığı hız ve esneklik sayesinde büyük imparatorluklar kurmuşlardır.

Atlar, yüzyıllar boyunca hem bireysel ulaşım hem de askeri hareketlilik için kullanılmıştır. Yine atlar, tarım toplumlarında da büyük bir öneme sahip olup, toprağın işlenmesi, yük taşıma ve ulaşımda yaygın olarak kullanılmıştır. Atlar, aynı zamanda spor ve eğlence dünyasında da önemli bir yer edinmiştir. Atlar, insanlar ile derin bir bağ kurabilen hayvanlardır. Özellikle tedavi amaçlı kullanılan atlar, insanların duygusal iyileşmelerine katkı sağlar.

### AT IRKLARI

Dünyada yaklaşık olarak 397 at ırkının olduğu bilinirken bunlar sıcakkanlı ve soğukkanlı olarak iki grupta toplanabilir. Sıcakkanlı atlar, ince ve zarif yapılı, uzun bacaklı ve genellikle daha hafif bir bedene sahiptir. Bu özellikler, onların hız ve çeviklik gerektiren alanlarda başarılı olmalarını sağlar. Kas yapıları daha esnektir ve

bu, yüksek hızlarda dengeli hareket etmelerine olanak tanır. Arap atı ve İngiliz atı en bilinen sıcakkanlı at ırklarıdır. Soğukkanlı atlar, güçlü ve ağır işlerde kullanılan, daha sakın ve dayanıklı atlar olarak tanımlanır. Bu atlar günümüzde genellikle binek, tarım işleri ve yük taşıma işlerinde kullanılmaktadır.

Ülkemizde bulunan yerli at ırklarından bazıları Anadolu Atı, Ayvacık Midillisi Atı, Canik atı, Hınıs Atı, Çukurova Atı, Doğu Anadolu Atı, Karacabey Atı, Karakaçan Atı, Türk Arap Atı, Türk İngiliz Atı, Trakya Atı ve Uzunyayla Atı'dır.

### ATLARIN SİNDİRİM SİSTEMİ

Atın sindirim sistemi ya da sindirim kanalı, ağızdan anüse kadar yaklaşık 30 metre uzunluğundadır (Şekil 1). Atların midesi sığırlara göre küçüktür. İnce bağırsaklar, basit mideli hayvanlarla benzer şekilde işlev görürken özellikle sekum olmak üzere kalın bağırsaklar ise ruminantlarla bazı benzerlikler gösterir. Ancak atlar, ruminantlardaki kadar yoğun mikrobiyal aktivite gerçekleşmez ve besin maddelerinin emilimi o kadar verimli değildir. Bu nedenle, atın selülozdan faydalanma şekli domuz ile ruminantlar arasında bir yerededir. Atın sindirim sistemi, yem (kuru madde, KM) tüketimi, çiğneme, sindirme, besin maddelerini emme ve sindirilmeyen kısmı dışkı olarak dışarı atma sürecinde rol oynar. Yemlerin ağızdan anüse kadar ilerlemesi yaklaşık 65-75 saat sürer.

<sup>1</sup> Prof. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., rgumus@cumhuriyet.edu.tr  
ORCID iD: 0000-0002-8812-191X

Yemdeki A Maddesinin Sindirilme Derecesi, % = 100-[100 x Yemdeki indikatör, % x Dışkıda A besin maddesi,% /Dışkıda indikatör,% x Yemdeki A besin maddesi]

### İn vitro Sindirim Teknikleri

Atlarda besleme denemeleri için çok sayıda atın kullanılması ekonomik, iş gücü ve hayvan refahı gibi nedenlerle in vivo olarak yapılmasının güçlüğü araştırmacıları in vitro denemelere itmiştir. Atlarda in vitro sindirim teknikleri hızlı, tekrarlanabilir ve çevresel şartların önlendiği teknikler olup, bu teknikler genelde yaygın olarak kullanılanları, toplam sindirim tekniği, Sunvold–kalın bağırsak tekniği ve Menke–kalın bağırsak sindirim tekniği’dir. Ancak atlar için kaba yemlerin *in vitro* sindirimini en yüksek düzeyde belirleyen teknik, *in vitro* toplam sindirilebilirlik testi olduğu bildirilmiştir.

- **İn vitro toplam sindirilebilirlik tekniği:** Bu teknikte atların mide, ince bağırsak ve kalın bağırsaklarında gerçekleşen sırasıyla enzimatif sindirim, enzimatif sindirim ve fermentatif sindirim aşamaları enzim ve dışkı inokulum kullanılarak saptanmaktadır. Yem hammaddesi *in vitro* olarak anaerobik fermenterlerde 39 °C’de sırasıyla mide-deki enzimatif sindirim, ince bağırsaktaki pankreatik sindirim ve kalın bağırsaktaki mikrobiyal fermentasyona maruz bırakılmaktadır.
- **İn vitro Sunvold–kalın bağırsak tekniği:** Bu teknik kalın bağırsaklardaki fermentatif sindirimi *in vitro* şartlarda vitamin, mineral, kısa zincirli yağ asitleri, tampon madde karışımı gibi spesifik kimyasallar yanında dışkı inokulumu da kullanarak *in vitro* anaerobik fermenterlerde 39 °C’de inbüke edilerek belirlenmektedir.
- **İn vitro Menke–kalın bağırsak sindirim tekniği:** Bu *in vitro* sindirim tekniği ise ruminantlardaki *in vitro* ruminal gaz üretim tekniğinin atlara uyarlanmış hali olup, yem hammaddesi dışkı inokulumu ve tampon solüsyonun inkübasyonu esasına dayanır.

### KAYNAKLAR

- Association for Pet Obesity Prevention. Horse body condition score (BCS) chart. (19/11/2024 tarihinde <https://www.petobesityprevention.org/horsebcs> adresinden ulaşılmıştır).
- Cunha,TJ. Horse feeding and nutrition. Second edition. Academic Press, Inc., 1991.
- Çağrı A, Kara K. The effect of safflower on the in vitro digestion parameters and methane production in horse and ruminant. *Acta Veterinaria Eurasia*. 2018;44: 73-84. doi: 10.26650/actavet.2018.409784
- Delobel A, Fabry C, Schoonheere N, et al. Linseed oil supplementation in diet for horses: Effects on palatability and digestibility. *Livestock Science*. 2008;116(1-3): 15-21. doi: 10.1016/j.livsci.2007.07.016
- Ensminger ME, OldfieldS JE, Heinemann WW. Feeds and nutrition. 2nd Edn., Ensminger Publishing Company, Clovis, CA, USA, 1990.
- Ersahince AC, Kara K. Nutrient composition and in vitro digestion parameters of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) herbage at different maturity stages in horse and ruminant. *Journal of Animal and Feed Sciences*; 2017;26(3): 213-225. doi:10.22358/jafs/76477/2017.
- Frape D. Equine nutrition and feeding. Fourth edition. Wiley-Blackwell Publishing, UK, 2010.
- Garton GA. Lipid metabolism in herbivorous animals. *Nutrition Abstracts and Reviews*; 1960;30(1):1-16.
- Güleç E. Türk at ırkları. Anadolu At Irklarını Yaşatma ve Geliştirme Derneği Yayınları, Ankara, 2005.
- Haenlein GFW, Smith RC, Yoon YM. Determination of the fecal excretion rate of horses with chromic oxide. *Journal of Animal Science*. 1966;25(4):1091-1095. doi: 10.2527/jas1966.2541091x
- Hayat A. Atlarda yanlış besleme sonucu topallığa sebep olan hastalıklar. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2013;2(1): 54-60.
- Hervera M, Baucells MD, Blanch F, et al. Prediction of digestible energy content of extruded dog food by in vitro analyses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2007;91(5-6):205-209. doi:10.1111/j.1439-0396.2007.00693.x
- Hintz HF, Cymbaluk NF. Nutrition of the horse. *Annual Review of Nutrition*. 1994; 14(1): 243-267. doi: 10.1146/annurev.nu.14.070194.001331
- Hintz HF, Kallfelz FA. Some nutritional problems of horses. *Equine Veterinary Journal*. 1981;13(3):183-186. doi: 10.1111/j.2042-3306.1981.tb03480.x
- Jurgens MH. Animal feeding and nutrition. Seventh edition. Kendall/Hunt Publishing, Sayfa: 449-456, 1993.
- Kara K, Altınsoy A. Comparison of forages’ digestion levels for different in vitro digestion techniques in horses. *Veterinary Medicine and Science*; 2024;10(2):e31373. doi: 10.1002/vms3.1373.
- Kara K, Baytok E. Effect of different level of psyllium supplementation to horse diet on in vitro fermentation parameters and methane emission. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2016;47:1-8. doi: 10.16988/iuvfd.255208

- Kara, K. Investigation of the effectiveness of tomato pulp on the in vitro fermentation of working horse diets. *Journal of Applied Animal Research*; 2022;50(1):198–203. doi: 10.1080/09712119.2022.2054421
- Küçük O. Yarışatı besleme ve beslenme hastalıkları. Verda Yayıncılık ve Danışmanlık Hizmetleri, 2017.
- Küçükersan MK. At Besleme., Ergün A. (Ed.), Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları. Ankara: Pozitif Baskı; 2008. p. 523-581.
- Lawrence LM, Williams J, Soderholm LV, et al. Effect of feeding state on the response of horsesto repeated bouts of intense exercise. *Equine Veterinary Journal*. 1995;27(1):27-30. doi: 10.1111/j.2042-3306.1995.tb03028.x
- Lewis LD. In: *Equine Clinical Nutrition*. A Lea & Febiger Book Williams and Wilkins, Philadelphia, 1995.
- Ludwig DS. The glycemic index: physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. *Journal of the American Medical Association*. 2002;287(18):2414-2423. doi: 10.1001/jama.287.18.2414
- Menke KH, Raab L, Salewski A, et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs 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
- Mienaltowski MJ, Belt A, Henderson JD, et al. Psyllium supplementation is associated with changes in the fecal microbiota of horses. *BMC Research Notes*; 2020;13(1):459. doi: 10.1186/s13104-020-05305-w.
- National Research Council (NRC). *Nutrient requirements of horses*. 6th revised revision. Natl. Acad. Sci., Washington, DC, 2007.
- Sunvold GD, Fahey Jr GC, Merchen NR, et al. In vitro fermentation of selected fibrous substrates by dog and cat fecal inoculum: influence of diet composition on substrate organic matter disappearance and short-chain fatty acid production. *Journal of Animal Science*. 1995;73(4):1110-1122. doi:10.2527/1995.7341110x

## Bölüm 23

# Balık Besleme ve Beslenme Hastalıkları

Veysel DOĞAN<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Proteinler, başlıca kas dokuların gelişimi ve onarımı, kan homeostazi ve bağışıklık parametrelerinin iyileştirilmesinden sorumludur. Bu noktada, beslenme amacıyla alınan proteinlerin amino asit konsantrasyonları ve sindirilebilirlikleri önem arz etmektedir. Balık eti proteinlerinin amino asit konsantrasyonları oldukça yüksek ve insanlar tarafından sindirilebilirlik dereceleri %85-95 arasında değişir. Bu yönüyle, 140 g balık yetişkin bir insanın günlük protein ihtiyacının %50-60'ını karşılayabilmektedir. Proteinin yanı sıra, karasal hayvanlara kıyasla, balıklar eikozapentanoik asit (EPA) ve dokozahexanoik asit (DHA) gibi  $\omega$ -3 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) yönünden oldukça da zengindir. Bu yağ asitlerinin beyin gelişimi ve kardiovasküler sağlık gibi çeşitli fizyolojik fonksiyonlarda rol oynaması balık etinin insan beslemesindeki önemini ayrıca arttırmaktadır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde balık ve kabuklu su canlılarının beslenmesi anlaşılmaktadır. Karasal hayvanlardan protein üretiminin yanı sıra, su ürünleri yetiştiriciliği aracılığıyla elde edilen hayvansal protein miktarı gün geçtikçe artış göstermektedir. Bu yönüyle, 2018 yılında 115,9 milyon tonolan su ürünleri yetiştiriciliği (54,6 milyon tonu balık) 2022 yılına gelindiğinde 130,9 milyon tona (61,6 tonu balık) ulaşmıştır. Balık, insan büyümesini ve sağlığını geliştirmek için yüksek kaliteli protein ve diğer besinleri sağlayan bir besin kaynağıdır. Özellikle 2001 ve 2021 yılları arasında, gelişmiş ülkelerde kişi başına balık tüketimi %28,1 oranında artarak 16 kg'dan 20,6 kg'a yükselmiş ve bu

tüketim toplam hayvansal protein tüketiminin yaklaşık olarak %17'sini oluşturmaktadır. Türkiye'de ise 2001'den 2021 yılına kişi başı su ürünleri tüketimi %10'dan %3,25'e düşmüştür.

Balıkların besin maddelerini sindirime ve absorbe etme süreçleri, doğrudan gastrointestinal sistemlerinin yapısı ve işleyişi ile ilgilidir. Bu bölümde, balıkların gastrointestinal sistemlerinin kısmen anatomisinin incelenmesinin yanı sıra sindirim fizyolojisi ve sindirim biyokimyasına değinilerek, balık besleme stratejilerinden bahsedilmiştir.

### BALIKLARIN GASTROİNTESTİNAL (GI) SİSTEMİ

Gastrointestinal (mide-bağırsak) kanal diğer omurgalılarda olduğu gibi balıklarda da hayatta kalma ve homeostaz için gerekli olan yem alımı, yemlerin dönüşümü ve ozmoregülasyon gibi çeşitli rollere sahiptir. GI kanal, aynı zamanda istenmeyen maddelere ve mikroorganizmalara karşı bir bariyer görevini de üstlenmektedir. Balıkların GI kanalları diğer omurgalı gruplarındaki temel özellikleri gösterir ancak filogeni (evrimsel gelişimi) ve ontogeni (yaşam sürecindeki gelişimi), beslenme alışkanlıkları, rasyon, fizyolojik koşullar ve bağırsakların yerine getirebileceği özel işlevlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Balık türleri arasında GI kanal morfolojisindeki belirgin farklılıklar, etkili sindirim ve geniş bağırsak emilim yüzey alanı sağlanmaktadır. Balık besleme uzmanları için GI kanal morfolojik özelliklerinin rasyon özellikleriyle ilişkilendirilmesi önemlilik arz etmektedir.

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Kastamonu Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalık AD., vdogan@kastamonu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1148-5416

Tüm balıklarda olduğu gibi alabalıklarda da beslenme oranları su sıcaklığı ve balık boyutuna göre değişkenlik göstermektedir. *Alabalık* için yaygın şekilde kullanılabilecek beslenme oranları **Tablo 13'** de verilmiştir. Bu tablodaki değerleri uygularken, rasyonun enerji içeriğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Burada unutulmaması gereken, hazırlanan bu tablo ve diğer tablolar; birebir uygulama amacıyla değil sadece bir rehber oluşturması amaçlıdır. Verimli bir hayvancılık yapılabilmesi için kayıt sistemine oldukça özen gösterilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde oluşacak büyük ekonomik kayıplar sürdürülebilir hayvancılığın önündeki tek ve en büyük engel olacaktır.

### Örnek:

Kültür balıkçılığında havuzdaki balıkların ağırlıkları sırasıyla; 4g ağırlığında ve havuz suyu sıcaklığı ise 16°C ayrıca yemden yararlanma oranları 1,2-1,4 arasında olarak şekildeher bir balık için gerekli olan %CA yem tüketimini ve havuz için toplam yem miktarını hesaplayabiliriz. Not: Havuzda 2500 balık bulunmaktadır.

Canlı Ağırlık: 4 g; Su sıcaklığımız: 16°C ve istenilen yem dönüşüm oranı 1,3 olsun.

Bu durumda; tabloya baktığımızda 4 g ağırlık 4,6 g satırına yakın ve 16°C ise 16,1°C sıcaklık sütunu alınır ve iki değer kesiştiği değeri bulunur. Bu değer; 3,93 bulunur ve yemden yararlanma oranıyla çarpılır. %CA yem tüketimi = 3,93 x 1,3 = 5,109 olarak belirlenecektir. Şimdi, 1 numaralı havuzumuzdaki balıklar CA'larının yaklaşık %5'i kadar yem tüketmeleri gerekmektedir. Balıklarımız 4 g ağırlığında olduğuna göre =  $(4 \times 5)/100=0,2$  g/gün yem tüketimigerekmetedir. Havuza toplam verilmesi gereken yem =  $2500 \times 0,2 = 500$  g yem/gün.

## KAYNAKLAR

Aksnes A. Growth, feed efficiency and slaughter quality of salmon, *Salmo salar* L., given feeds with different ratios of carbohydrate and protein. *Aquaculture Nutrition*. 1995;1(4):241-8. doi:10.1111/j.1365-2095.1995.tb00050.x

Arzel J, Métailler R, Kerleguer C, et al. The protein requirement of brown trout (*Salmo trutta*) fry. *Aquaculture*. 1995;130(1):67-78. doi: 10.1016/0044-8486(94)00201-X

Asaikkutti A, Bhavan PS, Vimala K. Effects of different levels of dietary folic acid on the growth performance, muscle composition, immune response and antioxi-

dant capacity of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*. 2016;464:136-44. doi:10.1016/j.aquaculture.2016.06.014

Austreng E, Skrede A, Eldegard Å. Effect of dietary fat source on the digestibility of fat and fatty acids in rainbow trout and mink. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 1979;29(2):119-26. doi:10.1080/00015127909435220

Babaei S, Sáez A, Caballero-Solares A, et al. I. Effect of dietary macronutrients on the expression of cholecystokinin, leptin, ghrelin and neuropeptide Y in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *General and Comparative Endocrinology*. 2017;240:121-8. doi:10.1016/j.ygcen.2016.10.003

Barakat GM, Ramadan W, Assi G, et al. Satiety: a gut-brain-relationship. *The Journal of Physiological Sciences*. 2024;74(1):11. doi:10.1186/s12576-024-00904-9

Barnett, B. J., C. Y. Cho, and S. J. Slinger. "The essentiality of cholecalciferol in the diets of rainbow trout (*Salmo gairdneri*)." (1979): 291-297. doi:10.1016/0300-9629(79)90162-2

Bijvelds MJ, Van Der Velden JA, Kolar ZI, et al. Magnesium transport in freshwater teleosts. *Journal of Experimental Biology*. 1998;201(13):1981-90. doi:10.1242/jeb.201.13.1981

Bœuf G, Payan P. How should salinity influence fish growth?. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*. 2001;130(4):411-23. doi:10.1016/S1532-0456(01)00268-X

Bowen SH. Dietary protein requirements of fishes-a reassessment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 1987;44(11):1995-2001. doi:10.1139/f87-244

Brett JR. Energetic responses of salmon to temperature. A study of some thermal relations in the physiology and freshwater ecology of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *American Zoologist*. 1971;11(1):99-113. doi:10.1093/ich/11.1.99

Brønstad I, Bjerkås I, Waagbø R. The need for riboflavin supplementation in high and low energy diets for Atlantic salmon *Salmo salar* L. parr. *Aquaculture Nutrition*. 2002;8(3):209-20. doi:10.1046/j.1365-2095.2002.00210.x

Brown, Paul B., and Edwin H. Robinson. "Vitamin D studies with channel catfish (*Ictalurus punctatus*) reared in calcium-free water." (1992): 213-219. doi:10.1016/0300-9629(92)90265-R

Chávez-Sánchez MC, Olvera-Novoa MA, Osuna-Durán B, et al. Ascorbic acid requirement and histopathological changes due to its deficiency in juvenile spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). *Aquaculture International*. 2014;22:1891-909. doi:10.1007/s10499-014-9790-6

Chen QL, Luo Z, Wu K, et al. Differential effects of dietary copper deficiency and excess on lipid metabolism in yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*. 2015;184:19-28. doi:10.1016/j.cbpb.2015.02.004

Cooper CA, Bury NR. The gills as an important uptake route for the essential nutrient iron in freshwater rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of*



- Fish Biology*. 2007;71(1):115-28. doi:10.1111/j.1095-8649.2007.01474.x
- Croft MT, Lawrence AD, Raux-Deery E, et al. Algae acquire vitamin B12 through a symbiotic relationship with bacteria. *Nature*. 2005;438(7064):90-3. doi:10.1038/nature04056
- Dabrowski K, Blom JH. Ascorbic acid deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs and survival of embryos. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*. 1994;108(1):129-35. doi:10.1016/0300-9629(94)90064-7
- De Silva SS, Gunasekera RM, Shim KF. Interactions of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia: evidence of protein sparing. *Aquaculture*. 1991;95(3-4):305-18. doi:10.1016/0044-8486(91)90096-P
- Defaix R, Lokesh J, Ghislain M, et al. High carbohydrate to protein ratio promotes changes in intestinal microbiota and host metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed plant-based diet. *Aquaculture*. 2024;578:740049. doi:10.1016/j.aquaculture.2023.740049
- Demirci B. Scanning electron microscopic examination of rainbow trout gastrointestinal mucosa. *Veterinary Journal of Kastamonu University*. 2023;2(2):1-7. doi:10.61262/vetjku.1375634
- Deng J, Kong L, An Q, et al. Effect of dietary pH adjustment on the utilization of supplemental methionine and lysine by juvenile common carp, *Cyprinus carpio*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 2011;42(5):696-704. doi:10.1111/j.1749-7345.2011.00514.x
- Drakesmith H, Prentice AM. Hcpidin and the iron-infection axis. *Science*. 2012;338(6108):768-72. doi:10.1126/science.1224577
- Duque-Correa MJ, Clements KD, Meloro C, et al. Diet and habitat as determinants of intestine length in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2024;12:1-8. doi:10.1007/s11160-024-09853-3
- El-Mowafi AF, Maage A. Magnesium requirement of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr in seawater-treated fresh water. *Aquaculture Nutrition*. 1998;4(1):31-8. doi:10.1046/j.1365-2095.1998.00100.x
- Espe M, Vikeså V, Helgøy Thomsen T, et al. Atlantic salmon fed a nutrient package of surplus methionine, vitamin B12, folic acid and vitamin B6 improved growth and reduced the relative liver size, but when in excess growth reduced. *Aquaculture Nutrition*. 2020;26(2):477-89. doi:10.1111/anu.13010
- Fernández I, Gisbert E. The effect of vitamin A on flatfish development and skeletogenesis: a review. *Aquaculture*. 2011;315(1-2):34-48. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.11.025
- Fernandez I, López-Joven C, Andree KB, et al. Vitamin A supplementation enhances Senegalese sole (*Solea senegalensis*) early juvenile's immunocompetence: new insights on potential underlying pathways. *Fish & Shellfish Immunology*. 2015;46(2):703-9. doi:10.1016/j.fsi.2015.08.007
- Fontagné-Dicharry S, Lataillade E, Surget A, et al. Effects of dietary vitamin A on broodstock performance, egg quality, early growth and retinoid nuclear receptor expression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 2010;303(1-4):40-9. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.03.009
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The state of World Fisheries and Aquaculture 2024. (17/07/2024 tarihinde <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture/en> adresinden ulaşılmıştır).
- Fowler LG. Substitution of soybean and cottonseed products for fish meal in diets fed to chinook and coho salmon. *The Progressive Fish-Culturist*. 1980;42(2):87-91. doi:10.1577/1548-8659(1980)42[87:SOSACP]2.0.CO;2
- Francis DS, Thanuthong T, Senadheera SP, et al. n-3 LC-PUFA deposition efficiency and appetite-regulating hormones are modulated by the dietary lipid source during rainbow trout grow-out and finishing periods. *Fish Physiology and Biochemistry*. 2014;40:577-93. doi:10.1007/s10695-013-9868-5
- Garling Jr DL, Wilson RP. Optimum dietary protein to energy ratio for channel catfish fingerlings, *Ictalurus punctatus*. *The Journal of Nutrition*. 1976;106(9):1368-75. doi:10.1093/jn/106.9.1368
- Gheita AA, Gheita TA, Kenawy SA. The potential role of B5: A stitch in time and switch in cytokine. *Phytotherapy Research*. 2020;34(2):306-14. doi:10.1002/ptr.6537
- Glencross BD. Exploring the nutritional demand for essential fatty acids by aquaculture species. *Reviews in Aquaculture*. 2009;1(2):71-124. doi:10.1111/j.1753-5131.2009.01006.x
- Glover CN, Hogstrand C. Amino acid modulation of in vivo intestinal zinc absorption in freshwater rainbow trout. *Journal of Experimental Biology*. 2002;205(1):151-8. doi:10.1242/jeb.205.1.151
- Gomes EF, Corraze G, Kaushik S. Effects of dietary incorporation of a co-extruded plant protein (rapeseed and peas) on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 1993;113(4):339-53. doi:10.1016/0044-8486(93)90404-M
- Graff IE, Høie S, Totland GK, et al. Three different levels of dietary vitamin D3 fed to first-feeding fry of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): effect on growth, mortality, calcium content and bone formation. *Aquaculture Nutrition*. 2002;8(2):103-11. doi:10.1046/j.1365-2095.2002.00197.x
- Grisdale-Helland B, Helland SJ. Replacement of protein by fat and carbohydrate in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*) at the end of the freshwater stage. *Aquaculture*. 1997;152(1-4):167-80. doi:10.1016/S0044-8486(97)00003-3
- Grosell M. The role of the gastrointestinal tract in salt and water balance. In: *Fish physiology 2010*; (Vol. 30, pp. 135-164). *Academic Press*. doi:10.1016/S1546-5098(10)03004-9
- Guo YL, Wu P, Jiang WD, et al. The impaired immune function and structural integrity by dietary iron deficiency or excess in gill of fish after infection with *Flavobacterium columnare*: regulation of NF- $\kappa$ B, TOR, JNK, p38MAPK, Nrf2 and MLCK signalling. *Fish &*

- Shellfish Immunology*. 2018;74:593-608. doi:10.1016/j.fsi.2018.01.027
- Hamed S, El-Kassas S, Abo-Al-Ela HG, et al. Interactive effects of water temperature and dietary protein on Nile tilapia: growth, immunity, and physiological health. *BMC Veterinary Research*. 2024;20. doi:10.1186/s12917-024-04198-2
- Hamilton SJ. Review of selenium toxicity in the aquatic food chain. *Science of The Total Environment*. 2004;326(1-3):1-31. doi:10.1016/j.scitotenv.2004.01.019
- Han Q, Fan H, Peng J, et al. Pleiotropic function of vitamin C on fatty acids in liver and muscle of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture*. 2019;512:734352. doi:10.1016/j.aquaculture.2019.734352
- Hansen AC, Rosenlund G, Karlsen Ø, et. Total replacement of fish meal with plant proteins in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) I-Effects on growth and protein retention. *Aquaculture*. 2007;272(1-4):599-611. doi:10.1016/j.aquaculture.2007.08.034
- Hansen AC, Waagbø R, Hemre GI. New B vitamin recommendations in fish when fed plant-based diets. *Aquaculture Nutrition*. 2015;21(5):507-27. doi:10.1111/anu.12342
- Hernandez LH, Hardy RW. Vitamin A functions and requirements in fish. *Aquaculture Research*. 2020;51(8):3061-71. doi:10.1111/are.14667
- Hidalgo F, Alliot E. Influence of water temperature on protein requirement and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*. 1988;72(1-2):115-29. doi:10.1016/0044-8486(88)90152-4
- Hofer R. Morphological adaptations of the digestive tract of tropical cyprinids and cichlids to diet. *Journal of Fish Biology*. 1988;33(3):399-408. doi:10.1111/j.1095-8649.1988.tb05481.x
- Hossain MA, Yoshimatsu T. Dietary calcium requirement in fishes. *Aquaculture Nutrition*. 2014;20(1):1-1. doi:10.1111/anu.12135
- Howlader S, Sumi KR, Sarkar S, et al. Effects of dietary replacement of fish meal by soybean meal on growth, feed utilization, and health condition of stinging catfish, *Heteropneustes fossilis*. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2023;30(3):103601. doi:10.1016/j.sjbs.2023.103601
- Huang HH, Feng L, Liu Y, et al. Effects of dietary thiamin supplement on growth, body composition and intestinal enzyme activities of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Aquaculture Nutrition*. 2011;17(2):e233-40. doi:10.1111/j.1365-2095.2010.00756.x
- Huang JW, Tian LX, Du ZY, et al. Effects of dietary thiamin on the physiological status of the grouper *Epinephelus coioides*. *Fish Physiology and Biochemistry*. 2007;33:167-72. doi:10.1007/s10695-007-9127-8
- Idowu TA, Adedeji HA, Sogbesan OA. Fish disease and health management in aquaculture production. *International Journal Environmental & Agricultural Science*. 2017;1(2).
- Jamiół-Milc D, Biernawska J, Liput M, et al. Seafood intake as a method of non-communicable diseases (NCD) prevention in adults. *Nutrients*. 2021;13(5):1422. doi:10.3390/nu13051422
- Jiang M, Huang F, Wen H, et al. Dietary niacin requirement of GIFT tilapia, *Oreochromis niloticus*, reared in freshwater. *Journal of the World Aquaculture Society*. 2014;45(3):333-41. doi:10.1111/jwas.12119
- Jiang M, Liu W, Wen H, et al. Effect of dietary carbohydrate sources on the growth performance, feed utilization, muscle composition, postprandial glycemic and glycogen response of Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869. *Journal of Applied Ichthyology*. 2014;30(6):1613-9. doi:10.1111/jai.12600
- Jiang WD, Zhang L, Feng L, et al. Inconsistently impairment of immune function and structural integrity of head kidney and spleen by vitamin A deficiency in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Fish & Shellfish Immunology*. 2020;99:243-56. doi:10.1016/j.fsi.2020.02.019
- Johnson KS, Clements KD. Histology and ultrastructure of the gastrointestinal tract in four temperate marine herbivorous fishes. *Journal of Morphology*. 2022;283(1):16-34. doi:10.1002/jmor.21424
- Kamunde C, Grosell M, Higgs D, et al. Copper metabolism in actively growing rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): interactions between dietary and waterborne copper uptake. *Journal of Experimental Biology*. 2002;205(2):279-90. doi:10.1242/jeb.205.2.279
- Kestemont P. Influence of feed supply, temperature and body size on the growth of goldfish *Carassius auratus* larvae. *Aquaculture*. 1995;136(3-4):341-9. doi:10.1016/0044-8486(95)00060-7
- Krogdahl Å, Hemre GI, Mommsen TP. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. *Aquaculture Nutrition*. 2005;11(2):103-22. doi:10.1111/j.1365-2095.2004.00327.x
- Krogdahl Å, Sundby A, Olli JJ. Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) digest and metabolize nutrients differently. Effects of water salinity and dietary starch level. *Aquaculture*. 2004;229(1-4):335-60. doi:10.1016/S0044-8486(03)00396-X
- Krossøy C, Waagbø R, FJELLDAL PG, et al. Dietary methionine nicotinamide bisulphite (vitamin K3) does not affect growth or bone health in first-feeding fry of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture Nutrition*. 2009;15(6):638-49. doi:10.1111/j.1365-2095.2008.00633.x
- Kumai Y, Perry SF. Mechanisms and regulation of Na<sup>+</sup> uptake by freshwater fish. *Respiratory physiology & neurobiology*. 2012 Dec 1;184(3):249-56. doi:10.1016/j.resp.2012.06.009
- Kumar V, Sinha AK, Makkar HP, et al. Phytate and phytase in fish nutrition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2012;96(3):335-64. doi:10.1111/j.1439-0396.2011.01169.x
- Labunskyy VM, Hatfield DL, Gladyshev VN. Selenoproteins: molecular pathways and physiological roles. *Physiological Reviews*. 2014;94(3):739-77. doi:10.1152/physrev.00039.2013
- Launer CA, Tiemeier OW, Deyoe CW. Effects of dietary addition of vitamins C and D3 on growth and calcium and phosphorus content of pond-cultured channel catfish. *The Progressive Fish-Culturist*. 1978;40(1):16-20. doi:10.1577/1548-8659(1978)40[16:EODAOV]2.0.

- CO;2
- Li A, Yuan X, Liang XF, et al. Adaptations of lipid metabolism and food intake in response to low and high fat diets in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Aquaculture*. 2016;457:43-9. doi:10.1016/j.aquaculture.2016.08.020
- Li J, Zhang L, Mai K, et al. Estimation of dietary biotin requirement of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus* C. *Aquaculture Nutrition*. 2010;16(3):231-6. doi:10.1111/j.1365-2095.2009.00655.x
- Lin YH, Lin HY, Shiau SY. Estimation of dietary pantothenic acid requirement of grouper, *Epinephelus malabaricus* according to physiological and biochemical parameters. *Aquaculture*. 2012;324:92-6. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.10.020
- Liu W, Wen H, Lu X, et al. Effects of high levels of niacin on lipid metabolism and body fat deposition in genetically improved farmed tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of Fishery Sciences of China*. 2019;26(3):473-83. doi:10.3724/SP.J.1118.2019.18264
- Maage A, Lygren B, El-Mowafi AF. Manganese requirement of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry. *Fisheries Science*. 2000;66(1):1-8. doi:10.1046/j.1444-2906.2000.00001.x
- Mariotti M, Ridge PG, Zhang Y, et al. The role of iron in brain development: a systematic review. *Nutrients*. 2020;12(7):2001. doi:10.3390/nu12072001
- McCarty MF. High-dose pyridoxine as an 'anti-stress' strategy. *Medical Hypotheses*. 2000;54(5):803-7. doi:10.1054/mehy.1999.0955
- Mélard C, Kestemont P, Grignard JC. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*P. fluviatilis*): effect of major biotic and abiotic factors on growth. *Journal of Applied Ichthyology*. 1996;12(3-4):175-80. doi:10.1111/j.1439-0426.1996.tb00085.x
- Miyazaki T. Nutritional Myopathy Syndrome in Cultured Fishes. *Journal of Fish Pathology*. 1991;4(1):41-6.
- Mohamed JS, Ravisankar B, Ibrahim A. Quantifying the dietary biotin requirement of the catfish, *Clarias batrachus*. *Aquaculture International*. 2000;8:9-18. doi:10.1023/A:1009264714521
- Mokhtar DM. Functional morphology of cardiac stomach of Nile catfish (*Clarias gariepinus*): Histological, scanning, and ultrastructural studies. *Microscopy Research and Technique*. 2022;85(5):1845-55. doi:10.1002/jemt.24046
- Muncan V, Faro A, Haramis AP, et al. T-cell factor 4 (Tcf7l2) maintains proliferative compartments in zebrafish intestine. *EMBO reports*. 2007;8(10):966-73. doi:10.1038/sj.embor.7401071
- National Research Council. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. The National Academy Press; 2011.
- Norman AW, Henry HL. Chapter 6- Pancreatic Hormones: Insulin and Glucagon. In: Hormones. 3rd ed. Norman AW, Henry HL. 2015:109-139. doi:10.1016/B978-0-08-091906-5.00006-9
- Ogbonna J, Chinonso A. Determination of the concentration of ammonia that could have lethal effect on fish pond. *Journal of Engineering and Applied Sciences (Asian Research Publishing Network)*. 2010;5:1-5.
- Ogino C, Saito K. Protein nutrition in fish. 1. The utilization of dietary protein by young carp. 1970;250-254. doi:10.2331/suisan.36.250
- Olli JJ, Krogdahl Å. Alcohol soluble components of soybeans seem to reduce fat digestibility in fish-meal-based diets for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture Research*. 1995;26(11):831-5. doi:10.1111/j.1365-2109.1995.tb00876.x
- Olsen RE, Ringø E. Lipid digestibility in fish: a review. *Recent Res. Dev. Lipid Res*. 1997;1:199-264.
- Olsvik PA, Hemre GI, Waagbø R. Exploring early micronutrient deficiencies in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by next-generation sequencing technology-from black box to functional genomics. *PLoS One*. 2013;8(7):e69461. doi:10.1371/journal.pone.0069461
- Oommen AM, Griffin JB, Sarath G, et al. Roles for nutrients in epigenetic events. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2005;16(2):74-7. doi:10.1016/j.jnutbio.2004.08.004
- Özel OT, Coskun I, Cakmak E, et al. Histomorphological study on the pyloric caeca and intestine of Black Sea trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2019;7(12):2159-64. doi:10.24925/turjaf.v7i12.2159-2164.2918
- Peres H, Lim C, Klesius PH. Growth, chemical composition and resistance to *Streptococcus iniae* challenge of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed graded levels of dietary inositol. *Aquaculture*. 2004;235(1-4):423-32. doi:10.1016/j.aquaculture.2003.09.021
- Perry C, Yu S, Chen J, et al. Effect of vitamin B6 availability on serine hydroxymethyltransferase in MCF-7 cells. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 2007;462(1):21-7. doi:10.1016/j.abb.2007.04.005
- Phogat S, Dahiya T, Jangra M, et al. Nutritional Benefits of Fish Consumption for Humans: A Review. *International Journal of Environment and Climate Change*. 2022;12(12):1443-57. doi:10.9734/ijeccl/2022/v12i121585
- Qian Y, Li XF, Zhang DD, et al. Effects of dietary pantothenic acid on growth, intestinal function, anti-oxidative status and fatty acids synthesis of juvenile blunt snout bream *Megalobrama amblycephala*. *PLoS One*. 2015;10(3):e0119518. doi:10.1371/journal.pone.0119518
- Rider S, Yamashita E, Chenal E, et al. Dietary calciferol reduces mesenteric adiposity to the benefit of carcass growth independently of circulating vitamin D hormone in juvenile Atlantic salmon. *Aquaculture*. 2024;585:740687. doi:10.1016/j.aquaculture.2024.740687
- Rodger HD, Henry L, Mitchell SO. Non-infectious gill disorders of marine salmonid fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2011;21(3):423-40. doi:10.1007/s11160-010-9182-6
- Rohani MF, Tarin T, Hasan J, et al. Vitamin E supplementation in diet ameliorates growth of Nile tilapia by upgrading muscle health. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2023;30(2):103558. doi:10.1016/j.sjbs.2023.103558
- Røsjø C, Nordrum S, Olli JJ, et al. Lipid digestibility and metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed me-

- dium-chain triglycerides. *Aquaculture*. 2000;190(1-2):65-76. doi:10.1016/S0044-8486(00)00395-1
- Sabaut JJ, Luquet P. Nutritional requirements of the gilthead bream *Chrysophrys aurata*. Quantitative protein requirements. *Marine Biology*. 1973;18:50-4. doi:10.1007/BF00347920
- Sahoo PK. Role of immunostimulants in disease resistance of fish. *CABI Reviews*. 2007;18:pp. doi:10.1079/PAVS-NNR20072045
- Salman NA, Eddy FB. Effect of dietary sodium chloride on growth, food intake and conversion efficiency in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Aquaculture*. 1988;70(1-2):131-44. doi:10.1016/0044-8486(88)90012-9
- Sampath WW, Rathnayake RM, Yang M, et al. Roles of dietary taurine in fish nutrition. *Marine Life Science & Technology*. 2020;2(4):360-75. doi:10.1007/s42995-020-00051-1
- Santiago BC, Gonzal AC. Effect of prepared diet and vitamins A, E and C supplementation on the reproductive performance of cage-reared bighead carp *Aristichthys nobilis* (Richardson). *Journal of Applied Ichthyology*. 2000;16(1):8-13. doi:10.1046/j.1439-0426.2000.00137.x
- Seale AP, Cao K, Chang RJ, et al. Salinity tolerance of fishes: Experimental approaches and implications for aquaculture production. *Reviews in Aquaculture*. 2024. doi:10.1111/raq.12900
- Senadheera SD, Turchini GM, Thanuthong T, et al. Effects of dietary vitamin B6 supplementation on fillet fatty acid composition and fatty acid metabolism of rainbow trout fed vegetable oil based diets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012;60(9):2343-53. doi:10.1021/jf204963w
- Shefat SH, Karim MA. Nutritional diseases of fish in aquaculture and their management: A review. *Acta Scientifica Pharmaceutical Sciences*. 2018;2(12):50-8.
- Shiau SY, Su SL. Dietary inositol requirement for juvenile grass shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture*. 2004;241(1-4):1-8. doi:10.1016/j.aquaculture.2004.01.013
- Shih SW, Yan JJ, Tsou YL, et al. In vivo functional assay in fish gills: Exploring branchial acid-excreting mechanisms in zebrafish. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(8):4419. doi:10.3390/ijms23084419
- Sinha GM. Scanning electron microscopic study of the intestinal mucosa of an Indian freshwater adult major carp, *Labeo rohita* (Hamilton). *Zeitschrift für Mikroskopisch-anatomische Forschung*. 1983;97(6):979-92.
- Soheil L, Hossein K, Shabanali N, et al. The effects of folic acid treatment on biometric and blood parameters of fingerling rainbow trout fishes (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Aquacult. Res. Dev*. 2013;4.
- Stoner AW. Effects of environmental variables on fish feeding ecology: implications for the performance of baited fishing gear and stock assessment. *Journal of Fish Biology*. 2004;65(6):1445-71. doi:10.1111/j.0022-1112.2004.00593.x
- Sugiura SH. Digestion and Absorption of Dietary Phosphorus in Fish. *Fishes*. 2024;9(8):324. doi:10.3390/fishes9080324
- Suzuki T, Srivastava AS, Kurokawa T. Experimental induction of jaw, gill and pectoral fin malformations in Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, larvae. *Aquaculture*. 2000;185(1-2):175-87. doi:10.1016/S0044-8486(99)00345-2
- Tacon AGJ and Cowey CB. (1985). In "Fish Energetics New Perspectives (P. Tytler and P. Calow, eds.), p. 155. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Takeuchi T, Watanabe T, Ogino C. Digestibility of hydrogenated fish oils in carp and rainbow trout. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries (Japan)*. 1979;45(12).
- Taveekijakarn P, Miyazaki T, Matsumoto M, et al. Histopathological and haematological changes in amago salmon, *Oncorhynchus rhodurus* (Jordan & McGregor), fed a vitamin-D-free diet. *Journal of Fish Diseases*. 1996;19(4):289-94. doi:10.1111/j.1365-2761.1996.tb00706.x
- Tocher DR, Bell JG, Dick JR, Crampton VO. Effects of dietary vegetable oil on Atlantic salmon hepatocyte fatty acid desaturation and liver fatty acid compositions. *Lipids*. 2003;38(7):723-32. doi:10.1007/s11745-003-1120-y
- Tocher DR. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. *Aquaculture Research*. 2010;41(5):717-32. doi:10.1111/j.1365-2109.2008.02150.x
- Turchini GM, Torstensen BE, Ng WK. Fish oil replacement in finfish nutrition. *Reviews in Aquaculture*. 2009;1(1):10-57. doi:10.1111/j.1753-5131.2008.01001.x
- Unniappan S, Peter RE. Structure, distribution and physiological functions of ghrelin in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. 2005;140(4):396-408. doi:10.1016/j.cbpb.2005.02.011
- Vallee BL, Falchuk KH. The biochemical basis of zinc physiology. *Physiological Reviews*. 1993;73(1):79-118. doi:10.1152/physrev.1993.73.1.79
- Wagner GF, Jaworski EM, Haddad M. Stanniocalcin in the seawater salmon: structure, function, and regulation. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 1998;274(4):R1177-85. doi:10.1152/ajpregu.1998.274.4.R1177
- Wang L, Zhao H, Bi R, et al. Roles and sources of B vitamins in the marine ecosystem. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2024;34(1):111-30. doi:10.1007/s11160-023-09818-y
- Wang Y, Liu J, Xiao H, et al. Dietary intakes of vitamin D promote growth performance and disease resistance in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Fish Physiology and Biochemistry*. 2024;1-5. doi:10.1007/s10695-024-01330-9
- Whitehead MW, Thompson RP, Powell JJ. Regulation of metal absorption in the gastrointestinal tract. *Gut*. 1996;39(5):625. doi:10.1136/gut.39.5.625
- Wilfred D, Xavier S. Analysis of external morphology of digestive system and digestive enzyme activity of two edible native fish species; *Anabas testudineus* and *Etrophus suretensis*. *Ecology, Environment and Con-*

- servation*. 2022; 29:129-134. doi:10.53550/EEC.2023.v29isp2.021
- Wischhusen P, Parailoux M, Geraert PA, et al. Effect of dietary selenium in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) broodstock on antioxidant status, its parental transfer and oxidative status in the progeny. *Aquaculture*. 2019;507:126-38. doi:10.1016/j.aquaculture.2019.04.006
- Wu L, Liang H, Hamunjo CM, et al. Culture salinity alters dietary protein requirement, whole body composition and nutrients metabolism related genes expression in juvenile genetically improved farmed tilapia (GIFT)(*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 2021;531:735961. doi:10.1016/j.aquaculture.2020.735961
- Wurtsbaugh WA, Davis GE. Effects of temperature and ration level on the growth and food conversion efficiency of *Salmo gairdneri*, Richardson. *Journal of Fish Biology*. 1977;11(2):87-98. doi:10.1111/j.1095-8649.1977.tb04101.x
- Xing S, Liang X, Zhang X, et al. Essential amino acid requirements of fish and crustaceans, a meta-analysis. *Reviews in Aquaculture*. 2024;16(3):1069-86. doi:10.1111/raq.12886
- Yamamoto T, Shima T, Furuita H, et al. Nutrient digestibility values of a test diet determined by manual feeding and self-feeding in rainbow trout and common carp. *Fisheries Science*. 2001;67(2):355-7. doi:10.1046/j.1444-2906.2001.00251.x
- Yang FC, Xu F, Wang TN, et al. Roles of vitamin A in the regulation of fatty acid synthesis. *World Journal of Clinical Cases*. 2021;9(18):4506. doi:10.12998/wjcc.v9.i18.4506
- Yildirim-Aksoy M, Lim C, Li MH, et al. Interaction between dietary levels of vitamins C and E on growth and immune responses in channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). *Aquaculture Research*. 2008;39(11):1198-209. doi:10.1111/j.1365-2109.2008.01984.x
- Yilmaz E, Genc E. Effects of alternative dietary lipid sources (soy-acid oil and yellow grease) on growth and hepatic lipidosis of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerling: A preliminary study. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2006;6(1).
- Yossa R, Sarker PK, Mock DM, et al. Current knowledge on biotin nutrition in fish and research perspectives. *Reviews in Aquaculture*. 2015;7(1):59-73. doi:10.1111/raq.12053
- Yossa R, Sarker PK, Proulx É, et al. The effects of the dietary biotin on zebrafish *Danio rerio* reproduction. *Aquaculture Research*. 2015;46(1):117-30. doi:10.1111/are.12166
- Zaugg WS, McLain LR. Adenosinetriphosphatase activity in gills of salmonids: seasonal variations and salt water influence in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 1970;35(3):587-96. doi:10.1016/0010-406X(70)90975-8
- Zehra S, Khan MA. Dietary thiamin and pyridoxine requirements of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *Aquaculture Research*. 2017 Sep;48(9):4945-57. doi:10.1111/are.13313
- Zeitoun IH, Halver JE, Ullrey DE, et al. Influence of salinity on protein requirements of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fingerlings. *Journal of the Fisheries Board of Canada*. 1973;30(12):1867-73. doi:10.1139/f73-298
- Zhang L, Feng L, Jiang WD, et al. Vitamin A deficiency suppresses fish immune function with differences in different intestinal segments: the role of transcriptional factor NF- $\kappa$ B and p38 mitogen-activated protein kinase signalling pathways. *British Journal of Nutrition*. 2017;117(1):67-82. doi:10.1017/S0007114516003342

## Bölüm 24

# Laboratuvar Hayvanlarının Beslenmesi

Eray AKTUĞ<sup>1</sup>

### LABORATUVAR HAYVANLARININ BESLENMESİ VE ARAŞTIRMALARDAKİ ÖNEMİ

Laboratuvarlarda en sık kullanılan hayvanlar fare, sıçan (rat), kobay, tavşan, balık ve kuşlardır; ancak köpek, kedi ve diğer memeliler de kullanılmaktadır.

Laboratuvar hayvanları arasında bulunan kemirgenlerden özellikle fareler (*Mus musculus*) ve ratlar (*Rattus norvegicus*), biyomedikal araştırmalarda genetik çalışmalar, kanser araştırmaları ve sinir sistemi hastalıkları gibi geniş bir yelpazede yaygın olarak kullanılmaktadır. Kobaylar (*Cavia porcellus*) ise immünojenoloji, dermatoloji ve C vitamini metabolizması gibi spesifik araştırmalarda tercih edilmektedir. Tavşanlar (*Oryctolagus cuniculus*), kemirgen olmayan küçük memeliler arasında yer almakta olup, özellikle oftalmoloji, kardiyovasküler hastalıklar ve bazı enfeksiyon modellerinde biyomedikal araştırmalarda kullanılmaktadır.

Hayvan temelli araştırmalar, bulaşıcı hastalıklar, nöroloji, fizyoloji ve toksikoloji gibi birçok alanda kritik bir rol oynamaktadır. Elde edilen sonuçlar ise sayısız biyomedikal buluşun temelini oluşturmuştur. 1970'lerden itibaren moleküler temelli yaklaşımlar, geleneksel hayvan araştırmalarını önemli ölçüde gelişmesini sağlamıştır. Hücre ve doku kültürü, istatistiksel analiz ve bilgisayar modellemesi gibi sofistike teknikler, hayvan deneylerini daha da ileriye taşımıştır. Bununla birlikte, genetik teknolojilerin hayvan çalışmalarına uygulanması, belki de devrim niteliğinde

gelişme olmuştur. Genetik mühendislik teknikleri ve üreme teknolojilerindeki ilerlemeler, neredeyse her genin dokuya ve zamana özgü olarak manipüle edilmesini mümkün kılmıştır. Ancak, bu çalışmaların sağlıklı ve güvenilir sonuçlar verebilmesi için, laboratuvar hayvanlarının diyetleri gibi değişkenlerin de dikkatle kontrol edilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Yıllar içinde edinilen pratik deneyimler, öğrencilerin (ve danışmanlarının) diyet ve diyet bileşiminin hayvan sağlığı ve deneysel sonuçlar üzerindeki etkisini yeterince fark etmediklerini ve bu faktörün en sık göz ardı edilen değişkenlerden biri olduğunu göstermiştir. Kemirgen diyetlerinin; araştırılan ilaçlara, kimyasallara ve bu gibi faktörlere verilen yanıtı etkileyebileceği ve sonuçların önyargılı veya yanlış yorumlanabileceği bilinmektedir. Bu nedenle araştırmacılar; deneysel yöntemlere verdikleri hassasiyetin aynısını, belki de daha fazlasını kullanılan diyetlerin özelliklerine ve biyokimyasalların saflığına göstermelidirler. Araştırılan biyolojik yanıtın, çalışmanın gerçek bir yansıması olduğundan emin olmak için, diyetin temel besin madde bileşimi uygun oranlarda sağlanması ve kirleticilerin minimum düzeyde tutulması zorunludur. Bu düşünce şekli Avrupa Laboratuvar Hayvan Bilimi Dernekleri Federasyonu (Federation of European Laboratory Animal Science Associations, FELASA)'nın hayvan deneylerinde 'iyileştirme' (refinement) konusundaki önemli hedeflerinden biridir. Sağlık alanında çalışma yapılan bilim alanlarında herhangi bir etken madde deney hayvanına damar içi,

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

Mangan, kıkırdak ve iskelet oluşumunda rol oynar. Eksikliği kırılğan kemiklere ve şekil bozukluklarına neden olabilir. Tavşan diyetlerinde Mn gereksinimi, büyüme dönemindeki diyetler için kilogram başına yaklaşık 8,61 mg, bakım, gebelik ve laktasyon diyetleri için kilogram başına yaklaşık 2,43 mg'dır. İyot, enerji metabolizmasını düzenleyen tiroid hormonlarının sentezi için gereklidir. Eksikliği guatra yol açar. Diyetler kilogram başına en az 0,22 mg iyot içermelidir. Kobalt, kalın bağırsak mikroorganizmaları tarafından B<sub>12</sub> vitamini sentezi için gereklidir ve tavşanlar bu vitamini üretmek için Co alımına ihtiyaç duyarlar.

### Vitamin Gereksinimi

A vitamini, görme, kemik gelişimi, epitel dokuların korunması, üreme ve bağışıklık sistemi gibi işlevlerde önemli bir rol oynar. Tavşanlar bu vitamini öncelikli olarak bitkisel kaynaklı bir öncü olan  $\beta$ -karotenden elde ederler. Ancak, bu dönüşüm nispeten verimsizdir. A vitamini eksikliği büyüme geriliği, hidrosefali, ataksi ve fetal rezorpsiyon ile düşük gibi üreme sorunlarına yol açabilir. Aşırı takviye ise toksisiteye neden olabilir ve bu durum, doğurganlıkta azalma gibi eksikliğe benzer belirtilerle kendini gösterebilir. Diyetle önerilen seviyeler, büyüyen tavşanlar için 6000 IU/kg, gebe ve laktasyondaki dişiler için ise 12000 IU/kg'dır. Özellikle 16000 IU/kg üzerindeki seviyelerden kaçınılmalıdır, çünkü toksisiteye neden olabilir.

D vitamini, Ca ve P metabolizmasını düzenler ve kemik sağlığı için hayati öneme sahiptir. Diyetle önerilen seviyeler 1000–1300 IU/kg arasında olup, 2300 IU/kg üzerindeki seviyelerde genellikle yumuşak dokularda (örneğin aort ve böbreklerde) anormal kalsifikasyon oluşabilmektedir.

E vitamini, bağışıklık sistemini destekleyen ve kas bütünlüğünü koruyan güçlü bir antioksidandır. Eksikliği, kas distrofisi, üreme sorunları (düşük ve ölü doğum gibi) ve bağışıklık baskılanmasına neden olabilir. Takviye seviyeleri genellikle üretim aşamasına bağlı olarak 15 ila 50 mg/kg arasında yeterli görülmektedir.

K vitamini, kan pıhtılaşması ve kemik metabolizmasında rol oynar ve tavşanlarda genellikle bağırsak bakterileri tarafından sentezlenerek ihtiyacın çoğu karşılanır. Bununla birlikte, üreme dönemlerinde veya subklinik hastalık durumlarında takviye ya-

rarlıdır. Doğal yem bileşenleri genellikle K vitamini açısından zayıf olsa da yonca unu önemli miktarda K vitamini içerir. Çoğu durumda 2 ppm K vitamini yeterli olmaktadır.

B kompleksi vitaminleri (tiyamin, riboflavin, niyasin, biyotin, pantotenik asit, pridoksin, folik asit, B<sub>12</sub> vitamini ve kolin) enerji metabolizması, DNA sentezi ve diğer hücrel süreçler için hayati öneme sahiptir. Tavşanlarda bu vitaminler kalın bağırsakta sentezlenir ve sekotrofi yoluyla yeniden alınarak çoğu yaşama ihtiyacını karşılar. Ancak, yoğun üretim veya stres koşullarında takviye gerekebilir. Örneğin, tiyamin eksikliği nörolojik sorunlara, riboflavin eksikliği büyüme geriliğine ve pridoksin eksikliği dermatit ile kıl dökülmesine yol açabilir. Kolin, karaciğer fonksiyonunu destekler ve yağ birikimini önler, ancak yeterli miktarda alınmadığında yağlı karaciğer ve büyüme geriliği gibi sorunlara neden olabilir.

C vitamini, tavşanların karaciğerinde endojen olarak sentezlenir ve genellikle diyetle alınması gerekmez. Ancak stres veya olumsuz koşullarda, örneğin yüksek sıcaklık ya da subklinik hastalık durumlarında, endojen sentez azalabilir ve takviye (50–100 mg/kg) bağışıklık fonksiyonunu ve üreme performansını destekleyebilir. C vitamini ayrıca, E vitamini ile birlikte verildiğinde dokulardaki ve üreme sağlığındaki oksidatif hasarı azaltarak E vitamininin antioksidan aktivitesini artırır.

### KAYNAKLAR

- Ahn C, Jeung, EB Endocrine-disrupting chemicals and disease endpoints. *International Journal of Molecular Sciences* 2023;24(6): 5342.
- Akagawa M, Nakano M, Ikemoto, K. Recent progress in studies on the health benefits of pyrroloquinoline quinone. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2016;80(1): 13–22.
- Alexander SPH, Hill SJ, Kendall DA. Excitatory amino acid-induced formation of inositol phosphates in guinea-pig cerebral cortical slices: involvement of ionotropic or metabotropic receptors? *Journal of Neurochemistry*. 1990;55(4):1439–1441.
- Aparicio VA, Nebot E, García-del Moral R, et al. High-protein diets and renal status in rats. *Nutricion Hospitalaria*. 2013;28(1): 232–237.
- Bachmanov AA, Reed DR, Beauchamp GK, et al. Food intake, water intake, and drinking spout side preference of 28 mouse strains. *Behavior Genetics*. 2002;32(6):435.
- Bendich A, Gabriel E, Machlin LJ. Dietary vitamin E requirement for optimum immune responses in the rat. *The Journal of Nutrition*, 1986;116(4): 675–681. doi:

- 10.1093/jn/116.4.675
- Blas C, Wiseman J. *Nutrition of the rabbit* (2nd ed). CABI; 2010.
- Brabin BJ, Hakimi M, Pelletier D. Dietary biotin deficiency affects reproductive function and prenatal development in hamsters. *The Journal of Nutrition*. 1993;123(12): 604-615.
- Brenna JT. Animal studies of the functional consequences of suboptimal polyunsaturated fatty acid status during pregnancy, lactation and early post-natal life. *Maternal & Child Nutrition*. 2011;7(s2):59-79.
- Brett NR, Lavery P, Agellon S, et al. Dietary vitamin D dose-response in healthy children 2 to 8 y of age: a 12-wk randomized controlled trial using fortified foods. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2016;103(1): 144-152. doi: 10.3945/ajcn.115.115956
- Brink EJ, Dekker PR, van Beresteijn ECH, et al. Inhibitory effect of dietary soybean protein vs. casein on magnesium absorption in rats. *The Journal of Nutrition*. 1991;121(9):1374-1381.
- Brommage R. Measurement of calcium and phosphorus fluxes during lactation in the rat. *The Journal of Nutrition*. 1989;119(3): 428-438.
- Carpenter KJ. The discovery of vitamin C. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2012;61(3): 259-264.
- Chleilat F, Schick A, Deleemans J M, et al. Paternal high protein diet modulates body composition, insulin sensitivity, epigenetics, and gut microbiota intergenerationally in rats. *The FASEB Journal*. 2021;35(9). doi: 10.1096/fj.202100198RR
- Clandinin MT, Cheema S, Field CJ, et al. Dietary fat: exogenous determination of membrane structure and cell function. *The FASEB Journal*. 1991;5(13): 2761-2769.
- Clemons DJ, Seeman JL. *The Laboratory Guinea Pig*. 2nd ed. CRC Press; 2018.
- Darché RL, Ruder EH, Blumberg J, et al. Antioxidants in Reproductive Health and Fertility. In: *Nutritional Antioxidant Therapies: Treatments and Perspectives*. Springer International Publishing; 2017. p. 113-136.
- Dunlop K, Sarr O, Stachura N, et al. Differential and synergistic effects of low birth weight and western diet on skeletal muscle vasculature, mitochondrial lipid metabolism and insulin signaling in male guinea pigs. *Nutrients*. 2021;13(12):4315.
- Ensminger ME, Oldfield JE, Heinemann WW. *Feeds and Nutrition*. 2nd ed. The Ensminger Publishing Company; 1990.
- Fekete S.G. *Veterinary Nutrition and Dietetics*. 1st ed. Pro Scientia Veterinaria Hungarica Foundation; 2008.
- Furie BCB, Bouchard BA, Furie BCB. Vitamin K-dependent biosynthesis of  $\gamma$ -carboxyglutamic acid. *Blood*. 1999;93(6):1798-1808. doi: 10.1182/blood.V93.6.1798.406k22\_1798\_1808
- Gardinier JD, Chougule A, Mendez D, et al. Periosteal bone formation varies with age in periostin null mice. *Calcified Tissue International*. 2023;112(4):463-471.
- Gehring J, Azzout-Marniche D, Chaumontet C, et al. Protein-carbohydrate interaction effects on energy balance, FGF21, IGF-1, and hypothalamic gene expression in rats. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* 2021;321(5): 621-635. doi: 10.1152/ajpendo.00246.2021
- Golledge H, Richardson C. *The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory and Other Research Animals*. 9th ed. Wiley; 2024.
- Greger JL, Weaver CM. Effect of dietary protein and minerals on calcium and zinc utilization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1989;28(3):249-271.
- Guidance for the description of animal research in scientific publications. *ILAR Journal*, 2014;55(3): 536-540. doi.org/10.1093/ilar/ilu070
- Gur S, Peak T, Kadowitz P, et al. Review of erectile dysfunction in diabetic animal models. *Current Diabetes Reviews*. 2014;10(1):61-73. doi: 10.2174/1573399809666131126151024
- Hagen KB, Tschudin A, Liesegang A, et al. Organic matter and macromineral digestibility in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) as compared to other hindgut fermenters. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2015;99(6):1197-1209. doi: 10.1111/jpn.12323
- Hatch RC, Laflamme D. Acute intraperitoneal cholecalciferol (vitamin D3) toxicosis in mice: its nature and treatment with diverse substances. *Veterinary and Human Toxicology*. 1989;31(2):105-112.
- Hau J, Schapiro SJ. *Handbook of Laboratory Animal Science, Volume III*. CRC Press; 2013.
- Heo JM, Kim JC, Hansen CF. Effects of dietary protein level and zinc oxide supplementation on performance responses and gastrointestinal tract characteristics in weaner pigs challenged with an enterotoxigenic strain of *Escherichia coli*. *Animal Production Science*. 2010;50(9):827-836. doi: 10.1071/AN10058
- Hickman DL, Johnson J, Vemulapalli TH, et al. Commonly Used Animal Models. In *Principles of Animal Research* Elsevier. 2017. p. 117-175.
- Honeycutt JA, Nguyen JQT, Kentner AC, et al. Effects of water bottle materials and filtration on bisphenol a content in laboratory animal drinking water. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. 2017;56(3):269.
- Howard B, Nevalainen T, Perretta G. *The COST Manual of Laboratory Animal Care and Use*. CRC Press; 2016.
- Hu K, Olsen BR. Osteoblast-derived VEGF regulates osteoblast differentiation and bone formation during bone repair. *Journal of Clinical Investigation*. 2016;126(2):509-526.
- Jara N, Cifuentes M, Martínez F. Vitamin C deficiency reduces neurogenesis and proliferation in the svz and lateral ventricle extensions of the young guinea pig brain. *Antioxidants*. 2022;11(10):2030. doi.org/10.3390/antiox11102030
- Kellems R, Church D. *Livestock Feeds and Feeding*. 6th ed. Pearson Press; 2009.
- Kindberg CG, Suttie JW. Effect of various intakes of phyloquinone on signs of vitamin K deficiency and serum and liver phyloquinone concentrations in the rat. *The Journal of Nutrition*. 1989; 119(2): 175-180. doi: 10.1093/jn/119.2.175
- Knapka JJ, Smith KP, Judge FJ. Effect of crude fat and cru-



- de protein on reproduction and weanling growth in four strains of inbred mice. *The Journal of Nutrition*. 1977;107(1):61–69.
- Koshihara M, Katsumata S, Uehara M, et al. Effects of dietary phosphorus intake on bone mineralization and calcium absorption in adult female rats. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2005;69(5):1025–1028. doi: 10.1271/bbb.69.1025
- Lane HW, Tracey CK, Medina D. Growth, reproduction rates and mammary gland selenium concentration and glutathione-peroxidase activity of BALB/c female mice fed two dietary levels of selenium. *The Journal of Nutrition*. 1984;114(2):323–331.
- Le HD, Meisel JA, de Meijer VE, et al. Docosahexaenoic acid and arachidonic acid prevent essential fatty acid deficiency and hepatic steatosis. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2012;36(4):431–441. doi: org/10.1177/0148607111414580
- Levine S, Saltzman A. Feeding sugar overnight maintains metabolic homeostasis in rats and is preferable to overnight starvation. *Laboratory Animals*. 2000;34(3):301–306.
- Liu E, Fan J. *Fundamentals of Laboratory Animal Science*. CRC Press; 2017.
- Maher B. Test tubes with tails. *Scientist*. 2002;16–22.
- Mizobuchi M, Ogata H, Yamazaki-Nakazawa A, et al. Cardiac effect of vitamin D receptor modulators in uremic rats. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. 2016;163:20–27
- Mohd Mutalip S, Ab-Rahim S, Rajikin M. Vitamin E as an antioxidant in female reproductive health. *Antioxidants*. 2018;7(2):22.
- Morin G, Guiraut C, Perez Marcogliese M, et al. Glutathione supplementation of parenteral nutrition prevents oxidative stress and sustains protein synthesis in guinea pig model. *Nutrients*. 2019;11(9):2063. doi: 10.3390/nu11092063
- Mount DB, Romero MF. The SLC26 gene family of multifunctional anion exchangers. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*. 2004;447(5):710–721. doi: 10.1007/s00424-003-1090-3
- Munteanu C, Schwartz B. The relationship between nutrition and the immune system. *Frontiers in Nutrition*. 2022;9: 1082500.
- Navia JM, Hunt CE. Nutrition, Nutritional Diseases, and Nutrition Research Applications. In *The Biology of the Guinea Pig*. Elsevier; 1976. p. 235–267. doi: 10.1016/B978-0-12-730050-4.50022-3
- Newberne P, Fox J. Nutritional adequacy and quality control of rodent diets. *Lab Anim Sci*. 1980;30(2):352–365.
- NRC. *Nutrient Requirements of Rabbits*. National Academies Press; 1977. doi: 10.17226/35
- NRC. *Nutrient Requirements of Laboratory Animals*. National Academies Press; 1995. doi: 10.17226/4758
- Nunamaker EA, Otto KJ, Artwohl JE, et al. Leaching of heavy metals from water bottle components into the drinking water of rodents. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. 2013;52(1):22.
- Olson LM, Clinton SK, Everitt JJ, et al. Lymphocyte activation, cell-mediated cytotoxicity and their relationship to dietary fat-enhanced mammary tumorigenesis in C3H/OUJ mice. *The Journal of Nutrition*. 1987;117(5):955–963. doi: 10.1093/jn/117.5.955
- Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *The Journal of Nutrition*. 1993;123(11):1939–1951.
- Reid ME, Bieri JG, Plack PA, et al. Nutritional studies with the guinea pig. *The Journal of Nutrition*. 1964;82(4):401–408.
- Reid ME. Methionine and cystine requirements of the young guinea pig. *The Journal of Nutrition*. 1966;88(4): 397–402.
- Robbins JD, Oltjen RR, Cabell CA, et al. Influence of varying levels of dietary minerals on the development of urolithiasis, hair growth, and weight gains in rats. *The Journal of Nutrition*. 1965;85(4):355–361.
- Rochester, J. R. Bisphenol A and human health: a review of the literature. *Reproductive Toxicology*. 2013;42:132–155.
- Rosenthal N, Brown S. The mouse ascending: perspectives for human-disease models. *Nature Cell Biology*. 2007;9(9):993–999.
- Sharma S, Sachdeva P, Virdi JS. Emerging water-borne pathogens. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2003;61(5–6):424–428.
- Skala JHH, Schaeffer MCC, Sampson DAA. Effect of various levels of pyridoxine on erythrocyte aminotransferase activities in the rat. *Nutrition Research*. 1989;9(2):195–204.
- Smith I, Yu J, Hurley SL, et al. Impact of diet containing grape pomace on growth performance and blood lipid profile of young rats. *Journal of Medicinal Food*. 2017;20(6): 550–556.
- Stark AH, Reiflen R, Crawford MA. Past and present insights on alpha-linolenic acid and the omega-3 fatty acid family. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016;56(14):2261–2267. doi: 10.1080/10408398.2013.828678
- Suckow MA, Hashway SA, Pritchett-Corning KR. *The laboratory mouse*. CRC Press; 2023.
- Sukemori S, Ikeda S, Kurihara Y. Amino acid, mineral and vitamin levels in hydrous faeces obtained from coprophagy-prevented rats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2003;87(5–6):213–220.
- Sunde RA, Li JL, Taylor RM. Insights for setting of nutrient requirements, gleaned by comparison of selenium status biomarkers in turkeys and chickens versus rats, mice, and lambs. *Advances in Nutrition*. 2016;7(6):1129–1138. doi: 10.3945/an.116.012872
- Tabatabaei N, Rodd CJ, Kremer R, et al. Dietary vitamin D during pregnancy has dose-dependent effects on long bone density and architecture in guinea pig offspring but not the sows. *The Journal of Nutrition*. 2014;144(12):1985–1993. doi: 10.3945/jn.114.197806
- Tan L, Green MH, Ross AC. Vitamin A kinetics in neonatal rats vs. adult rats: comparisons from model-based compartmental analysis. *The Journal of Nutrition*.

- 2015;145(3):403–410.
- Taylor K, Franklin G, Shaw CM. The microbiology of a new recirculatory automatic watering system compared with a conventional automatic system. *Laboratory Animals*. 1978;12(3):133–136. doi: 10.1258/002367778780936223
- Traber MG, Stevens JF. Vitamins C and E: Beneficial effects from a mechanistic perspective. *Free Radical Biology and Medicine*. 2011;51(5):1000–1013. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2011.05.017
- Wainwright PE. Dietary essential fatty acids and brain function: a developmental perspective on mechanisms. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2002;61(1):61–69. doi: 10.1079/PNS2001130
- Wang K, Hoshino Y, Dowdell K. et al. Glutamine supplementation suppresses herpes simplex virus reactivation. *Journal of Clinical Investigation*. 2017;127(7):2626–2630. doi: 10.1172/JCI88990
- Watanabe T. Teratogenic effects of biotin deficiency in mice. *The Journal of Nutrition*. 1983;113(3):574–581.
- Watanabe T, Endo A. Teratogenic effects of avidin-induced biotin deficiency in mice. *Teratology*. 1984;30(1):91–94.
- Wei M, Zhan D, Li ZX, et al. Effect of high-fat diet for rats at different stages on glucose and lipid metabolism in offspring and related mechanisms. *Chinese Journal of Contemporary Pediatrics*. 2021;23(11):1174–1183.
- Westerterp-Plantenga MS. The significance of protein in food intake and body weight regulation. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 2003;6(6):635–638.
- Wolfensohn S, Lloyd M. *Handbook of laboratory animal management and welfare*. 4th ed. Wiley-Blackwell, Credo Reference; 2013.
- Xu J, Ghadiri M, Svolos M, et al. Investigating potential TRPV1 positive feedback to explain TRPV1 upregulation in airway disease states. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. 2021;47(12):1924–1934. doi: 10.1080/03639045.2022.2070759
- Yamada S, Wallingford MC, Borgeia S, et al. Loss of Pit-2 results in abnormal bone development and decreased bone mineral density and length in mice. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2018;495(1):553–559.
- Yokomizo T, Ideue T, Morino-Koga S, et al. Independent origins of fetal liver haematopoietic stem and progenitor cells. *Nature*. 2022;609(7928):779–784. doi: 10.1038/s41586-022-05203-0
- Yoshiki A, Moriwaki K. Mouse phenome research: implications of genetic background. *ILAR Journal*. 2006;47(2):94–102. doi: 10.1093/ilar.47.2.94
- Yuen DE, Draper HH. Long-term effects of excess protein and phosphorus on bone homeostasis in adult mice. *The Journal of Nutrition*. 1983;113(7):1374–1380. doi: 10.1093/jn/113.7.1374
- Zambrano E, Reyes-Castro LA, Rodríguez-González GL, et al. Developmental programming-aging interactions have sex-specific and developmental stage of exposure outcomes on life course circulating corticosterone and dehydroepiandrosterone (DHEA) concentrations in rats exposed to maternal protein-restricted diets. *Nutrients*. 2023;15(5):1239. doi: 10.3390/nu15051239

## Bölüm 25

# Domuz Besleme

Kurşat YILMAZ<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Dünya çapında domuz eti en çok tüketilen et türüdür. Avrupa Birliği'nin toplam et tüketiminin yarısını oluşturur. Ancak inanç sistemleri ve kültürel değerler nedeni ile bazı toplumlarda tüketilmemektedir. İslamiyet ve Musevilikte yasak olduğu gibi geleneksel Türk mutfağında da tarih boyunca hiç yer almamıştır. Sosyo-ekonomik statü arttıkça tüketim azalmaktadır.

Domuzlar çoklu doğum yapan hayvanlar (prolifik) arasında ön sırada gelir. Erken yaşta ergenliğe ulaşarak her doğumda 10-12 yavru doğurabilirler. Pubertaya erişmeleri için 5-6 aylık yaş yeterlidir ve 7-8 aylık yaş damızlık için uygundur. Gebelik dönemi yaklaşık 115 gün sürer. Yıl boyunca 21 gün arayla östrus görülebilir. Bir dişinin bir yıldaki doğum oranı 2-2,4 kadardır. Yavrular ortalama 1,3 kg doğum ağırlığı ile hayata başlar ve 3-4 haftalık yaşta doğum ağırlığının 6-8 katına ulaşırlar. Besi süresi yaklaşık 5-6 aydır. Çeşitli besin maddelerini tüketebilen, çok geniş yelpazeli bir beslenme alışkanlığı vardır. Bu özelliklerinin yanında karkas veriminin % 70-75 olması tüketim için tercih nedeni olmuştur. Sakatatlar ve içyağı kedi ve köpek maması üretiminde, deri ve kılları ise boya ve deri sanayisinde kullanılır. Dışkılarından biyogaz elde edilir.

### SİNDİRİM FİZYOLOJİSİ

Domuzlar anatomik olarak monogastriktir, kuru madde tüketimi (KMT) açısından da omnivor hayvanlara en iyi örnektir. Domuzlarda her çenede 6 kesici

diş, 2 kanin diş, 8 premolar diş ve 6 molar diş olmak üzere toplam 44 adet diş bulunur. Sindirim sisteminin tam olgunluğa ulaşması için süttten kesildikten sonra birkaç hafta geçmesi gerekir. Sindirim kanalındaki mikroflora yaş ilerlemesi ve beslenme alışkanlığı ile artar. Domuz, dişleri ile toprağı kazarak bitki artıkları, salyangoz ve solucan türü yiyecekleri alt dudağının çıkıntısını kullanarak ağzına alır. Alt çenelerini su yüzeyine paralel tutarak su içerler, dudakların yan tarafı çenenin anatomik konumundan dolayı tam olarak kapatılamaz. Bu anatomik yapı sonucu su içerken gürültü çıkarırlar. Kesici dişler temelde besin parçalamada kullanılır. Ağızda mekanik parçalanmış yem tükürük ile sindirime başlar ancak domuzlardaki tükürük amilazı çok düşük aktiviteye sahiptir. Ayrıca pH 7,32 seviyesinde ve serömüköz bir yapısı vardır.

Yemek borusunda genelde tek mideli canlılarda bulunan valf vardır. Kusma herbivorlara oranla daha kolaydır ve daha çok görülür. Basit mideli bir canlı için büyük hacimli mideye sahiptir. Mide, jelatinaz, HCl ve diğer sindirim enzimlerini salgılar, ayrıca *gastriksin* enzimi vardır, bu enzim pH 2,8-3,2 arasında aktivite olan proteolitik yapıdadır. Ağızda mekanik olarak parçalanmış yem içeriğinde bulunan yağ, protein ve karbonhidratlar mide salguları ile parçalanmaya devam eder ve emilir. Emilimin kalan kısmı bağırsaklarda gerçekleşir. Duodenum, jejunum ve ileumla başlayıp sekumla sonlanan ince bağırsak yaklaşık 15-20 m uzunluğunda sarmal şekillidir. İncebağırsak enzimleri de sindirime katkıda bulunur, ayrıca emi-

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Cumhuriyet Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., kursatylmaz@cumhuriyet.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-9131-757X

kg veya daha fazla yem tüketecektir. Besi döneminin başında HP % 16, lizin % 0,8 ile başlanır (60 kg CA'ya kadar) bu oranlar azaltılarak % 13-14 HP % 0,6 lizin içeriğine (120 kg üstü CA) kadar düşürülür. Kastre edilmiş erkek domuzlar dişilerden daha fazla yem tüketir ancak dişilerde yemden yararlanma oranı daha yüksektir ve yağsız karkas üretirler. Erken dönemde kurutulmuş peynir altı suyu, kurutulmuş yağsız süt ve kan unu katkıları kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

- Acda SP, Chae BJ. A review on the applications of organic trace minerals in pignutrition. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2002; 1(1):25-30.
- Apple JK, Maxwell CV, Bass BE, Yancey JW, Payne RL, Thomson J. Effects of reducing dietary crude protein levels and replacement with crystalline amino acids on growth performance, carcass composition, and fresh pork quality of finisher pigs fed ractopamine hydrochloride. *Journal of Animal Science*, 2017; 1;95(11):4971-85. doi:org/10.2527/jas2017.1818
- Barrier-Guillot B, Casado P, Maupetit P, Jondreville C, Gatel F, Larbier M. Wheat Phosphorus Availability: 2—In Vivo Study in Broilers and Pigs; Relationship with Endogenous Phytic Activity and Phytic Phosphorus Content in Wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1996; 70(1), 69-74. Doi: 10.1002/(SICI)1097-0010(199601)70:1<69::AID-JSFA466>3.0.CO;2-C
- Brumm MC, Baysinger AK, Wills RW, Thaler RC. Effect of wean-to-finish management on pig performance. *Journal of Animal Science*, 2002; 1;80(2):309-15. doi:org/10.2527/2002.802309x
- Demirci H. Giyim-Kuşam, Yeme-İçme, Takvim, Törenler, Eğlenceler, Müzik, Spor Oyunları. Çelik MB (Ed), İslam Öncesi Türk Tarihi ve Kültürü içinde. Ankara: Nobel; 2018. P. 199-217
- Ermer PM, Miller PS, Lewis AJ. Diet preference and meal patterns of weanling pigs offered diets containing either spray-dried porcine plasma or dried skim milk. *Journal of Animal Science*, 1994; 1;72(6):1548-54. doi:org/10.2527/1994.7261548x
- Figueroa J, Lewis A, Miller PS. Nitrogen balance and growth trials with pigs fed low-crude protein, amino acid-supplemented diets. *Nebraska Swine Reports*, 2000; 1:110.
- Gómez RS, Lewis AJ, Miller PS, Chen HY, Diedrichsen RM. Body composition and tissue accretion rates of barrows fed corn-soybean meal diets or low-protein, amino acid-supplemented diets at different feeding levels. *Journal of Animal Science*, 2002; 1;80(3):654-62. doi:org/10.2527/2002.803654x
- Huynh TTT, Aarnink AJA, Verstegen MWA, Gerrits WJJ, Heetkamp MJW, Kemp B, Canh TT. Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. *Journal of Animal Science*, 2005; 83(6):1385-1396. doi:org/10.2527/2005.8361385x
- Huynh TTT, Aarnink AJA, Truong CT, Kemp B, Verstegen MWA. Effects of tropical climate and water cooling methods on grower pigs' responses. *Livestock Science*, 2006; 104(3): 278-291. doi:10.1016/j.livsci.2006.04.029
- Huynh TTT, Aarnink AJA, Heetkamp MJW, Verstegen MWA, Kemp B. Evaporative heat loss from group-housed grower pigs at high ambient temperatures. *Journal of Thermal Biology*, 2007; 32(5):293-299. doi:org/10.1016/j.jtherbio.2007.03.001
- Langendijk P, Chen TY, McIlpatrick SM, Nottle MB. Energy balance influences number of ovulations rather than embryo quality in the pig. *Theriogenology*, 2016; 1;86(4): 1008-13. doi:org/10.1016/j.theriogenology.2016.03.029
- Langendijk P, Fleuren M, Page G. Targeted nutrition in gestating sows: opportunities to enhance sow performance and piglet vitality. *Animal*, 2023; 1;17:100756. doi:org/10.1016/j.animal.2023.100756
- Pettigrew JE, Esnaola MA. Swine nutrition and pork quality: A review. *Journal of Animal Science*, 2001; 1;79 (suppl\_E):E316-42. doi:org/10.2527/jas2001.79E-SupplE316x
- Reese DE, Thaler RC, Brumm MC, Lewis AJ, Miller PS, Libal GW. Swine nutrition guide. *Faculty Papers and Publications in Animal Science*, 2000; 694.
- Reese DE, Miller PS. Nutrient deficiencies and excesses. Jeffrey JZ, Locke AK, Alejandro R, Kent JS, Gregory WS, Jianqiang Z. (Ed), *Diseases of Swine*. Ames, Iowa; Iowa State University Press; 1999. P.923-937.
- Rojas OJ, Stein HH. Processing of ingredients and diets and effects on nutritional value for pigs. *Journal Of Animal Science and Biotechnology*, 2017; 8:1-3. Doi:10.1186/s40104-017-0177-1
- Soede NM, Langendijk P, Kemp B. Reproductive cycles in pigs. *Animal Reproduction Science*, 2011; 124(3-4), 251-258. doi:org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.025
- Thomson JR, Friendship RM. Diseases of swine. Jeffrey JZ, Locke AK, Alejandro R, Kent JS, Gregory WS, Jianqiang Z. (Ed), *Digestive system*. Ames Iowa: Iowa State University Press; 2019; p:234-264. doi:org/10.1002/9781119350927.ch15
- Wolter BF, Ellis M, Curtis SE, Augspurger NR, Hamilton DN, Parr EN, Weibel DM. Effect of group size on pig performance in a wean-to-finish production system. *Journal of Animal Science*, 2001; May 1;79(5):1067-73. doi:org/10.2527/2001.7951067x

## Bölüm 26

# Rasyon

Sena YILMAZ ÖZTAŞ<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Çiftlik hayvanlarının ve pet hayvanlarının beslenmesinde temel prensip, hayvanların yaşama ve verim payı ihtiyaçları için farklı fizyolojik dönemlerde ihtiyaç duyduğu enerji ve besin maddelerinin ihtiyacı düzeyinde karşılanmasıdır. Dengeli bir rasyon, organizmanın gerçekleştirdiği fiziksel ve metabolik her türlü olaya kaynak sağlamanın yanı sıra ihtiyaca uygun besin maddelerinin formüle edilmesi, yem maliyetini düşürerek yetiştiriciler açısından karlılık da sağlar. Çiftlik hayvanlarının ve pet hayvanlarının yetiştirilmesinde beslenme kavramının rolü önem arz etmektedir. Özellikle çiftlik hayvanlarının yetiştiriciliğinde, genetik açıdan yüksek potansiyele sahip hayvanların et, süt ya da yumurta verimi gibi özelliklerinin açığa çıkmasında beslenme büyük rol oynamaktadır. Besin maddeleri yönünden uygun şekilde formüle edilmiş rasyonla beslenme stratejilerinin uygulanması, hayvan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu şekilde uygulanan beslenme stratejisi, hayvansal üretimin verimi ve kalitesini, hayvan refahını, sağlığını bozmaktadır. Gerek hayvansal verimlerin düşmesi gerek hayvan sağlığının bozulması yetiştirici ya da işletmeyi ekonomik olarak olumsuz etkilemektedir.

Bir hayvanın genetik özelliklerinin de göz önünde bulundurularak büyüme ve verimlerini elde edebilmesi için besin maddeleri yönünden ihtiyaçları hesaplanarak beslenmesine dengeli beslenme denir. Hayvanlara verilecek olan yem maddelerinin besin değerlerinin belirlenmesi, bu besin maddelerinin

hayvanların ihtiyaçları oranında formüle edilebilmesini sağlar.

Bir hayvanın (yaşama payı ya da yaşama payı + verim payı düzeyinde beslenmiş olsun) ihtiyacı olan bir günlük enerji ve besin maddelerinin karşılandığı yem hammaddeleri karışımına rasyon denir. Daha basit anlatımla, rasyon bir günde tüketilen yem hammaddelerinin toplamıdır. Rasyon, ister bir öğün isterse beş öğün olsun 24 saatlik tüketimi temsil etmektedir. Bir rasyonun dengeli olması, hayvanın bir gün boyunca ihtiyacı olan tüm besin maddelerini tükettiği yemlerle ya da yem karışımları ile alması demektir. Dengeli bir rasyon hazırlanırken, hayvanların ihtiyacı olan besin maddelerinin iyi bir şekilde bilinmesinin yanı sıra, rasyonu oluşturacak yemlerin besin madde içeriğinin de iyi bilinmesi gerekmektedir. Dengesiz beslenme süt veriminin düşmesine, genç hayvanlarda geç gelişmeye, üreme bozuklukları ve metabolizma hastalıklarına, kalitesiz bir yaşama sebep olur. Süt sığırlarında ilk buzağılama yaşının gecikmesine, kısa laktasyon süresi ve uzun buzağılama aralığına neden olur.

Dengeli beslenme hayvansal verimlerin artmasına neden olarak çiftlik hayvanlarının ekonomik olarak işletmeye sağladıkları geliri de arttırmaktadır. Ancak beslenme için ihtiyaç duyulan her bir yem hammadde, işletme giderlerinden birini oluşturmaktadır. Bir işletme için minimum giderle maksimum verimi elde etmek önemlidir. Hayvanlara fazla yem vererek yem maliyetini arttırmak yerine, besin maddesi yönünden dengelenmiş rasyonların hayvanlara yedirilmesi

<sup>1</sup> Arş. Gör., Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., senayilmaz@erciyes.edu.tr  
ORCID iD: 0000-0002-0161-4923

doğru tahmin edebilmektedir. Bu modelleme tekniği besinler arasındaki sinerjik ya da antagonistik ilişkileri yakalar, tek bir değişken üzerinde çalışmak yerine azalan ya da artan iki farklı değişken ile de işlem yapılabilmektedir. Kalsiyum-fosfor oranı korunurken, aynı anda süt veriminin yükseltilmesi ve bu sırada enerji kısıtlamasının ihmal edilmemesi bu varsayımlara örnek verilebilir. Etlik piliç karma yem formülasyonu, süt sığırları rasyonları ve rasyonun belirli fizyolojik dönemlere göre hazırlanması amacıyla doğrusal olmayan programlama modeli kullanılmaktadır. Ultramix yem formülasyonu, doğrusal olmayan programlama modeline örnek verilebilir. Agway ise ticari hayvan yemlerinin formülasyonu için şans-kısıtlı programlamayı kullanmaktadır. Excel Solver eklentisi doğrusal modelleme programının yanı sıra doğrusal olmayan modelleme denklemlerini de örneklemektedir.

## KAYNAKLAR

- Abdollahi MR, Wiltafsky-Martin M, Ravindran V. Application of apparent metabolizable energy versus nitrogen-corrected apparent metabolizable energy in poultry feed formulations: a continuing conundrum. *Animals*. 2021; 11(8):2174. doi: 10.3390/ani11082174
- Ak yem. (15/10/2024 tarihinde <https://www.akyem.com.tr/Files/BeyzaYem-Katalog.pdf> adresinden erişim sağlanmıştır.)
- Alagawany M, Elnesr SS, Farag M R, et al. Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health – a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*. 2020; 41(1): 1–29. doi: 10.1080/01652176.2020.1857887.
- Allen MS. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2000; 83(7): 1598–1624. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75030-2
- Apajalahti J, Vienola K. Interaction between chicken intestinal microbiota and protein digestion. *Animal Feed Science and Technology*. 2016; 221: 323-330. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.05.004
- Colorado State University Extension. *Formulating Rations with the Pearson Square*. (15/10/2024 tarihinde <https://extension.colostate.edu/docs/pubs/livestk/01618.pdf> adresinden erişim sağlanmıştır.)
- Çelik L, Açıkgöz Z. Kanatlı hayvanlarda sindirim sisteminin gelişimi ve besleme ile sindirim sisteminin gelişimi arasındaki ilişki. *Hayvansal Üretim*. 2006; 47(2).
- Dida MF. Review paper on enzyme supplementation in poultry ration. *International Journal of Bioorganic Chemistry*. 2017;1(1):1-7. doi: 10.11648/j.ijbc.20160101.11
- FAO. Practical production of protein for food animals-Stephen A Chadd, W. Paul Davies and Jason M Koivisto. (31.10.2024 tarihinde <https://www.fao.org/4/y5019e/y5019e07.htm> adresinden ulaşılmıştır.)
- Fatyanosa TN, Mahmudy WF, Marjuki M. A Comparison of Four Types of Evolution Strategies for Beef Cattle Feed Optimization. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*. 2018;10(1-8):165-171.
- Garg MR, Sherasia PL, Bhandari BM, et al. Effects of feeding nutritionally balanced rations on animal productivity, feed conversion efficiency, feed nitrogen use efficiency, rumen microbial protein supply, parasitic load, immunity and enteric methane emissions of milking animals under field conditions. *Animal Feed Science and Technology*. 2013;179 (1–4): 24-35. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2012.11.005.
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Yemlerin Piyasaya Arzı ve Kullanımı Hakkında Yönetmelik. 27 Aralık 2011 Salı. Sayı: 28155.
- Gull G, Sahib Q, Ahmed H, et al. Balanced Ration: Importance and formulation for farm animals. In: Ahmad S, Singh PK, Bhat SS, Mir NH, Chaurasia RS, Shah RA (eds.) *Recent Trends in Sustainable Livestock and Crop Production Technologies vis-a-vis Climate Change*. India: Dilpreet Publishing House; 2024. p.211-220.
- Gümüş H. *İyi Bir Rasyonun Kriterleri*. Yıldız G (ed.) Büyükbaş Hayvancılık içinde. İzmir: Kanyılmaz Matbaacılık; 2021.p. 257-264.
- Hayırlı A, Grummer RR, Nordheim EV, et al. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in *Holsteins*. *Journal of Dairy Science*. 2002;85(12): 3430–3443. doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)74431-7
- Kara K. *Süt Sığırlarının Laktasyon Döneminde Beslenmesi*. Yıldız G (ed.) Büyükbaş Hayvancılık içinde. İzmir: Kanyılmaz Matbaacılık; 2021.p. 61-82.
- Kentucky Cooperative Extension Service. *Managing the Total Mixed Ration to Prevent Problems in Dairy Cows*. (15/10/2024 tarihinde <https://publications.ca.uky.edu/sites/publications.ca.uky.edu/files/id141b.pdf> adresinden ulaşılmıştır.)
- Kırkpınar F, Açıkgöz Z. Kanatlı hayvanlarda nişasta tabiyatında olmayan polisakaritlerin sindirim sistemi mikroflorası üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim*. 2003;44(2).
- Kononoff PJ, Heinrichs AJ. The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 2003;86(7):2438-51. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73838-7.
- Lean IJ. Feeds, Ration Formulation: Systems Describing Nutritional Requirements of Dairy Cows. In: Fuquay JW, Fox PF and McSweeney PLH (eds.) *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 2nd ed. San Diego: Academic Press; 2011. p. 418-428.
- Lemme A, Ravindran V, Bryden WL. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poultry Science Journal*. 2004; 60 (4): 423–438. doi:10.1079/WPS200426
- MEB. Hayvan Yetiştiriciliği Rasyon Hazırlama. (15/10/2024 tarihinde [https://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Rasyon%20Haz%20C4%B1rlama.pdf](https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Rasyon%20Haz%20C4%B1rlama.pdf) adresinden ulaşılmıştır.)
- Milani M, Macit M, Hepkarşı F. Ration preparation of dairy cows with an innovative method: a multi objective op-

- timization approach. *Electronic Letters on Science and Engineering*. 2023; 19(2): 90-108.
- Nabasirye M, Mugisha JYT, Tibayungwa F. Optimization of input in animal production: A linear programming approach to the ration formulation problem. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*. 2011;1(7):221-226.
- National Research Council. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Washington, DC.: National Academy Press; 1994.
- National Research Council. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. Washington, DC.: National Academy Press; 1994.
- Özdoğan M, Sarı M. Kanatlı rasyonlarına yağ katkısı. *Hayvansal Üretim*. 2001;42(1): 28-34.
- Öztürk E. *Rasyon Hazırlama*. Ankara: İktisad yayınevi; 2023.
- PennState Extension. *Penn State Particle Separator*. (15/10/2024 tarihinde Penn State Particle Separator (psu.edu) adresinden ulaşılmıştır.)
- PoultryHub Australia. *Nutrient Requirements of Egg Laying Chickens*. (19/11/2024 tarihinde <https://www.poultryhub.org/all-about-poultry/nutrition/nutrient-requirements-of-egg-laying-chickens> adresinden erişim sağlanmıştır.)
- Resmî Gazete. *Yemlerin Piyasaya Arzı Ve Kullanımı Hakkında Yönetmelik*. (31/10/2024 tarihinde <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111227-12.htm> adresinden ulaşılmıştır.)
- Resmî Gazete. *Yemlerin Resmî Kontrolü İçin Numune Alma ve Analiz Metotlarına Dair Yönetmelik Madde 6, EK-6*. (15/10/2024 tarihinde <https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170121M1-2.htm> adresinden ulaşılmıştır.)
- Saxena P, Chandra M. Animal diet formulation models: a review (1950–2010). *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*. 2012;06. doi: 10.1079/PAVSNNR20116057
- Saxena P. *Optimization for Animal Diet Formulation: Programming Technique*. Proceedings of the 10th INDIA-Com; INDIACom-2016; IEEE Conference ID: 37465 2016 3rd International Conference on “Computing for Sustainable Global Development”, 16th-18th March, 2016 Bharati Vidyapeeth’s Institute of Computer Applications and Management (BVICAM), New Delhi (INDIA).
- Singh N, Ramji G, Awasthi A, et al. Feeding Balanced Ration for Improving Dairy Cattle Productivity: A Review. *Journal of Biology and Nature*. 2024; 16:26-31. doi: 10.56557/JOBAN/2024/v16i18625.
- Şehu A. Yemlerin tanımı sınıflandırılması ve değerliliğini etkileyen faktörler. *Yem Hijyeni ve Teknolojisi* içinde. Ankara: Poyraz Ofset İvedik OSB; 2022. p. 1-9.
- Teshome D, Fita L, Feyissa F et al. Effect of Total Mixed Ration on Dry Matter Intake, Milk Yield and Composition of Early Lactating Jersey Cows. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 2017;7(9): 2224-3208.
- Uyeh DD, Pamulapati T, Mallipeddi R, et al. Precision animal feed formulation: An evolutionary multi-objective approach. *Animal Feed Science and Technology*. 2019;256: 114211. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2019.114211
- Yaghobfar A. The efficiency of AMEn and TMEn utilization for NE in broiler diets. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 2016; 18(1):47-56. doi:10.1590/1516-635x1801047-056