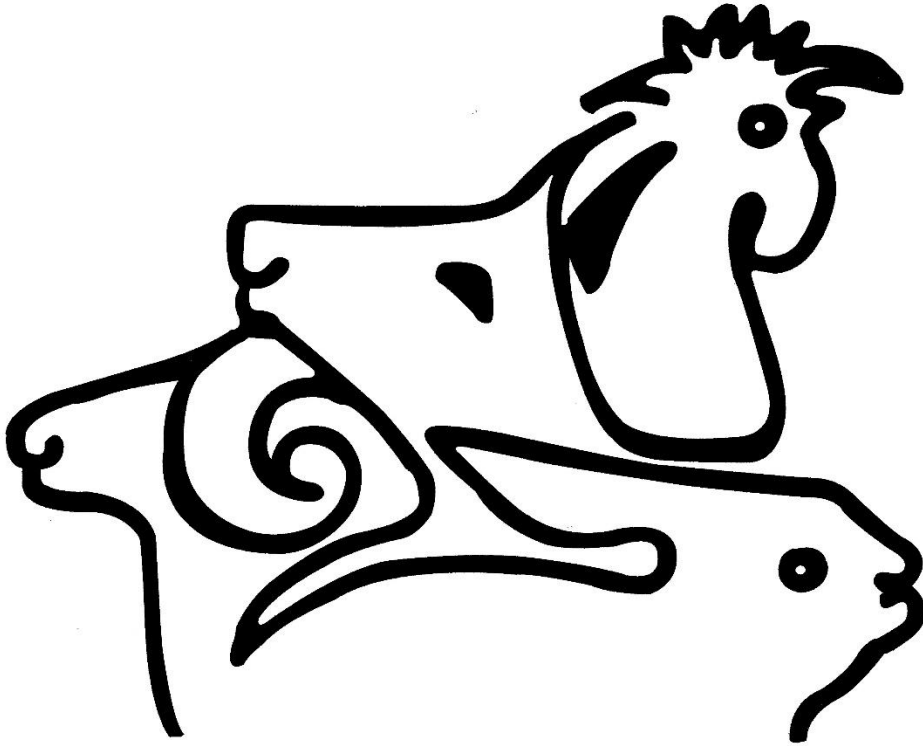


ISSN 1301-9597
e-ISSN 2645-9043

JOURNAL OF ANIMAL PRODUCTION

HAYVANSAL ÜRETİM

YEAR 2023 VOLUME 64 ISSUE 2
YIL CİLT SAYI



Published by Ege Animal Science Association
Ege Zootekni Derneği Yayınıdır



IMPORTANT INFORMATION
(Önemli Bilgi)

Number of citations is a vital criterion not only for the articles but also evaluation of the journals. When the citations were examined, it was noticed that the articles in the Journal of Animal Production were sometimes not cited correctly.

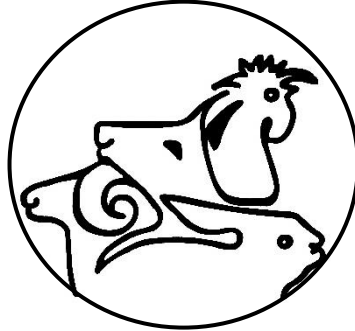
*Atıf sayısı hem makalelerin hem de dergilerin değerlendirilmesinde önemli bir kriterdir. Yapılan atıflar incelendiğinde **Hayvansal Üretim** dergisindeki makalelere bazen doğru atıf yapılmadığı saptanmıştır.*

The name of the journal must be written as “**Hayvansal Üretim**” when used for citation. If used in English, the name of the journal must be “**Journal of Animal Production**”.

*Atıflarda derginin adı “**Hayvansal Üretim**” olarak yazılmalıdır. Dergi adı İngilizce olarak yazılacaksa “**Journal of Animal Production**” olarak yazılmalıdır.*

The abbreviation for the name of the journal must be “**Hay. Üret.**” in Turkish, but in English “**J. Anim. Prod.**” Except for compulsory situations, Turkish name and abbreviation of the journal should be preferred.

*Dergi adı kısaltmaları Türkçe olarak “**Hay. Üret.**”, İngilizce olarak ise “**J. Anim. Prod.**” şeklinde olmalıdır. Zorunlu haller dışında Türkçe isim ve kısaltma tercih edilmelidir.*



Journal of Animal Production

indexed by

Hayvansal Üretim aşağıdaki indekslerce taranmaktadır

- **Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi (ULAKBİM), 2001**
- **CAB Abstracts, 2001**
- **AgBiotechNet, 2001**
- **Index Copernicus Journal Master List, 2008**
- **EBSCO, 2018**
- **Bielefeld Academic Search Engine (BASE), 2018**
- **ResearchBib, 2018**
- **Sobiad, 2018**
- **TR Atıf Dizini, 2018**

ISSN 1301-9597
e-ISSN 2645-9043



JOURNAL OF ANIMAL PRODUCTION

(HAYVANSAL ÜRETİM)

Year (Yıl): 2023 Volume (Cilt): 64 Issue (Sayı): 2

Publisher on Behalf of Ege Animal Science Association
(Ege Zootekni Derneği Adına Sahibi)

President of Association
(Dernek Başkanı)

Zir. Müh. Rıza DÖNMEZ

Editor in Chief
(Baş Editör)

Prof. Dr. İbrahim KAYA

Managing Editors
(Editör Yardımcıları)

Prof. Dr. Can UZMAY
Prof. Dr. Yavuz AKBAŞ
Prof. Dr. Atakan KOÇ

English Language Editor
(İngilizce Dil Editörü)

Öğr. Gör. (Lecturer) Behçet KAYA

Statistical Editors
(İstatistik Editörleri)

Prof. Dr. Yavuz AKBAŞ
Prof. Dr. Çiğdem TAKMA

Turkish Language Editor
(Türkçe Dil Editörü)

Prof. Dr. İbrahim KAYA



JOURNAL OF ANIMAL PRODUCTION

(HAYVANSAL ÜRETİM)

International Editorial Board in Alphabetical Order of First Name (Uluslararası Yayın Kurulu; İsme Göre Alfabetik Olarak Sıralanmıştır)

Alisa PİRLOG, Prof. Dr.	alisa.pirlog@gmail.com	The State Agrarian University of Moldova, MOLDOVA
Angel VODENÍCHAROV, Prof. Dr.	angvod@uni-sz.bg	Trakia University Stara Zagora, BULGARIA
Askarbek TULOBAEV, Prof. Dr.	askarbek.tulobayev@manas.edu.kg	Manas University, KYRGYZ REPUBLIC
Ba Tiep NGUYEN, Dr.	nbtiep@vnu.edu.vn	Hanoi University of Agriculture, VIETNAM
Calogero STELLETTA, Prof. Dr.	calogero.stelletta@unipd.it	University of Padova, ITALY
Cecilia COSTA, Dr.	cecilia.costa@crea.gov.it	Council for Agricultural Research, ITALY
Cemal UN, Prof. Dr.	cemal.un@ege.edu.tr	Ege University, TÜRKİYE
Charles I. ABRAMSON	charles.abramson@okstate.edu	Oklahoma State University, USA
Dal Bosco ALESSANDRO, Prof. Dr.	alessandro.dalbosco@unipg.it	The Università degli Studi di Perugia, ITALY
Dušan PALÍČ, Prof. Dr.	d.palic@lmu.de	Ludwig-Maximilians-University, GERMANY
Enes TAYLAN, Dr.	enes.taylan@cshe.org	Institute at Cedars-Sinai Medical Center, USA
Erdoğan MEMİLİ, Dr.	ermemili@pvamu.edu	Mississippi State University, USA
Eslam FAİD-ALLAH, Doç. Dr.	ifaidallah@yahoo.com	Menofia University, EGYPT
Fatih HATİPOĞLU, Prof. Dr.	fhatip@selcuk.edu.tr	Manas University, KYRGYZ REPUBLIC
Figen KIRKPINAR, Prof. Dr.	figen.kirkpinar@ege.edu.tr	Ege University, TÜRKİYE
Gniewko NIEDBALA, Prof. Dr.	gniewko.niedbala@up.poznan.pl	University of Life Sciences in Poznań, POLAND
Hayrettin OKUT, Prof. Dr.	hokut@kumc.edu	University of Kansas, ABD
Janka VAŠKOVÁ, Doç. Dr.	janka.vaskova@upjs.sk	Pavol Jozef Safarik University, SLOVAKIA
Javier LOPEZ-BALTAZAR, Dr.	javier_lopezb@hotmail.com	Zone Universite Laval, CANADA
Jiban SHRESTHA, Dr.	jibshrestha@gmail.com	Nepal Agricultural Research Council, NEPAL
Juan Manuel SANCHEZ-YAÑEZ, Prof. Dr.	syanez@umich.mx	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, MEXICO
Kadyrbai CHEKİROV, Doç. Dr.	kadyr.chekirov@manas.edu.kg	Manas University, KYRGYZ REPUBLIC
Kushvar MAMMADOVA, Dr.	kgmammadova@gmail.com	Azerbaijan State Agricultural University, AZERBAIJAN
Larisa CAISIN, Prof. Dr.	caisinlarisa@mail.ru	The State Agrarian University of Moldova, MOLDOVA
Laura Hernández HURTADO, Dr.	idoiadiaz@ccmijesususon.com	Research Assistant at Instituto Politécnico de Portalegre, SPAIN
Marwa FAYED, Doç. Dr.	marwa.fayed@fop.usc.edu.eg	University of Sadat City, EGYPT
Maria Graca LOPES, Prof. Dr.	mdlopes@icbas.up.pt	University of Porto, PORTUGAL
Markéta MIHÁLIKOVÁ, Yrd. Doç. Dr.	mihalikova@af.czu.cz	Czech University of Life Sciences Prague, CZECH REPUBLIC
Mehmet Ulaş ÇINAR, Prof. Dr.	mucinar@erciyes.edu.tr	Erciyes University, TÜRKİYE
Mohammad Sohidel İSLAM, Prof. Dr.	mohd.sh.islam@connect.polyu.hk	Hajee Mohammad Danesh Science, BANGLADESH
Muhammad Aamir IQBAL, Doç. Dr.	aamir1801@yahoo.com	University of Poonch Rawalakot, PAKISTAN
Muhammad Qasim SHAHİD, Doç. Dr.	mfsuaf@yahoo.com	South China Agricultural University, CHINA
Navid GHAVİ HOSEİN-ZADEH, Prof. Dr.	nhosseinzadeh@guilan.ac.ir	University of Guilan, IRAN
Noureddine DJEBLI, Prof. Dr.	djebli_n@yahoo.fr	Mostaganem University, ALGERIA
Panagiotis SİMİTZİS, Yrd. Doç.	pansimitzis@aua.gr	Agricultural University of Athens, GREECE
Patrick Heslop-Harrison, Prof. Dr.	phh4@le.ac.uk	University of Leicester, UNITED KINGDOM
Paul CROSS, Dr.	paul.cross@bangor.ac.uk	Bangor University, UNITED KINGDOM
Peter SCHAUSBERGER, Prof. Dr.	peter.schausberger@univie.ac.at	University of Vienna, AUSTRIA
Peter YANKOV, Doç. Dr.	p_s_yankov@abv.bg	Technical University of Varna, BULGARIA
Raphaël Guatteo, Prof. Dr.	raphael.guatteo@oniris-nantes.fr	ONIRIS-Veterinary School, FRANCE
Rodica MĂRGĂOAN, Dr.	rodica.margaaoan@usamvcluj.ro	Researcher at University of Agricultural Sciences, ROMANIA
Servet YALÇIN, Prof. Dr.	servet.yalcin@ege.edu.tr	Ege University, TÜRKİYE
Shimon HARRUS, Prof. Dr.	shimon.harrus@mail.huji.ac.il	Hebrew University of Jerusalem, ISRAEL
Stanisaw HURUK, Prof. Dr.	shuruk@pu.kielce.pl	The Jan Kochanowski University, POLAND
Sezen ÖZKAN, Prof. Dr.	sezen.ozkan@ege.edu.tr	Ege University, TÜRKİYE
Tugrul GIRAY, Prof. Dr.	tugrul.giray@upr.edu	University of Puerto Rico, PUERTO RICO
Vinayak S. SHEDEKAR, Prof. Dr.	shedekar.i@osu.edu	The Ohio State University, USA
Vladimer TSİTSİSHVİLİ, Prof. Dr.	v.tsitsishvili@gmail.com	Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, GEORGIA
Yuriy Kravchenko, Doç. Dr.	kravch@nubip.edu.ua	National University of Life, UKRAINE

List of referees / Hakem listesi

Journal of Animal Production is a peer-reviewed journal. List of referees is published in the last printed issue of the year.

Hayvansal Üretim hakemli bir dergi olup, hakem listesi her yılın son sayısında basılı yayınlanmaktadır.

Journal of Animal Production is published two times in a year (June and December) by Ege Animal Science Association in Türkiye. Detailed information about Ege Animal Science Association and Journal of Animal Science can be found in the website of the Ege Animal Science Association or correspondence address of the journal given below. Guidelines for authors are also given at the end of each issue of the journal.

Hayvansal Üretim dergisi, Ege Zootekni Derneği'nin "yaygın süreli" bir yayınıdır. Yılda iki kez (Haziran ve Aralık aylarında) yayınlanmaktadır. Ege Zootekni Derneği ve Hayvansal Üretim dergisine ilişkin ayrıntılı ve güncel bilgiler Ege Zootekni Derneği'nin internet sitesinden veya dergi yazışma adresinden öğrenilebilir. Yazım kuralları derginin her sayısının sonunda verilmektedir.



Correspondence Address (Dergi İçin Yazışma Adresi):

Prof. Dr. İbrahim KAYA

Journal of Animal Production - Editor in Chief

Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science

35100 Bornova, İzmir, Türkiye

E-mail (e-posta): ibrahim.kaya@ege.edu.tr

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise without the prior permission of the publisher.

Bu derginin yayın hakları Ege Zootekni Derneği'ne aittir. Derginin hiçbir bölümü, yayıncının izni olmaksızın, elektronik, mekanik veya başka bir yöntemle, herhangi bir şekilde çoğaltılamaz.

Ege Animal Science Association Address (Ege Zootekni Derneği Yönetim Adresi):

Manavkuyu Mah. 275/5 Sokak Dış Kapı No: 9 C Manolya Apt. Bayraklı / İzmir / Türkiye

Publishing House (Basımevi):

Ege Üniversitesi Basım ve Yayınevi Şube Müdürlüğü, Merkez Kampüs, 35040 Bornova, İzmir, Türkiye

Tel: 0 232 342 12 52 - 0 232 311 18 19

Early view date at DergiPark (DergiPark'ta erken görünüm tarihi): **30.12.2023**
Publication date at DergiPark (DergiPark'ta yayın tarihi): **23.01.2024**
Printing date (Basım tarihi): **20.02.2024**

List of referees / Hakem listesi

Journal of Animal Production is a peer-reviewed journal, and list of referees for 2023 is given below.

Hayvansal Üretim hakemli bir dergi olup, 2023 yılı hakem listesi aşağıda sunulmuştur.

(in alphabetical order / alfabetik sıralı)

List of referees of articles that were accepted, rejected, or withdrawn
Kabul edilen, reddedilen veya geri çekilen makalelere ait hakem listesidir

Ahmet ALÇIÇEK	ahmet.alcicek@ege.edu.tr
Alev GÖZCÜ	alev.gozcu@deu.edu.tr
Asuman ARSLAN DURU	duru.asuman@gmail.com
Atakan KOÇ	akoc@adu.edu.tr
Aylin AĞMA OKUR	aagma@nku.edu.tr
Aynur KONYALI	akonyali@comu.edu.tr
B. Devrim ÖZCAN	bdozcan@gmail.com
Can UZMAY	can.uzmay@ege.edu.tr
Cemal ÜN	cemaluen@gmail.com
Çiğdem ŞEREMET TUĞALAY	cigdemseremet@gmail.com
Çiğdem TAKMA	cigdem.takma@ege.edu.tr
Emre ALARSLAN	ealarslan@bandirma.edu.tr
Ferda KARAKUŞ	fkarakus@yyu.edu.tr
Fulya ÖZDİL	fozdil@nku.edu.tr
Gülnaz KERVANCIOĞLU	gulnazkervancioglu@aydin.edu.tr
Gültekin YILDIZ	gyildiz@ankara.edu.tr
Güray ERENER	gerener@omu.edu.tr
Gürsel DELLAL	gdellal@agri.ankara.edu.tr
H. Cem GÜLER	cemguler@yyu.edu.tr
Hacer TÜFEKÇİ	hacer.tufekci@bozok.edu.tr
Hasan Hüseyin İPÇAK	huseyinipcak@gmail.com
Hayri DAYIOĞLU	hayridayioglu@gmail.com
İbrahim DEMİRKALE	idemirkale@cu.edu.tr
İsmail AKYOL	iakyol@ankara.edu.tr
Kadir KARAKUŞ	kadir.karakus@ozal.edu.tr
Kanber KARA	kanberkara@erciyes.edu.tr
Koray ÇELİKELOĞLU	kcelikeloglu@aku.edu.tr
Metin SEZER	msezer@kmu.edu.tr
Ömer GEZGİNÇ	omergezginc@hotmail.com
Önder CANBOLAT	canbolat@uludag.edu.tr
Ramazan ARICI	ramazan.arici@iuc.edu.tr
Raziye IŞIK	risik@nku.edu.tr
Rıza ATAV	ratav@nku.edu.tr
Selçuk Seçkin TUNCER	seckin@yyu.edu.tr
Selim MERT	selim.mert@ege.edu.tr
Serdar DURU	sduru@uludag.edu.tr
Taylan AKSU	aksuturkiye@gmail.com
Turgay TAŞKIN	turgay.taskin@gmail.com
Ülkü Güleihan ŞİMŞEK	gsimsek@firat.edu.tr
Veysi ACIBUCA	veysiacibuca@artuklu.edu.tr
Yavuz AKBAŞ	yavuz.akbas@ege.edu.tr
Yusuf KONCA	yusufkonca@erciyes.edu.tr



JOURNAL OF ANIMAL PRODUCTION
(HAYVANSAL ÜRETİM)

YEAR 2023
YIL

VOLUME 64
CİLT

ISSUE 2
SAYI

CONTENTS (İÇİNDEKİLER)

RESEARCH ARTICLES (ARAŞTIRMA MAKALELERİ)

Yumurtacı Tavuk Karma Yemlerine Likopen, Lutein ve Zeaksantin İlavesinin Performans ve Yumurta Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri
The Effects of Lycopene, Lutein, and Zeaxanthin Supplement to Layer Hen Diets on Performance and Egg Quality Parameters
Figen KIRKPINAR, Selim MERT, Özgün IŞIK, Zümrüt AÇIKGÖZ 76

REVIEWS (DERLEMELER)

Hayvan Beslemede Rezidüel Yem Tüketimi
Residual Feed Intake in Animal Nutrition
Mahmoud O.A. ELFAKİ, Ünal KILIÇ 85

Mısır ve Buğday Glütininin Ruminant Beslemede Kullanımı
Use of Corn and Wheat Gluten in Ruminant Nutrition
Mazhar Burak CAN 93

Instructions for Authors

Yazım Kuralları

Copyright Release Form

Telif Hakkı Devir Formu



Yumurtacı Tavuk Karma Yemlerine Likopen, Lutein ve Zeaksantin İlavesinin Performans ve Yumurta Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

The Effects of Lycopene, Lutein, and Zeaxanthin Supplement to Layer Hen Diets on Performance and Egg Quality Parameters

Figen KIRKPINAR^{1*} 0000-0002-2018-755X Selim MERT¹ 0000-0003-2083-0450 Özgün IŞIK¹ 0000-0003-2336-183X
Zümrüt AÇIKGÖZ¹ 0000-0001-5517-4153

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bornova-İzmir

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada yumurta tavuklarında renk maddesi olarak kullanılan likopen (Lİ), lutein (LU) ve zeaksantin (ZE) ilavesinin yumurta sarısının rengi, performans ve yumurta kalite kriterleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Metot: Çalışmada, 40 haftalık yaşta 192 adet beyaz yumurtacı tavuk rastgele her biri 16 tekrürden oluşan 4 gruba ayrılmış ve renk maddesi içermeyen yemler ile beslenen kontrol (K) grubu 80'er ppm Lİ, LU veya ZE ilaveli yemlerin tüketildiği gruplar ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın 15. ve 30. günlerinde performans ve yumurta kalite kriterleri ölçülmüş ve renk maddelerinin bu parametreler üzerine etkileri incelenmiştir.

Bulgular: Yeme renk maddesi ilavesinin canlı ağırlık, yem tüketimi, yumurta verimi ve yemden yararlanma oranı üzerine önemli bir etkisi bulunmamıştır ($P>0.05$). Yumurta ağırlığı incelendiğinde 15. günde Lİ, 30. günde ise LU en yüksek değerleri vermiştir ($P<0.05$). Çalışmanın 15. gününde gruplar arasında ak ve sarı indeksleri ve Haugh birimi yönünden önemli bir fark görülmezken; yeme Lİ ilavesi 30. günde Haugh birimini önemli düzeyde yükseltmiştir ($P<0.05$). Sarı rengi yönünden 15. günde ZE en yüksek değeri verirken bunu LU ve Lİ grubu izlemiştir ($P<0.05$). Otuzuncu günde ise ZE ve LU ilavesi ile en yüksek sarı rengi değeri saptanmıştır ($P<0.05$). Yumurta sarısında L^* , a^* ve b^* değerleri yönünden renk maddelerinin kullanımı önemli düzeyde farklılıklar oluşturmuştur ($P<0.05$). Kabuk kalınlıkları ve mukavemet gibi kabuk kalite kriterleri ise renk maddeleri kullanımından etkilenmemiştir ($P>0.05$).

Sonuç: Sonuç olarak, yeme renk maddeleri ilavesi yumurta sarısı rengini ve Haugh birimini iyileştirmiştir.

Anahtar kelimeler: Lutein, zeaksantin, likopen, performans, yumurta kalitesi

ABSTRACT

Objective: In this study, the effects of the addition of lycopene (LY), lutein (LU), and zeaxanthin (ZE), which are used as pigments in laying hens, on the color of egg yolk, performance, and egg quality criteria were investigated.

Materials and Methods: In the study, 192 white laying hens at 40 weeks of age were randomly divided into 4 groups with 16 replicates each, and the control (C) group fed diet without any pigments was compared with the groups consuming diets added 80 ppm of LY, LU or ZE. On the 15th and 30th days of the study, performance and egg quality criteria were measured and the effects of pigments on these parameters were examined.

Results: There was no significant effect of adding pigments in terms of live weight, feed consumption, egg yield, and feed conversion ratio ($P>0.05$). When egg weight was examined, LY gave the highest values on the 15th day and LU on the 30th day ($P<0.05$). While there was no significant difference between the groups in terms of white and yellow indexes and Haugh unit on the 15th day of the study; adding LY to the diet significantly increased ($P<0.05$) the Haugh unit on the 30th day. In terms of yellow color, ZE gave the highest value on the 15th day, followed by the LU and LY groups. On the 30th day, the highest yellow color value was determined with the addition of ZE and LU ($P<0.05$). The use of pigments caused significant differences in L^* , a^* , and b^* values in egg yolk ($P<0.05$). Shell quality criteria such as shell thickness and strength were not affected by the use of color materials ($P>0.05$).

Conclusion: As a result, adding pigments to the diet improves egg yolk color and Haugh unit.

Keywords: Lutein, zeaxanthin, lycopene, performance, egg quality

Geliş tarihi (Received): 25.04.2023 Kabul tarihi (Accepted): 25.12.2023

*Sorumlu yazar (correspondence): figen.kirkpinar@ege.edu.tr

Atf: Kırkpınar, F., Mert, S., Işık, Ö., Açıkgöz, Z. 2023. Yumurtacı tavuk karma yemlerine likopen, lutein ve zeaksantin ilavesinin performans ve yumurta kalite kriterleri üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim* 64(2): 76-84. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1287510>

Citation: Kırkpınar, F., Mert, S., Işık, Ö., Açıkgöz, Z. 2023. The effects of lycopene, lutein, and zeaxanthin supplement to layer hen diets on performance and egg quality parameters. *Journal of Animal Production* 64(2): 76-84. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1287510>

GİRİŞ

Karotenoidler, bitki ve mikroorganizmalar gibi fotosentetik canlılar tarafından sentezlenen sarı, turuncu ve kırmızı renkte olan doğal renk maddeleridir. Karotenoidler, bitkilerin meyvelerinde, taç yapraklarında, köklerinde ve yaprak gibi yeşil aksamalarında bulunabilirler; ancak yeşil aksamalarda bulunan karotenoidler, klorofilin baskın yeşil rengi nedeniyle gözle görülemez (Englmaierová and Skřivan, 2013). Temel olarak molekülünde en az bir oksijen atomu içeren ksantofiller (örneğin lutein ve zeaksantin) ve molekülünde oksijen atomu içermeyen karotenler (örneğin likopen ve β -karoten) olmak üzere iki gruba ayrılırlar (Breithaupt, 2007).

Sofralık yumurtalarda sarı rengi en önemli iç kalite değerlendirme kriteridir. Yumurta sarısının rengine luteinin katkısı %70 kadardır ve luteinden sonra onun izomeri olan zeaksantin en önemli etkiyi yapmaktadır; bunları diğer ksantofil ve karotenler izlemektedir (Kırkpınar ve Erkek, 1996; Perry et al., 2009). Hayvanlar, karotenoidleri kendi dokularında sentezleyememekte, yem ile alarak yağ dokularında (deri, iç yağ veya yumurta sarısı gibi) depolayabilmektedirler (Englmaierová and Skřivan, 2013). Renk maddelerinin depolanması oldukça hızlı olmakta (tüketimden 48 saat sonra); ancak üniform bir yumurta sarısı renginin elde edilmesi 12-14 gün sürmektedir (Altan, 2015). Oositlerde ağırlıklı olarak lipitlerin biriktirildiği foliküler büyümenin hızlı fazı yumurta sarısının boyutuna göre 6-14 günlük bir süreçte gerçekleştiğinden, yemle alınan renk maddelerinin birikiminde stabilizasyonun sağlanması için de benzer süreye ihtiyaç duyulmaktadır (Nys ve Guyot, 2011). Ortiz et al. (2021) tarafından yapılan çalışmada farklı mısır çeşitleri (beyaz, sarı ve kırmızı) kullanılarak hazırlanan yemlerle 31 gün boyunca beslenen tavuklardan elde edilen yumurtalarda lutein, zeaksantin, β -kriptoksantin ve toplam ksantofil konsantrasyonlarının 12. günde en yüksek seviyeye ulaştığı ve daha sonraki günlerde bu düzeylerin korunduğu belirlenmiştir. Karadas et al. (2006) ise yonca, kadife çiçeği ve domates türevli doğal renk maddeleriyle takviye edilmiş bıldırcın yemlerinin tüketilmelerinden 7-9 gün sonra stabil yumurta sarısı rengine ulaşıldığını bildirmişlerdir.

Tüketicilerin hoşlandığı koyu sarı renk, köy tipi küçük işletmelerde, tavukların dışarıda dolaşarak yedikleri yeşil otlar, böcekler ve hayvan gübreleri ile

sağlanmaktadır. Ancak endüstriyel üretimde (hayvanların serbest dolaşım imkânının bulunmadığı sistemlerde) renk maddesi kaynaklarının yeme katılarak verilmeleri gerekmektedir (Kırkpınar, 1993). Yumurta sarısı renginin yem hammaddeleri veya yem katkı maddeleri ile değiştirilmesi yumurta tavuğu yetiştiriciliğinde uzun zamandır yapılan bir uygulamadır (Kotrbaček et al., 2013).

Avrupa ülkelerinde DSM Yumurta Sarısı Renk Yelpazesine göre tercih edilen yumurta sarısı rengi değerleri 7-14 arasında değişmektedir (Heinzl, 2021). Tavukçulukta mısır-soya ağırlıklı yemler standart olarak kabul edilmektedir. Enerji kaynağı bir yem olan mısır yumurta sarısındaki başlıca renk maddesi olan lutein bakımından da zengindir. Ancak, tek başına mısır, yemde %60 oranında kullanılsa bile, tüketici taleplerini karşılayacak yumurta sarısı renginin elde edilebilmesi (>10) için yeterli olmayabilir. Bu yüzden özellikle endüstriyel sofralık yumurta üretiminde yemlere sentetik (β -apo-8'-karotenol, β -apo-8'-karotenolik asit etil ester ve kantaksantin) veya doğal (kadife çiçeği, yonca, kırmızı biber gibi) renk maddeleri ilaveleri yapılmaktadır (Kırkpınar ve Erkek, 1999; Gurbuz et al., 2003; Spasevski et al., 2018). Günümüzde, stabiliteyi yüksek (Kırkpınar ve Erkek, 1999) kullanım düzeyleri düşük (Chowdhury et al., 2008) olan sentetik renk maddelerinin bazılarının (kantaksantin gibi) çeşitli sağlık problemlerine (cilt ve gözlerde tahriş, retinada kristal oluşumu gibi) neden olabileceği kaygısı ciddi boyutlara ulaşmıştır (Olsen, 1996; Grashorn and Steinberg, 2002; EFSA, 2014; Kljak et al., 2021). Bu perspektifte, gıda güvenliği konusunda giderek bilinçlenen tüketicilerin bu hususta artan endişelerini gidermek amacıyla doğal renk maddelerinin yem katkı maddesi olarak kullanımı önem kazanmıştır.

Karotenoidlerin yumurta sarı rengini tüketici talepleri doğrultusunda değiştirmesinin yanında; insan sağlığı açısından gıdalar ile optimal alımının kalp damar hastalıklarına, bazı kanser türlerine, katarakt ve maküler dejenerasyon gibi hastalıklara yakalanma riskini ve oksidatif stresin etkilerini azalttığı, immün sistemi güçlendirdiği yönünde bildirişler mevcuttur. İnsan sağlığı açısından, normal düzeylerin üzerinde lutein ve zeaksantin alımının kalp hastalıkları, akciğer-meme kanseri, yaşa bağlı maküler dejenerasyon ve katarakt risklerini azaltabileceği bildirilmektedir (Granado et al., 2003; Ribaya-Mercado and Blumberg,

2004; Moeller et al., 2008; Ma et al., 2012a,b; Zaheer, 2017; Gong et al., 2018; Liu et al., 2022). Bunlara ek olarak likopen prostat kanseri riskini azaltmakta, DNA hasarını önlemekte; süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz gibi enzimlerin etkinliğini artırarak oksidatif strese karşı savunmayı güçlendirmektedir (Wertz et al., 2004, Doğan, 2007).

Fonksiyonel gıdalar, vücudun temel besin madde gereksinimini karşılamanın yanında; insan fizyolojisi ve metabolizması üzerinde ek olarak fayda sağlayan gıdalar olarak ifade edilmektedir (Altan, 2015). Yumurta içermiş olduğu besin maddeleri nedeniyle zaten kendisi bir fonksiyonel gıda olarak tanımlanmasının yanında son yıllarda rasyondaki düzenlemeler ile bazı besin maddelerince daha zengin fonksiyonel yumurta üretimine yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Açıkğöz ve Soyca Öneç, 2006; Altan, 2015; Pitargue et al., 2019). Karotenoidler de bu besin maddelerinden biridir ve yumurta, karotenoidleri insanların besin zincirine taşımak için oldukça iyi bir araç olarak görülmektedir (Englmaierová et al., 2013).

Yumurta sarısı karotenoidlerinin biyoyararlılığı yüksektir ve bu durum sindirilebilir yumurta sarısı lipid matriksi (trigliserit, fosfolipid ve kolesterol) içerisinde bulunmaları ile yakından ilişkilidir (Chung et al., 2004). Zaheer (2017), lutein ve zeaksantin yapılarındaki hidroksil grupları nedeniyle, hidrokarbon karotenoidlere (α -, β -karoten ve likopen) kıyasla daha polar bileşikler olduğunu ve bu özelliğin biyoyararlıklarına olumlu yansıdığını bildirmişlerdir. Goodrow et al. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada 5 hafta boyunca günde bir yumurta tüketen bireylerde serum lutein ve zeaksantin düzeylerinin sırasıyla %26 ve %38 arttığı belirlenmiştir. Diğer yandan, birçok farmakolojik etkiye sahip olan likopenin (Kamboj et al., 2021) fonksiyonel yumurta üretiminde kullanılmasının yumurta sarısı karotenoidlerinin konsantrasyonlarını etkilemediği ileri sürülmektedir (Olson et al., 2008).

Bu çalışmanın amacı, yumurtacı tavukların karma yemlerine karotenoid kaynağı olarak belirli oranlarda doğal lutein, zeaksantin ve likopen ilavesinin performans ve yumurta kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Deneme Ünitesinde bulunan yumurtacı tavuk kümesinde yürütülmüştür. Denemede 40 haftalık yaşta 192 adet Nick Chick yumurtacı tavuk kullanılmıştır. Tavuklar 4 katlı batarya tipi kafeslerin bulunduğu pencereless kümeste barındırılmıştır. Çalışmada, kafeslerde 3'er yumurtacı bulunacak şekilde 16 tekerrürden oluşan 4 deneme (48 tavuk/grup) grubu oluşturulmuş, 30 günlük deneme süresi boyunca 16

saat aydınlık 8 saat karanlık programı uygulanmış ve yem ile su *ad-libitum* olarak verilmiştir. Deneme materyali hayvanların manejman uygulamaları "Yumurtacı Tavukların Korunması ile İlgili Asgari Standartlara İlişkin Yönetmelik" kapsamında yapılmıştır (Resmi Gazete, 2014).

Yem ham maddeleri, İzmir'de faaliyet gösteren ticari bir yem fabrikasından temin edilmiştir. Tüm gruplara aynı formülasyona sahip karma yemler verilmiş; Lİ (likopen) grubu karma yemine 80 ppm Lİ (LiycoVit, BASF), LU (lutein) grubu karma yemine 80 ppm LU (Lutein DC, BASF) ve ZE (zeaksantin) grubu karma yemine 80 ppm ZE (Optisharp™, BASF) ilave edilmiştir. Planlanan bu çalışmada kullanılan renk maddelerinin saflık düzeyleri [likopen (%10), lutein (%5) ve zeaksantin (%5)] dikkate alınarak deneme gruplarına ilave edilecek likopen, lutein ve zeaksantin miktarları hesaplanarak eşitlenmiştir.

Karma yemin ham besin maddeleri (AOAC, 1990), nişasta ve şeker analizleri (Naumann and Bassler, 1993) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Kimyasal Analiz Laboratuvarında yapılmıştır. Yemin metabolik enerjisi (ME) yemin besin maddelerinden yararlanılarak hesaplanmıştır (Anonim, 2004). Deneme karma yeminin yapısı ve besin madde içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Tavuklar deneme başında (40. hafta) ve sonunda (44. hafta) bireysel olarak tartılmıştır. Hayvanların yem tüketimleri (g/tavuk/gün) tekerrür bazında her hafta başında verilen yem miktarından, kalan yem miktarı çıkartılarak hesaplanmıştır. Yumurta verimleri [(günlük yumurtlanan yumurta sayısı/tavuk sayısı) × 100] tekerrür bazında hesaplanmıştır. Karma yeme likopen, lutein ve zeaksantin ilavesinin yumurta kalite kriterleri üzerine etkileri 42 haftalık (denemenin 15. günü) ve 44 haftalık (denemenin 30. günü) yaşlarda saptanmıştır. Yumurta ağırlığı, tüm gruplarda her gün yumurtlanan yumurtaların tamamı tartılarak belirlenmiştir. Yumurta ağırlığı ve yem tüketimi değerlerinden yararlanılarak grupların yemden yararlanma oranları saptanmıştır. Yumurta kalite kriterleri, her bir tekerrürden aynı gün yumurtlanmış bir adet yumurta alınarak aynı gün içerisinde incelenmiştir. Yumurtaların en ve boy ölçümleri ile ak ve sarıya ait en, boy ve çap değerleri dijital kumpas ile ölçülmüştür. Yumurta akı ve sarısına ait yükseklikler ile kabuk kalınlık ölçümlerinde mikrometre kullanılmıştır. Elde edilen bu değerlerden aşağıda belirtilen eşitlikler kullanılarak, ak ve sarı (Romanoff and Romanoff, 1949) indeksleri ile Haugh Birimi hesaplanmıştır. Haugh biriminin hesaplanmasında Haugh (1937) tarafından geliştirilen ve Eisen et al. (1962) tarafından modifiye edilen eşitlik kullanılmıştır.

Çizelge 1. Deneme yeminin kompozisyonu ve besin maddesi içeriği

Table 1. Composition and nutrient content of experimental feed

Ham madde	Miktar (g/kg)
Mısır	581.88
Soya küspesi	220.96
Ayçiçeği küspesi	50.00
Bitkisel yağ	16.26
Bonkalit	25.00
Mermer tozu	95.04
Mono kalsiyum fosfat	4.34
Tuz	2.30
Sodyum bikarbonat	0.83
DL-metiyonin	0.89
Vitamin-mineral premiksi ¹	2.50
Besin madde içeriği	(%)
Kuru madde	87.21
Ham protein	17.60
Ham yağ	3.63
Ham selüloz	3.07
Ham kül	12.14
Kalsiyum	3.90
Toplam fosfor	0.63
Yararlanılabilir fosfor*	0.40
Metabolik enerji (kcal/kg)	2800

¹Yemin her kg'ında vitamin A, 10 000 IU; vitamin D3 3 000 IU; vitamin E, 35 mg; vitamin C, 50 mg; vitamin K3 (menadione) 5 mg; tiyamin 3 mg; riboflavin, 6 mg; piridoksin, 5 mg; nikotinamid, 20 mg; folik asit, 0.75 mg; siyanokobalamin, 0.015 mg; biyotin, 0.045 mg; kolin, 300 mg; D-kalsiyum pantotenat, 8 mg; bakır, 5 mg; iyot, 1 mg; demir, 60 mg; mangan, 60 mg; kobalt 0.2 mg; selenyum, 0.15 mg; çinko, 60 mg; endo-1.4-beta ksilanaz, 25 mg; 6-fitaz, 50 mg; dehidre edilmiş maya kültürü, 125 mg bulunmaktadır.

*Hesaplanan değer

Ak indeksi (%) = $\frac{[Ak\ yüksekliği\ (mm)]}{\{[Ak\ uzunluđu\ +\ Ak\ geniřliđi\ (mm)]\}} \times 100$

Sarı indeksi (%) = $\frac{[Sarı\ yüksekliği\ (mm)]}{[Sarı\ çapı\ (mm)]} \times 100$

Haugh Birimi = $100 \times \log(H + 7.57 - 1.7 \times W^{0.37})$

H: Yumurta ak yüksekliği (mm)

W: Yumurta ağırlığı (g)

Yumurtaların kırılma mukavemeti (kg/cm²) ölçme aleti kullanılarak tespit edilmiştir. Cihaza yumurta yatay olarak yerleştirilip güç uygulanmış, yumurtanın çatladığı andaki direnç okunarak kırılma mukavemeti olarak kaydedilmiştir. Yumurta sarılarına ait L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri Minolta (CR 200) marka spektrokolorimetre ile saptanmıştır. Yumurta sarılarının subjektif renk değerlendirmesinde ise DSM Yumurta Sarısı Renk Yelpazesi kullanılmıştır.

Elde edilen tüm veriler SAS istatistik paket programı kullanılarak tek yönlü ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Deneme grupları arasındaki farklılıklar Student's t-testi ile karşılaştırılmış ve önem düzeyi 0.05 olarak kabul edilmiştir (SAS, 1998).

BULGULAR

Denemede incelenen grupların 40. ve 44. hafta canlı ağırlıkları ile 40-44. haftalar arasındaki yem tüketimleri, yemden yararlanma oranları ve yumurta verimlerine ait değerler Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme gruplarına ait performans değerleri

Table 2. Performance values of experimental groups

Gruplar	YT (g/tavuk/gün)	40. hafta CA (g)	44. hafta CA (g)	YV (%)	YYO (g/g)
K	96.60	1481.75	1486.70	87.08	1.80
Lİ	100.71	1466.79	1505.72	89.30	1.81
LU	97.82	1459.25	1482.81	88.47	1.83
ZE	98.89	1469.85	1479.18	87.36	1.92
OSH	1.94	15.62	16.06	0.83	0.04
P değeri	0.4970	0.7832	0.5410	0.2211	0.2951

K: kontrol, Lİ: likopen, LU: lutein, ZE: zeaksantin, YT: yem tüketimi, CA: canlı ağırlık, YV: yumurta verimi, YYO: yemden yararlanma oranı, OSH: ortalamanın standart hatası, P değeri: olasılık.

Deneme gruplarının 40. ve 44. haftalardaki canlı ağırlıkları 1459.25 ile 1505.72 g arasında değişmiş ve önemli bir farklılık oluşmamıştır (P>0.05). Grupların yem tüketim değerleri arasındaki farklılık da önemsiz (P>0.05) bulunmuş; K grubunda 96.60 g/tavuk/gün ile en düşük ve Lİ grubunda 100.71 g/tavuk/gün ile en yüksek yem tüketim değerleri saptanmıştır. Deneme süresi boyunca K, Lİ, LU ve ZE gruplarının yumurta verimleri sırası ile %87.08, 89.30, 88.47 ve 87.36 olup; bu değerler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Yemden yararlanma oranları ise 1.80-1.92 arasında değişim göstermiş ve yapılan istatistiki değerlendirmede gruplar arasındaki farklılıkların önemli düzeylere ulaşmadığı tespit edilmiştir (P>0.05).

Karma yeme likopen, lutein ve zeaksantin ilavesinin yumurta kalite kriterleri üzerine etkileri 42. ve 44. haftalık yaşlarda belirlenmiş olup sırası ile Çizelge 3 ve Çizelge 4'te verilmiştir.

Deneme gruplarının 42. hafta için yumurta boyu ve mukavemeti, ak ve sarı yükseklikleri, ak boyu, sarı çapı ve ağırlığı, b* (sarılık) değeri ile kabuk ağırlığı ve kalınlıkları önemli düzeyde farklılık göstermemiştir (P>0.05). Ayrıca, Haugh birimi, sarı ve ak indeksleri bakımından da gruplar arasında önemli bir farklılık yoktur (P>0.05). K, Lİ, LU ve ZE gruplarının yumurta eni değerleri sırasıyla 43.15, 43.49, 42.30 ve 42.56 mm

Kırkpınar ve ark.

Çizelge 3. Denemenin 15. gününde (42. hafta) yumurta kalite kriterlerine ait değerler

Table 3. Values of egg quality criteria on the 15th day (42nd week) of the experiment

Kalite Kriterleri	K	Lİ	LU	ZE	OSH	P değeri
En, mm	43.15 ^{ab}	43.49 ^a	42.30 ^b	42.56 ^b	0.23	0.0030
Boy, mm	57.10	57.57	56.58	56.08	0.47	0.1522
Ağırlık, g	60.44 ^{ab}	62.82 ^a	58.15 ^b	58.44 ^b	1.00	0.0056
Mukavemet, kg/cm ²	2.78	3.00	3.00	3.30	0.15	0.1596
Ak yüksekliği, mm	7.12	7.98	6.79	7.93	0.36	0.0565
Sarı yüksekliği, mm	16.42	16.90	21.98	17.20	1.57	0.0565
Ak en, mm	67.82 ^a	63.22 ^{ab}	61.00 ^b	61.88 ^b	1.25	0.0013
Ak boy, mm	88.58	84.85	83.68	85.48	1.27	0.6370
Sarı çapı, mm	41.37	42.17	40.80	40.86	0.39	0.0761
DSM Renk Yelpazesi	10.80 ^d	11.33 ^c	12.00 ^b	12.68 ^a	0.10	0.0001
L*	55.22 ^a	52.41 ^{ab}	52.08 ^b	53.79 ^{ab}	0.76	0.0238
a*	7.95 ^c	9.85 ^b	9.11 ^b	11.25 ^a	0.29	0.0001
b*	35.82	38.91	40.95	38.39	2.11	0.4193
Sarı ağırlığı, g	15.78	16.31	15.99	15.67	0.30	0.4826
Kabuk ağırlığı, g	8.38	8.54	8.12	8.25	0.24	0.6738
Sarı indeksi	39.75	40.08	40.08	42.16	0.96	0.2835
Ak indeksi	9.15	10.81	9.47	10.83	0.55	0.0642
Haugh birimi	83.23	88.13	82.21	88.34	2.08	0.0848
Kabuk Kalınlıkları, µm						
Küt uç	317.75	319.25	319.81	320.00	0.55	0.2360
Orta	320.81	326.93	326.75	326.62	2.96	0.3929
Sivri uç	329.62	329.12	330.06	330.75	0.54	0.1942

K: kontrol, Lİ: likopen, LU: lutein, ZE: zeaksantin, YT: yem tüketimi, L*: parlaklık, a*: kırmızılık ve b*: sarılık değerleri, OSH: ortalamanın standart hatası, P değeri: olasılık.

^{a-d} aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Çizelge 4. Denemenin 30. gününde (44. hafta) yumurta kalite kriterlerine ait değerler

Table 4. Values of egg quality criteria on the 30th day (44th week) of the experiment

Kalite Kriterleri	K	Lİ	LU	ZE	OSH	P değeri
En, mm	43.70	43.38	43.68	42.80	0.28	0.1058
Boy, mm	58.71 ^a	57.28 ^c	58.48 ^{ab}	57.50 ^{bc}	0.40	0.0343
Ağırlık, g	62.60 ^{ab}	61.58 ^{ab}	63.33 ^a	59.54 ^b	0.88	0.0226
Mukavemet, kg/cm ²	3.16	3.04	3.54	3.26	0.13	0.0740
Ak yüksekliği, mm	7.34 ^b	8.81 ^a	7.88 ^{ab}	7.94 ^{ab}	0.27	0.0096
Sarı yüksekliği, mm	17.82 ^{ab}	18.31 ^a	17.85 ^{ab}	17.24 ^b	0.20	0.0148
Ak en, mm	66.60	65.11	67.42	63.94	1.29	0.2408
Ak boy, mm	91.02	88.65	90.93	87.59	1.49	0.2866
Sarı çapı, mm	42.77	42.02	42.42	41.75	0.46	0.4394
DSM Renk Yelpazesi	11.31 ^c	11.93 ^b	12.56 ^a	12.93 ^a	0.10	0.0001
L*	54.87 ^{ab}	54.88 ^{ab}	56.22 ^a	53.04 ^b	0.68	0.0206
a*	8.43 ^b	10.15 ^a	8.75 ^b	11.32 ^a	0.31	0.0001
b*	36.85 ^b	35.60 ^b	42.17 ^a	38.64 ^b	0.83	0.0001
Sarı ağırlığı, g	16.99	16.39	17.06	16.19	0.31	0.1424
Kabuk ağırlığı, g	8.72	8.48	8.74	8.11	0.24	0.2489
Sarı indeksi	41.72	43.84	42.11	41.44	0.70	0.1385
Ak indeksi	9.22	9.72	10.06	10.50	1.01	0.8372
Haugh birimi	84.30 ^b	92.91 ^a	87.49 ^{ab}	89.08 ^{ab}	1.57	0.0073
Kabuk Kalınlıkları, µm						
Küt uç	320.12	320.93	320.93	321.31	0.43	0.2821
Orta	329.75	329.93	331.43	330.93	0.57	0.1246
Sivri uç	329.56	329.68	331.12	330.62	0.60	0.2097

K: kontrol, Lİ: likopen, LU: lutein, ZE: zeaksantin, YT: yem tüketimi, L*: parlaklık, a*: kırmızılık ve b*: sarılık değerleri, OSH: ortalamanın standart hatası, P değeri: olasılık.

^{a-c} aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

olarak saptanmış, K grubuna göre LU ile ZE gruplarında azalma ve Lİ grubunda yükselme eğilimi gözlenirken, Lİ grubunda LU ile ZE gruplarına kıyasla önemli düzeyde artış meydana gelmiştir. Benzer durum yumurta ağırlığı için de söz konusudur. Lİ (62.82 g) grubunun yumurta ağırlığı LU (58.15 g) ve ZE (58.44 g) gruplarına göre önemli düzeyde artarken (P<0.05), K (60.44 g) grubuna benzerlik göstermiştir. Yumurta akı eni değeri K (67.82 mm) grubuna göre renk maddesi ilaveli yemlerin kullanıldığı gruplarda azalmış ve bu değişim LU (61.00 mm) ve ZE (61.88 mm) gruplarında istatistiki olarak önemli düzeylere ulaşmıştır. Ancak, renk maddeleri kullanılan gruplar arasında yumurta akı eni değeri bakımından önemli farklılıklar oluşmamıştır. DSM Renk Yelpazesine göre en koyu sarı renkli yumurtalar ZE (12.68) grubundan elde edilmiş (P<0.05) ve bunu sırası ile LU (12.00), Lİ (11.33) ve K (10.80) grupları izlemiştir. Yumurta sarılarının L* (parlaklık) değerlerine bakıldığında, K (55.22), Lİ (52.41) ve ZE (53.79) grupları benzer değerlere sahipken, LU (52.08) grubunda K grubuna göre önemli düzeyde azalma saptanmıştır (P<0.05). Yumurta sarısı a* (kırmızılık) değerleri bakımından en yüksek değeri ZE grubu, en düşük değeri ise K grubu vermiştir (P<0.05). Lİ ve LU gruplarında ise benzer a* değerleri tespit edilmiştir.

Çalışmanın 30. gününde (44. haftada) yumurta eni ve mukavemeti, ak eni ve boyu, sarı çapı ve ağırlığı, kabuk ağırlığı ve kalınlıkları ile sarı ve ak indeksleri bakımından gruplar arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir (P>0.05). Yumurta boyu değerleri gruplar arasında önemli düzeyde farklılık göstermiş ve K (58.71 mm) grubuna göre Lİ (57.28 mm) ve ZE (57.50 mm) gruplarında azalmıştır (P<0.05). Yumurta ağırlığı bakımından K grubu ile renk maddesi kullanılan gruplar arasında önemli düzeyde farklılık oluşmazken, LU (63.33 g) grubundan ZE (59.54 g) grubuna göre önemli derecede daha ağır yumurta elde edilmiştir (P<0.05). Grupların yumurta ak ve sarı yükseklik değerleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır (P<0.05). Ak yüksekliği K (7.34 mm) grubuna göre renk maddesi kullanılan gruplarda artmış ve bu değişim sadece Lİ (8.81 mm) grubunda istatistiki olarak önemli düzeye ulaşmıştır. Sarı yüksekliği bakımından K grubu ile renk maddesi ilaveli gruplar arasında önemsiz farklılık gözükse de Lİ (18.31 mm) grubunda ZE (17.24 mm) grubuna göre önemli düzeyde yükselme meydana gelmiştir. K (11.31) grubuna kıyasla yeme likopen, özellikle lutein ve zeaksantin ilavesi DSM Yumurta Sarısı Renk Yelpazesine göre sarı renginin önemli derecede (P<0.05) koyulaşmasını sağlamıştır (sırasıyla 11.93, 12.56 ve 12.93). L* (parlaklık) değerleri bakımından en yüksek değer LU (56.22) ve en düşük değer ZE (53.04) gruplarında belirlenmiştir (P<0.05). a* (kırmızılık) değeri ise LU (8.75) ve K (8.43) gruplarında

en düşük, ZE (11.32) ve Lİ (10.15) gruplarında en yüksek bulunmuştur (P<0.05). Yumurtaların b* (sarılık) değerleri bakımından ise en yüksek değeri LU (42.17) grubu verirken, K (36.85), Lİ (35.60) ve ZE (38.64) gruplarında birbirlerine benzer şekilde daha düşük bir sarılık değeri gözlemlenmiştir (P<0.05). En yüksek Haugh birimi Lİ (92.91) grubunda belirlenmiş, bunu sırası ile ve bu gruba benzer şekilde ZE (89.08) ve LU (87.49) grupları izlemiştir. En düşük Haugh birimi ise K (84.30) grubuna aittir ve Lİ grubunununkine göre önemli düzeyde düşüktür (P<0.05).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışmada, karma yeme likopen, lutein ve zeaksantin ilavesinin yumurtacı tavuklarda yem tüketimi, canlı ağırlık, yemden yararlanma oranı ve yumurta verimi üzerine önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (P>0.05). Bu sonuçlar, Doğan (2007)'ın karma yeme 8 hafta 100, 200 ve 400 mg/kg likopen (%8'lik) ilavesi yaptığı çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Ancak, Ekiz ve Açıkgöz (2016), 8 haftalık bir deneme süresince karma yeme 25 mg saf Lİ ve Lİ+LU ilavesinin; sadece LU ilave edilen grup ile kontrol grubuna göre daha iyi yemden yararlanma oranı ve daha yüksek yumurta verimi sağladığını bildirmişlerdir. Skřivan et al. (2015), araştırmamızın bulgularından farklı olarak, 14 hafta boyunca (ilk 2 haftası ön dönem) karma yeme ilave edilen 150 mg/kg kadife çiçeği ekstraktının (21.263 mg/kg LU ve 9.649 mg/kg ZE içeren) yumurta verimini önemli düzeyde artırdığını saptamışlardır. Bununla beraber araştırmacılar yem tüketimi ve yemden yararlanmayı etkilemediğini belirtmişlerdir. Çalışma sonuçlarındaki farklılıklar kullanılan renk maddelerinin kaynağı, kullanım oranları ve tek başlarına veya birlikte kullanılmaları ile ilişkili olabilir.

Çalışmada incelenen yumurta kalite kriterlerine bakıldığında, gruplar arasında çeşitli parametreler yönünden farklılıklar bulunmaktadır. Denemenin 15. gününde Lİ grubunda yumurta eni ve ağırlığı K grubuna göre yükselme eğilimi göstermiş, fakat boy olarak benzer bir değişim saptanmamıştır. Grupların 30. gün ölçümlerinde ise birbirine yakın yumurta eni değerleri belirlenmiş, ancak boy ve ağırlık bakımından önemli düzeyde farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.05). K grubuna göre; renk maddesi kullanılan gruplarda boy verilerinde önemli (Lİ ve ZE) veya önemsiz (LU) düzeyde azalmalar belirlenmiş, ağırlık değerlerinde ise benzerlik (Lİ), azalma (ZE) veya artma (LU) eğilimleri gözlenmiştir. Yumurta ağırlığı bulguları Ekiz ve Açıkgöz (2016), Englmaierová and Skřivan (2013) ve Skřivan et al. (2016)'a ait çalışmaların sonuçları ile uyum göstermemektedir. Çalışmada yumurta ağırlığı

bakımından denemenin 15. gününde likopen ve 30. gününde lutein daha etkili olmuştur.

Çalışma sonunda elde edilen yumurta iç kalite kriterleri yönünden gruplar arasında bazı farklılıklar mevcuttur. Denemenin 15. gününde ak eni verileri yemde lutein ve zeaksantin kullanılması ile önemli ölçüde düşüş göstermiştir. Yeme renk maddesi ilavesi ile ak eninde oluşan bu azalma her ne kadar iç kaliteyi yükselten bir değişim gibi gözükse de ak indeksi ve Haugh birimi yönünden önemli bir farklılık oluşturmamıştır. Çalışmanın 30. gününde toplanan yumurtalara ait iç kalite kriterlerinden sarı ve ak yükseklikleri likopen kullanımı ile artış gösterse de yine ak ve sarı indekslerinde önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bunun yanında yumurta kalitesinin açık bir ifadesi olan Haugh birimi likopen kullanımı ile en yüksek değere ulaşmış ve bunu diğer renk maddeleri kullanılan gruplar izlemiştir. Benzer şekilde, bildircin yemine 100 mg Lİ ilave eden Sahin et al. (2006) Haugh biriminin önemli düzeyde arttığını (%85'den %90'a) belirlemişlerdir. Tavukları saf Lİ (20 mg) ve domates tozu (%3) ilaveli yemlerle besleyen Orhan et al. (2021), Haugh biriminde istatistiki olarak önemsiz değişimler (77.44'den 79.55 ve 79.13'e) tespit etmişlerdir. Ekiz ve Açıkgöz (2016) ise yeme 25 mg saf Lİ, LU ve Lİ+LU ilavesinin Haugh birimini önemli düzeyde etkilemediğini bildirmişlerdir. Karma yeme 0, 150, 250 ve 350 mg/kg kadife çiçeği ekstraktı ilave eden Skřivan et al. (2015) gruplar arasında önemli düzeyde farklılıklar saptamamıştır. Haugh birimine ait bu çelişkili bildirişler renk maddelerinin kullanım düzeyindeki farklılıklar ile ilişkili olabilir.

Mevcut çalışmanın sarı rengi verileri incelendiğinde gruplar arasında önemli düzeyde farklılık oluştuğu görülmektedir ($P < 0.05$). DSM Yumurta Sarısı Renk Yelpazesine göre yumurta sarısı rengi bakımından gruplar 15. günde $ZE > LU > Lİ > K$ ve 30. günde $ZE = LU > Lİ > K$ şeklinde sıralanmıştır. İlk 8 gün tavukları beyaz mısır içeren yemle besleyen Titcomb et al. (2019) daha sonra yeme kadife çiçeği tozu ilavesi yaptıklarında 28. günde yumurta sarısı lutein içeriğinin %131 düzeyinde ve zeaksantin konsantrasyonunun %64 oranında yükseldiğini saptamışlardır. Skřivan et al. (2015) yaptıkları çalışmada, yumurtacı tavuk yemlerine ilave edilen kadife çiçeği ekstraktı ve β -apo-8-karotenoid, kantaksantin ile astaksantin karışımının yumurta sarısı renk değerini önemli düzeyde yükselttiğini belirlemişlerdir. Benzer şekilde, Santos-Bocanegra et al. (2004) sentetik ksantofil kullanımının sarı renk skalası değerini yükselttiğini bildirmişlerdir. Englaierová and Skřivan (2013) ise β -apo-8-karotenoid, kantaksantin ve astaksantin karışımının, tek başına luteinden daha fazla sarı renk değerini artırdığını ifade etmişlerdir.

Parlaklık (L^*) ölçümlerinde en yüksek değer 15. günde K grubunda ve 30. günde LU grubunda belirlenmiştir. Lİ ve LU'yu tek başına veya birlikte kullanan Ekiz ve Açıkgöz (2016)'ün yaptığı çalışma sonuçları, mevcut çalışmanın L^* sonuçları ile 15. günde uyuşmakta ancak 30. gün verileri ile benzerlik göstermemektedir. Bu durum, Spasevski et al. (2018) tarafından belirtildiği gibi renk maddesi kaynağına, aralarındaki sinerjik etkiye ve kullanım dozu ile süresine bağlı olabilir. Yumurta sarısı kırmızılık (a^*) değeri çalışmanın 15. gününde renk maddeleri verilen tüm gruplarda önemli düzeyde yükselme ($ZE > Lİ = LU > K$) gösterirken, 30. günde ZE ve Lİ gruplarında anlamlı derecede artmıştır. Bu sonuçlar, kırmızılık üzerine zeaksantin daha kısa sürede etkili olabildiğini, ancak likopenin yumurta sarısında etkisinin gözlenebilmesi için tüketim süresinin uzatılması gerektiğini göstermektedir. Sarılık (b^*) değeri yönünden 15. gün ölçümlerinde gruplar arasında bir farklılık görülmezken, 30. günde LU grubunda yumurta sarısında birikim düzeyine bağlı olarak önemli düzeyde yükseldiği saptanmıştır. Galobart et al. (2004), a^* ve b^* değerlerinde renk maddelerinin kaynağına ve birikim düzeylerine göre önemli düzeyde artış gözlemlemişlerdir.

Mevcut çalışmadan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde yumurtacı tavuk yemlerine ilave edilen likopen, lutein ve zeaksantin Haugh birimi değerini yükselttiği ve bu parametrede likopenin öne çıktığı görülmektedir. Renk maddelerinin yumurta sarı rengini önemli düzeyde koyulaştırdığı ve özellikle luteinin etkisinin kullanım süresi uzadığında daha belirgin olduğu söylenebilir. Kabuk kalınlığı ve mukavemeti gibi parametrelerde bir değişim saptanmamıştır.

Sonuç olarak; çalışmada kullanılan doğal renk maddeleri yumurta sarısı rengini olumlu etkilemiş ve deneme sonunda 12-13 arasında değişen DSM Renk Yelpazesine değerlerine ulaşılmıştır. Bu perspektifte, doğal likopen, lutein ve zeaksantin endüstriyel üretimde gerek standart gerek fonksiyonel yumurta üretiminde kullanılması gıda güvenliği kapsamında tüketici endişelerinin giderilmesi açısından önemlidir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz Z, Soycan Öneç S. 2006. Fonksiyonel yumurta üretimi, Hayvansal Üretim 47(1): 36-46.
- Altan Ö. 2015. Yumurta Oluşumu, Kalitesi ve Biyoaktif Komponentleri. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir. ISBN: 978-605-84400-0-5.
- Anonim. 2004. Yem Analiz Metodları (Tebliğ No:2004/33). Resmî Gazete, 02.09.2004, Sayı: 25571.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

- Breithaupt DE. 2007. Modern application of xanthophylls in animal feeding-a review. *Trends in Food Science & Technology* 18 (10): 501-506. Doi: 10.1016/j.tifs.2007.04.009.
- Chowdhury DS, Hassin BM, Das SC, Rashid MDH, Ferdous AJM. 2008. Evaluation of marigold flower and orange skin as sources of xanthophyll pigments for the improvement of egg yolk color. *Journal of Poultry Science* 45: 265-272. Doi: 10.2141/jpsa.45.265.
- Chung HY, Rasmussen HM, Johnson EJ. 2004. Lutein bioavailability is higher from lutein-enriched eggs than from supplements and spinach in men. *Journal of Nutrition* 134(8):1887-1893. Doi: 10.1093/jn/134.8.1887.
- Doğan N. 2007. Rasyon Likopen İçeriğinin Yumurtacı Tavuklarda Yumurta Verimi, Yumurta Kalite Özellikleri ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı.
- EFSA. 2021. Scientific opinion on the safety and efficacy of canthaxanthin as a feed additive for poultry and for ornamental birds and ornamental fish, Panel on Additives and Products or Substances Used in Animal Feed (FEEDAP). *EFSA Journal* 12(1):3527, 24 pp. Doi:10.2903/j.efsa.2014.3527.
- Eisen EJ, Bohren BB, McKean HE. 1962. The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. *Poultry Science* 41: 1461-1468.
- Ekiz U, Açıkgöz Z. 2016. Yumurtacı tavuklarda yeme likopen, lutein ve vitamin E ilavesinin performans, yumurta kalitesi ve oksidatif stabilite üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 53 (3): 317-324. Doi: 10.20289/zfdergi.390080
- Englmaierová M, Skřivan M. 2013. Effect of synthetic carotenoids, lutein, and mustard on the performance and egg quality. *Scientia Agriculturae Bohemica* 44 (3): 138-143. Doi: 10.7160/sab2013.44030.
- Englmaierová M, Skřivan M, Bubancová I. 2013. A comparison of lutein, spray-dried Chlorella, and synthetic carotenoids effects on yolk colour, oxidative stability, and reproductive performance of laying hens. *Czech Journal of Animal Science* 58 (9): 412-419. Doi: 10.17221/6941-CJAS.
- Galobart J, Sala R, Rincón-Carruyo X, Manzanilla EG, Vilà B, Gasa J. 2004. Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmentation sources. *The Journal of Applied Poultry Research* 13: 328-334.
- Gong X, Smith JR, Swanson HM, Rubin L. 2018. Carotenoid lutein selectively inhibits breast cancer cell growth and potentiates the effect of chemotherapeutic agents through ros-mediated mechanisms. *Molecules* 23 (4):905. Doi: 10.3390/molecules23040905.
- Goodrow EF, Wilson TA, Houde SC, Vishwanathan R, Scollin PA, Handelman G, Nicolosi RJ. 2006. Consumption of one egg per day increases serum lutein and zeaxanthin concentrations in older adults without altering serum lipid and lipoprotein cholesterol concentrations. *Journal of Nutrition* 136 (10): 2519-2524. Doi: 10.1093/jn/136.10.2519
- Granado F, Olmedilla B, Blanco. 2003. Nutritional and clinical relevance of lutein in human health. *British Journal of Nutrition* 90 (3): 487-502. Doi: 10.1079/BJN2003927.
- Grashorn, MA, Steinberg W. 2002. Deposition rates of canthaxanthin in egg yolks. *Archiv für Geflügelkunde* 66 (6), 258-262.
- Gurbuz Y, Yasar S, Karaman M. 2003. Effects of addition of the red pepper from 4th harvest to corn or wheat based diets on egg-yolk colour and egg production in laying hens. *International Journal of Poultry Science* 2 (2): 107-111.
- Haugh RR. 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. *U.S. Egg & Poultry Magazine*, 43: 552-555.
- Heinzl I. 2021. Appetizing eggs with natural pigmentation: The new-generation solution, EW-Nutrition. <https://ew-nutrition.com/appetizing-eggs-natural-pigmentation/> (31.07.2023)
- Kamboj A, Nad S, Tripathi T, Konar U. 2021. Pharmacological effects of lycopene - A review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research* 70(2):305-313. Doi: 10.47583/ijpsr.2021.v70i02.037.
- Karadas F, Grammenidis E, Surai PF, Acamovic T, Sparks NH. 2006. Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. *British Poultry Science* 47(5): 561-566. Doi: 10.1080/00071660600962976.
- Kırkpınar F, Erkek R. 1996. Beyaz mısır ve buğday temeline dayalı karma yemlere ilave edilen bazı doğal ve sentetik renk maddelerinin yumurta sarısının rengi ve verim üzerine etkileri. *Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi* 23: 9-14.
- Kırkpınar F. 1993. Bazı Doğal ve Sentetik Renk Maddelerinin Yumurta Sarısının Rengi ve Verimle İlgili Çeşitli Kriterler Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Kljak K, Carović-Stanko K, Kos I, Janječić Z, Kiš G, Duvnjak M, Safner T, Bedeković D. 2021. Plant carotenoids as pigment sources in laying hen diets: Effect on yolk color, carotenoid content, oxidative stability and sensory properties of eggs. *Foods* 10: 721. Doi: 10.3390/foods10040721
- Kotrbaček V, Skřivan M, Kopecký J, Pěnkava O, Hudečková P, Uhriková I, Doubek J. 2013. Retention of carotenoids in egg yolks of laying hens supplemented with heterotrophic Chlorella. *Czech Journal of Animal Science* 58 (5): 193-200. Doi: 10.17221/6747-CJAS.
- Liu Y, Ni M, Wu R, Yang Z, Zhu X, Chen J. 2022. The level and efficacy of lutein in patients with age-related macular degeneration: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Annals of Translational Medicine* 10(6):299. Doi: 10.21037/atm-22-173
- Ma L, Dou H-L, Huang Y-M, Lu X-R, Xu X-R, Qian F, Zou Z-Y, Pang H-L, Dong P-C, Xiao X, Wang X, Sun TT, Lin X-M. 2012a. Improvement of retinal function in early age-related macular degeneration after lutein and zeaxanthin supplementation: A randomized, double-masked, placebo-controlled trial. *American Journal of Ophthalmology* 154 (4): 625-634. Doi: 10.1016/j.ajo.2012.04.014.
- Ma L, Dou H-L, Wu Y-Q, Huang Y-M, Huang Y-B, Zu X-R, Zou Z-Y, Lin, X-M. 2012b. Lutein and zeaxanthin intake and the risk of age-related macular degeneration: A systematic review and meta-analysis. *The British Journal of*

- Nutrition 107 (3): 350-359. Doi: 10.1017/S0007114511004260.
- Moeller SM, Volland R, Tinker L, Blodi BA, Klein ML, Gehrs KM, Johnson EJ, Snodderly DM, Wallace RB, Chappell RJ, Parekh N, Ritenbaugh C, Mares JA. 2008. Associations between age-related nuclear cataract and lutein and zeaxanthin in the diet and serum in the Carotenoids in the Age-Related Eye Disease Study, an Ancillary Study of the Women's Health Initiative. *Archives of Ophthalmology* 126: 354-364. Doi: 10.1001/archophth.126.3.354.
- Naumann K, Basler R. 1993. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Verlag Neumann - VDLUFA Methodenbuch, Band III., Neudamm, Melsungen, 3. Auflage.
- Nys Y, Guyot N. 2011. Egg formation and chemistry. In: Nys Y, Bain M, Immerseel FV, editors. Improving the safety and quality of eggs and egg products. Woodhead Publishing Ltd. p. 83-132.
- Olsen P. 1996. Canthaxanthin. In: Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants in food, WHO Food. Additives Series 35, WHO, Geneva, Switzerland.
- Olson JB, Ward NE, Koutsos EA. 2008. Lycopene incorporation into egg yolk and effects on laying hen immune function. *Poultry Science* 87: 2573-2580. Doi: 10.3382/ps.2008-00072.
- Orhan C, Kucuk O, Sahin N, Tuzcu M, Sahin K. 2021. Lycopene supplementation does not change productive performance but lowers egg yolk cholesterol and gene expression of some cholesterol-related proteins in laying hens. *British Poultry Science*, 62:2, 227-234, Doi: 10.1080/00071668.2020.1839017
- Ortiz D, Lawson T, Jarrett R, Ring A, Scoles KL, Hoverman L, Rocheford E, Karcher DM, Rocheford T. 2021. Biofortified orange corn increases xanthophyll density and yolk pigmentation in egg yolks from laying hens. *Poultry Science* 100 (7): 101117. Doi: 10.1016/j.psj.2021.101117.
- Perry A, Rasmussen H, Johnson E. 2009. Xanthophyll (lutein, zeaxanthin) content in fruits, vegetables and corn and egg products. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 9-15. Doi: 10.1016/j.jfca.2008.07.006.
- Pitargue FM, Kang, HK, KiL, DY. 2019. Lutein-enriched egg production for laying hens. *World's Poultry Science Journal* 75: 633-645. Doi: 10.1017/S0043933919000552.
- Resmi Gazete, 2014. Yumurtacı Tavukların Korunması ile İlgili Asgari Standartlara İlişkin Yönetmelik. Resmi Gazete, Tarih: 22.11.2014, Sayı: 29183.
- Ribaya-Mercado JD, Blumberg JB. 2004. Lutein and zeaxanthin and their potential roles in disease prevention. *Journal of the American College of Nutrition* 23 (6): 567-587. Doi: 10.1080/07315724.2004.10719427.
- Romanoff AL, Romanoff AJ. 1949. *The Avian Egg*. New York USA, John Wiley & Sons Inc.
- Sahin N, Sahin K, Onderci M, Kartepe M, Smith MO, Kucuk O. 2006. Effects of dietary lycopene and vitamin e on egg production, antioxidant status and cholesterol levels in japanese quail. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences* 19 (2): 224-230. Doi: 10.5713/ajas.2006.224.
- Santos-Bocanegra E, Ospina-Osorio X, Oviedo-Rondon EO. 2004. Evaluation of xanthophylls extracted from *Tagetes erectus* (marigold flower) and *Capsicum sp.* (red pepper paprika) as a pigment for egg-yolks compare with synthetic pigments. *International Journal of Poultry Science* 3 (11): 685-689. Doi: 10.3923/ijps.2004.685.689.
- SAS, 1998. *PC SAS User's Guide: Statistics*. SAS Inst. Cary.
- Skřivan M, Englmaierová M, Skřivanová E, Bubancová I. 2015. Increase in lutein and zeaxanthin content in the eggs of hens fed marigold flower extract. *Czech Journal of Animal Science* 60 (3): 89-96. Doi: 10.17221/8073-CJAS.
- Skřivan M, Marounek M, Englmaierová M, Skřivanová E. 2016. Effect of increasing doses of marigold (*Tagetes erecta*) flower extract on eggs carotenoids content, colour and oxidative stability. *Journal of Animal and Feed Sciences* 25: 58-64 Doi: 10.22358/jafs/65588/2016.
- Spasevski N, Puvača N, Pezo L, Tasić T, Vukmirović Đ, Banjac V, Čolović R, Rakita S, Kokić B, Džinić N. 2018. Optimisation of egg yolk colour using natural colourants. *European Poultry Science/Archiv für Geflügelkunde* 82 (246): 1-17. Doi: 10.1399/eps.2018.246.
- Titcomb TJ, Cook ME, Simon PW, Tanumihardjo SA. 2019. Carrot leaves improve color and xanthophyll content of egg yolk in laying hens but are not as effective as commercially available marigold fortificant. *Poultry Science* 98 (10): 5208-5213. Doi: 10.3382/ps/pez257.
- Wertz K, Siler U, Goralczyk R. 2004. Lycopene: modes of action to promote prostate health. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 430 (1): 127-134. Doi: 10.1016/j.abb.2004.04.023.
- Zaheer K. 2017. Hen egg carotenoids (lutein and zeaxanthin) and nutritional impacts on human health: a review. *Cytajournal of Food* 15 (3): 474-487. Doi: 10.1080/19476337.2016.1266033.



Hayvan Beslemede Rezidüel Yem Tüketimi

Residual Feed Intake in Animal Nutrition

Mahmoud O.A. ELFAKİ* 0000-0002-5951-2962 Ünal KILIÇ 0000-0003-3909-799X

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Samsun

ÖZET

Yemlerin hayvanlar tarafından değerlendirilmesinde kullanılan farklı birimler bulunmakla birlikte, rezidüel yem tüketiminin kullanıldığı çalışmaların oldukça sınırlı olduğu dikkati çekmektedir. Rezidüel yem tüketimi bir hayvanın gerçek yem tüketimi ile onun cüssesine ve büyümesine bağlı olarak beklenen yem tüketimi arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, hayvan beslemede rezidüel yem tüketimine ilişkin mevcut durumu ortaya koymak ve rezidüel yem tüketiminin kullanılabilirliği hakkında bilgi vermektir. Bu bağlamda rezidüel yem tüketiminde fizyolojik temeller, yemin kullanım etkinliğini tanımlamada bazı birimler, rezidüel yem tüketimi hesaplama modelleri, bazı çiftlik hayvanlarında rezidüel yem tüketimi uygulamaları, rezidüel yem tüketimi seçiminin ekonomik ve çevresel faydaları üzerinde durularak konu detaylı olarak ele alınmıştır. Yapılan sınırlı sayıda çalışmada rezidüel yem tüketiminden faydalanılarak hayvan ıslah çalışmalarının yürütülebileceği (hayvan seçimi), aynı verime sahip olan hayvanlar arasında kuru madde tüketimi en az olanların belirlenebileceği ve rezidüel yem tüketimi biriminin kullanılması sayesinde büyüme oranı üzerinde olumlu etkilerin sağlanabileceği bildirilmektedir. Ayrıca rezidüel yem tüketiminin sera gazı emisyonunu azaltmada oldukça önemli katkılar sağlanması bakımından da ruminantlarda tercih edilebilir nitelikte olduğu, hayvan beslemedeki avantajları ve başarılı sonuçlar da dikkate alındığında rezidüel yem tüketimi kullanımının dünya çapında yaygınlaşacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Kuru madde tüketimi, rezidüel yem tüketimi, seleksiyon, yaşama payı, yem etkinliği, yemden yararlanma.

ABSTRACT

Although there are different units used in the evaluation of feed by animals, the studies that used the residual feed intake is noted to be quite limited. Residual feed intake is defined as the difference between an animal's actual feed intake and expected feed intake depending on its size and growth. This study aims to present the current situation regarding residual feed intake in animal nutrition and to provide information about the usability of residual feed intake. In this context, the subject is discussed in detail by focusing on the physiological basis of residual feed intake, some units in defining feed efficiency, residual feed intake calculation models, residual feed intake practices in some livestock, and the economic and environmental benefits of residual feed intake selection. In the limited study conducted on residual feed intake, it is reported that breeding studies can be carried out by using residual feed intake (animal selection), that the animals with the least dry matter intake can be determined among the animals with the same yield, and that positive effects on the growth rate can be achieved by using the residual feed intake unit. In addition, it is thought that residual feed intake can be preferred in ruminants in terms of providing very important contributions to reducing greenhouse gas emissions, and considering the advantages and successful results in animal nutrition, the use of residual feed intake will become widespread worldwide.

Keywords: Dry matter intake, residual feed intake, selection, maintenance, feed efficiency, feed conversion.

Atf: Elfaki, M.O.A., Kılıç, Ü. 2023. Hayvan beslemede rezidüel yem tüketimi. Hayvansal Üretim 64(2): 85-92. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1100009>

Citation: Elfaki, M.O.A., Kılıç, Ü. 2023. Residual feed intake in animal nutrition. Journal of Animal Production 64(2): 85-92. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1100009>

Geliş tarihi (Received): 09.04.2022 Kabul tarihi (Accepted): 29.08.2022

*Sorumlu yazar (correspondence): mahmoudosman03@gmail.com

GİRİŞ

Hayvancılık işletmelerinde amaç en ekonomik yem ve yöntemlerle hayvanları beslemek ve birim hayvansal ürünü en az maliyetle üretmektir. Bu amaçla hayvan beslemede kullanılan rasyon ya da yemlerin etkinlik değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir ve bunun için bazı birimler kullanılmaktadır. Hayvan beslemede yem etkinliğinin belirlenmesinde dünya çapında en yaygın olarak kullanılan birim "yemden yararlanma oranı" olup, ülkemizde de bu birim yaygın kullanılmaktadır. Yem kullanım etkinliği, genellikle tüketilen yemin verime dönüşüm oranı olarak ifade edilir. Yem tüketimi ve yemin kullanım etkinliği, herhangi bir hayvancılık üretim sisteminde genel karlılığı etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Büyüme etkinliği (growth efficiency), yemden yararlanma oranı (YYO) ve yaşama payı etkinliği (maintenance efficiency) gibi bazı özellikler genetik olarak belirlenmiştir (Archer ve ark., 1999). Ancak, yaygın kullanıma rağmen, bu ölçütler genellikle büyüme hızı veya olgun vücut ağırlığı gibi diğer üretim özellikleri ile korelasyon gösterdiği için genetik iyileştirme amaçları için istenmemektedir (Archer ve ark., 1999).

Hayvan yetiştirme hedeflerinde yem etkinliğinin sağlanması ile aynı üretim seviyeleri korunurken, hayvanların daha az yem tüketimine yönelik genetik potansiyelleri ise artmaktadır. Hayvanlarda verim arttıkça daha az kuru madde tükettikleri (KMT), daha az gübre ürettikleri ve %25-30 daha az metan emisyonu gerçekleştirdikleri bilinmektedir (Hegarty ve ark., 2007; Nkrumah ve ark., 2006). Bununla birlikte, yaşama payı gereksinimleri ve yem tüketimleri hayvanlarda bireysel olarak varyasyon göstermektedir (Johnson ve ark., 2003; Richardson ve Herd, 2004). Bu durum, farklı çiftlik hayvanlarında enerji kullanım etkinliğini artırmak için temel oluşturmaktadır. Yıllar boyunca, birçok farklı yemin kullanım etkinliğini (feed efficiency) belirlemek için farklı değerlendirme yolları önerilmiştir. Bunlardan bir tanesi de "rezidüel yem tüketimi (RYT)" olup, Koch ve ark. (1963) tarafından alternatif bir yem kullanım etkinliği olarak hayvanları ayrı ayrı karşılaştırmak için bir yem dönüştürme oranı kullanmanın zorluklarına güzel bir cevap olarak geliştirilmiştir. Rezidüel yem tüketimi bir yem etkinliği ölçüsü olarak, bir hayvanın gerçek yem tüketimi ile onun cüssesine ve büyümesine bağlı olarak beklenen yem tüketimi arasındaki fark olarak tanımlanır. Üretim seviyesinden bağımsızdır ve bu değer ne kadar düşükse, verimlilik de o kadar yüksek olur (Arthur ve Herd, 2008; Green ve ark., 2013). Buna göre RYT aşağıdaki gibi belirlenmektedir.

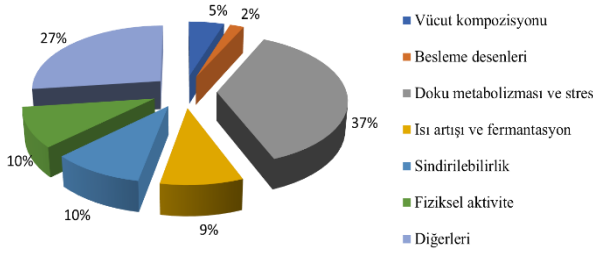
Rezidüel Yem Tüketimi (RYT) = Gerçekleşen yem tüketimi – Beklenen yem tüketimi.

Yüksek verimli hayvanların büyüme ve yaşama payı gereksinimlerine göre beklenenden daha az yem tükettiği, böylece daha verimli hayvanların negatif RYT değerine sahip olduğu; verimliliği düşük olan hayvanların ise pozitif RYT değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Koch ve ark., 1963). Rezidüel yem tüketimi orta derecede kalıtsaldır (Arthur ve ark., 2001). Bu nedenle genetik iyileştirme için iyi bir parametre olup, günümüzde RYT, yem etkinliğini karakterize etmek için daha da istenen bir birim haline gelmiştir.

Bu kapsamda, derlemenin amacı, hayvan beslemede rezidüel yem tüketimine ilişkin mevcut durumu ortaya koymak ve rezidüel yem tüketiminin kullanılabilirliği ve yapılan uygulamalar hakkında bilgi vermektir.

REZİDÜEL YEM TÜKETİMİNDE FİZYOLOJİK TEMELLER

Rezidüel yem tüketiminde beş ana süreç önem taşımakta olup bunlar; yem tüketiminden başka yemin sindirimi, metabolizma (vücut kompozisyonundaki varyasyonla ilişkili ve dâhil olmak üzere anabolizma ve katabolizma), aktivite ve termoregülasyon ile ilişkili süreçleri içermektedir (Richardson ve Herd, 2004). Yapılan çalışmalarda RYT'deki varyasyonun %73'ünün sığırlarda gelişen metabolik süreçler, vücut kompozisyonu, aktivite ve ısı üretiminden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Rezidüel yem tüketiminde meydana gelen varyasyonun dörtte birinden fazlasına neden olan mekanizmalar ise günümüzde hala bilinmemektedir. Basarab ve ark. (2003), Carstens ve ark. (2002) ve Nkrumah ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmalar bu sonuçların bazılarını doğrulamaktadır. Sığır eti için belirlenen sonuçlar, kümes hayvanlarında yapılan önceki çalışmalarla da doğrulanmıştır. Tixier-Boichard ve ark. (2002) tarafından, RYT varyasyonu için ısı üretimi ve vücut bileşiminin en önemli faktörler olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, Richardson ve Herd (2004) RYT'deki varyasyon oranını doku metabolizması ve stres için %37, sindirilebilirlik için %10, ısı artışı ve fermantasyon için %9, fiziksel aktivite için %10, vücut kompozisyonu için %5, besleme desenleri için %2 ve diğerleri için %27 olarak bildirmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Hayvanlar arasındaki RYT'deki değişikliklere katkıda bulunan faktörler (Richardson ve Herd, 2004).

Figure 1. Factors that contribute to variation in RFI between animals (Richardson and Herd, 2004).

YEM KULLANIM ETKİNLİĞİNİ TANIMLAMADA BAZI BİRİMLER

Yemin kullanım etkinliğine ilişkin geliştirilen ve kullanılan çeşitli ölçümler Archer ve ark. (1999) tarafından aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

Yemden Yararlanma Oranı (YYO): Bir birim ağırlık artışı, süt, ya da yumurta vb. ürün elde etmek için tüketilen yem miktarını bildiren oransal değerdir (kg yem: kg süt, kg yem: kg CAA, kg yem: kg yumurta vb.).

Kısmi Etkinlik: Yaşama payı ihtiyacını karşıladıktan sonra artan fazla enerjiyi, büyüme veya ürün açısından depolanmış kimyasal enerjiye dönüştürme yeteneğidir.

Büyüme Etkinliği: Sindirilen yemin bir birim vücut maddesine dönüştürülmesi etkinliği, yani tüketilen yemin ne kadarının hayvanın kütlesinde büyümeye dönüştüğünün ölçüsüdür.

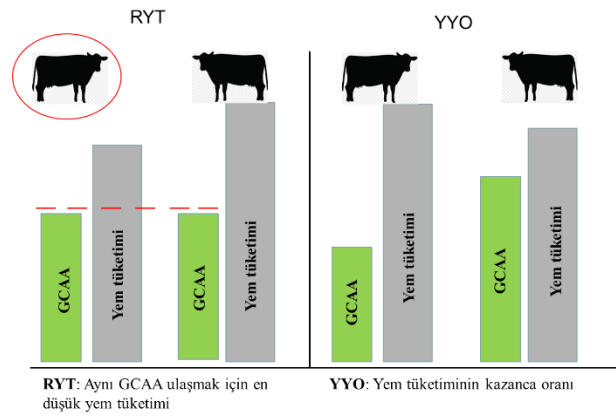
Yaşama Payı Etkinliği: Metabolik vücut ağırlığı başına yaşama payı için metabolize edilebilir enerji tüketimidir.

Rezidüel Günlük Ortalama Canlı Ağırlık Artışı (RGCAA): Bir hayvanın gerçek günlük ortalama canlı ağırlık artışı ile beklenen günlük ortalama canlı ağırlık artışı arasındaki fark olarak tanımlanır.

Şekil 2'de RYT ve YYO arasındaki farklar görülmektedir. Rezidüel yem tüketiminde iki hayvanın gerçek yem tüketimi ile beklenen yem tüketimi arasındaki fark hesaplandığında aynı verim (günlük canlı ağırlık artışı - GCAA) düzeyine ulaşmak için en düşük yem tüketimi olan hayvanın negatif RYT'ye sahip olduğu, yani daha tercih edilebilir nitelikte olduğu görülmektedir.

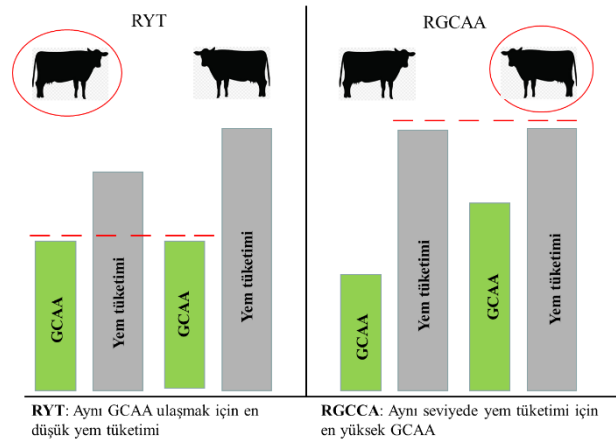
Şekil 3'te de görülen, RGCAA kavramı RYT'ye benzerdir. Genel olarak, RYT aynı verim için hangi hayvanların daha az yem tükettiğini ifade ederken; RGCAA ise aynı miktarda yem tüketimi için hangi

hayvanların daha fazla canlı ağırlık (CA) kazandığını ifade etmektedir. Buna göre, verim seviyesini riske atmadan, yem tüketimini azaltmak da isteniyorsa RYT en iyi seçim ya da seleksiyon aracı olabilir. Yani RYT aynı verim seviyesi için yem tüketimini karşılaştırır ve daha düşük yem tüketimine sahip hayvanları arar, RGCAA ise aynı yem tüketimi seviyesi için GCAA'yı karşılaştırır ve artan GCAA'ya sahip hayvanları aramaktadır. Şekil 3'te görülen grafiğe göre yapılacak değerlendirmede RYT için yapılacak seçimde daha az yem tüketimi gösteren hayvanlar tercih edilirken, RGCAA için yapılacak seçimde en yüksek GCAA gösteren hayvanlar tercih edilmektedir.



Şekil 2. Rezidüel yem tüketimi (RYT) ile yemden yararlanma oranı (YYO) arasındaki fark.

Figure 2. Difference between residual feed intake (RFI) and feed conversion ratio (FCR).



Şekil 3. Rezidüel yem tüketimi (RYT) ve rezidüel günlük ortalama canlı ağırlık artışı (RGCAA) arasındaki fark.

Figure 3. Difference between residual feed intake (RFI) and residual average daily gain (RADG).

REZİDÜEL YEM TÜKETİMİ HESAPLAMA MODELLERİ

Rezidüel yem tüketimi, bireysel veya grup olarak barındırılan hayvanlara sunulan ve reddedilen günlük yemlerin miktarlarının belirlenmesi yanı sıra; GCAA ölçümlerinin de yapıldığı uzun süreli yemleme denemelerinde (en az 70 ila 84 gün) alınan bireysel yemleme kayıtları ile hesaplanmaktadır.

Rezidüel yem tüketimi değerleri belirlenirken, her bir hayvan için günlük bireysel yem tüketimini ölçmek ve kaydetmek gerekir. Bu ölçümleri almak için hayvanların bireysel bölmelerde barındırılması gerekmektedir. Bu nedenle, RYT verilerinin elde edilmesi zahmetli, pahalı ve uzun zaman aldığından kullanımı yeterince yaygınlaşmamıştır (Sainz ve Paulino, 2004).

Deneme bittiğinde elde edilen veriler kullanarak, günlük yem tüketimi (sunulan ve reddedilen yem miktarlarından), aynı dönem için elde edilen GCAA ve vücut ağırlığı hesaplanır. Beklenen yem tüketimi, hayvanların metabolik beden büyüklüğü ($CA^{0.75}$), GCAA ve yem tüketimi verileri kullanılarak doğrusal regresyon ile hesaplanır. Genel istatistik model:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon \quad (1)$$

olup, bu eşitlikte; Y: beklenen kuru madde tüketimi, β_0 : denklem kesme noktası, β_1 ve β_2 denklemin katsayıları, X_1 : orta test metabolik vücut ağırlığı, X_2 : ortalama günlük canlı ağırlık kazancı ve ε : rezidüel (hata) ifade etmektedir. (Orta-test metabolik vücut ağırlığı, bir çalışma veya test süresinin ortasındaki bir hayvanın tahmini veya hesaplanmış vücut ağırlığıdır. Bu ağırlık, metabolik çalışmalarda veya enerji ile ilgili ölçümlerde kullanılır ve farklı hayvanların verilerini karşılaştırmak için standart bir referans noktası sağlar).

Bu tahmin edilen değer, benzer ağırlıklara ve kazanç oranlarına sahip hayvanlar için "ortalama" veya beklenen değer olarak düşünülebilir. Gerçek yem tüketimi ile tahmini yem tüketimi arasındaki fark, rezidüel yem tüketimine karşılık gelir.

Şekil 4'te görüldüğü gibi CA'ya ve canlı ağırlık artışı (CAA)'na göre beklenenden daha az yem tüketen hayvanlar negatif RYT değerine sahiptir, CA'ya ve CAA'ya göre beklenenden daha fazla yem tüketen hayvanlar ise pozitif RYT değerine sahip olmuştur.

1) Rezidüel yem tüketimi ve rezidüel canlı ağırlık artışı modelleri:

a. Rezidüel yem tüketimi modeli: Koch ve ark. (1963). RYT, KMT'ye ve CAA'daki farklılıklara göre aşağıdaki eşitliğe göre belirlenmektedir.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 GCAA_i + \beta_2 OA_i + e_i \quad (1a)$$

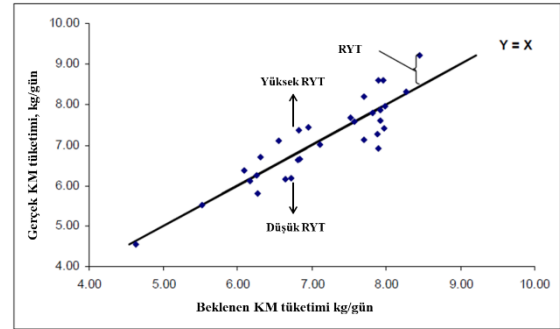
olup, bu eşitlikte; Y_i : hayvanın günlük yem tüketimi, β_0 : regresyon kesimi, β_1 : GCAA ile yem tüketimi kısmi

regresyon katsayısı, β_2 : orta test ağırlığı (OA) ile yem tüketimi kısmi regresyon katsayısı ve e_i : i. hayvanın yem tüketimindeki rezidüel hata olarak ifade edilmiştir.

b. Rezidüel canlı ağırlık artışı modeli: İkinci modelde CAA, KMT ve OA'daki farklılıklara göre aşağıdaki gibi belirlenmektedir (Koch ve ark., 1963).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_2 OA_i + \beta_3 KMT_i + e_i \quad (1b)$$

olup, eşitlikte; Y_i : hayvanın CAA, β_0 : regresyon kesimi, β_2 : OA'da CAA'nın kısmi regresyon katsayısı, β_3 : KMT üzerinde CAA'nın kısmi regresyon katsayısı ve e_i : yemin kullanım etkinliği ölçüsü olan hayvanın CAA'sındaki rezidüel hata olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4. Rezidüel yem tüketimi (RYT), gerçek ve tahmini kuru madde (KM) tüketimleri arasındaki farktır (Sainz ve Paulino, 2004).

Figure 4. Residual feed intake (RFI) is the difference between actual and predicted dry matter (DM) intakes (Sainz and Paulino, 2004).

2) Avustralya besi sığırı modeli: (Archer ve ark., 1997; Arthur ve ark., 2001). Ortalama metabolik orta test ağırlığı (MOA), modele yaşama payı ihtiyaçlarının bir öngörücüsü olarak dâhil edilir ve GCAA, büyümenin bir ölçüsü olarak kullanılır. RYT aşağıdaki modele göre şöyle hesaplanır:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 GCAA_i + \beta_2 MOA_i + e_i \quad (2)$$

Burada; Y_i : hayvanın günlük yem tüketimi, β_0 : regresyon kesimi, β_1 : GCAA'da yem tüketiminin kısmi regresyon katsayısı, β_2 : MOA'da yem tüketiminin kısmi regresyon katsayısı ve e_i : hayvanın yem tüketiminde rezidüel hata.

3) Vücut kompozisyonu ölçümlerini içeren Fransız modeli: Bu modelde, RYT, yem tüketiminin CAA, CA ve vücut kompozisyonu üzerine regresyonuyla hesaplanmaktadır (François ve ark., 2002). Buna göre rezidüel yem tüketimi aşağıdaki modele göre hesaplanır.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 CAA_i + \beta_2 CA_{orta-test,i} + \beta_3 \text{yağ derinliği} + \beta_4 \text{kas derinliği} + e_i \quad (3)$$

Bu eşitlikte; Y_i : i. hayvanın günlük yem tüketimi, β_0 : regresyon kesişimi, β_1 : CAA'da yem tüketiminin kısmi regresyon katsayısı, β_2 : Orta test CA ve yem tüketiminin kısmi regresyon katsayısı, β_3 : ultrason yağ derinliği üzerindeki yem tüketiminin kısmi regresyon katsayısı, β_4 : ultrason kas derinliği üzerindeki yem tüketiminin kısmi regresyon katsayısı e_i : hayvanın yem tüketiminde rezidüel hata.

4) Avustralya besleme standartları modeli: Bu model küçükbaş hayvanlar (keçi ve koyunlar) için kullanılır ve yaşama payı için gereken net enerji (YPNE) ve verim için gereken net enerji (VPNE) miktarlarının hesaplanmasını içermektedir (SCA, 1990). Buna göre, verim için gereken enerji (VPNE, MJ / gün) miktarı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$VPNE = \{BVK \times ((20.3 - R)/1 + \exp(2.4 - 6B)) + (6.7 + R)\} / \text{kg} \quad (4a)$$

Buna göre; BVK (boş vücut kazancı): $0.92 \times CAA$ (kg / gün) (Boş vücut kazancı, hayvanın sindirim içeriği hariç olmak üzere vücut ağırlığındaki artışı ifade eder. Bu ölçüm, hayvanın gerçek doku büyümesini değerlendirmek için sindirim içeriğinin etkilerini dışarıda bırakır),

R (kilo alımı veya kaybı için düzeltme) = $250 \times BVK / (SRA^{0.75}) - 1$. (SRA: standart referans ağırlık) (Standart referans ağırlık, karşılaştırma amaçlı kullanılan belirli bir ağırlık ölçüsüdür. Bu ağırlık, genellikle benzer popülasyonlardaki veya deneylerdeki hayvanların ortalamasından türetilir ve karşılaştırmalar için standart bir referans noktası sağlar),

B (büyüme aşaması): CA / SRA,

kg verim için ME kullanımının etkinliği: $0.042 \times KME + 0.006$. (KME: kuru madde yem enerjisi yoğunluğu).

Yaşama payı için gereken enerji (YPNE, MJ / gün) miktarı ise şu şekilde hesaplanır:

$$YPNE = \frac{K \times 0.28 \times CA^{0.75} \times \exp(-0.03A)}{K_m + 0.1 \times (VPNE)} \quad (4b)$$

Eşitlikte; K: 1.0 (koyunlar ve keçiler için); CA: canlı ağırlık; A: yaş (yıl); ve K_m (yaşama payı için ME kullanımının etkinliği): $0.5 + 0.02 KME$.

Rezidüel yem tüketimi, denklemler kullanılarak hesaplanan yaşama payı ve verim payı gereksinimlerine göre ortalama günlük yem tüketimi (kg KM) ile yem tüketimi için öngörülen değerler arasındaki fark olarak hesaplanır (4a ve 4b).

HAYVAN BESLEMEDE REZİDÜEL YEM TÜKETİMİNİN ÖNEMİ



Rezidüel yem tüketimi; yem tüketiminin iki farklı bileşene ayrılması yani belirli bir üretim seviyesi için yem tüketiminin belirlenmesi ve yemin kalan kısmının

(rezidüel) hayvanlarda yaşama payı gereksinimlerini karşılama kapasitesinin analizine imkân tanıyan, yemlerin kullanım etkinliğinin belirlenmesinde önemli bir ölçüdür (Koch ve ark., 1963).

Aynı yaşama payı enerjisi ve verim payı enerjisi ihtiyacını karşılamak için beklenenden daha fazla yem tüketen hayvanlar yüksek RYT'li hayvanlardır. Düşük rezidüel yem tüketimi değerine sahip olan hayvanlar, yüksek rezidüel yem tüketimi değerlerine sahip olan hayvanlardan daha verimlidir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı rezidüel yem tüketimine sahip sığırların karşılaştırılması (Carstens ve Tedeschi, 2006).

Table 1. Comparison of cattle with different residual feed intake (Carstens and Tedeschi, 2006).

		
	244 kg	243 kg
	0.957 kg/gün	0.979 kg/gün
	681.29 kg	684.47 kg
	778.81 kg	558.82 kg
	+97.52 kg	-125.65 kg

Çizelge 1'de de görüldüğü üzere RYT ekonomik hayvan besleme yapabilmek açısından oldukça önemli bir parametredir. Bu bakımdan RYT'nin farklı tür çiftlik hayvanlarının beslenmesi ve ıslahında kullanılması ve bilimsel çalışmalarda yaygınlaştırılması yapılan sınırlı sayıdaki bilimsel çalışmalarda önerilmektedir.

BAZI ÇİFTLİK HAYVANLARINDA REZİDÜEL YEM TÜKETİMİ UYGULAMALARI

Farklı tür ve verim tipinde RYT kullanımı üzerine yapılan çalışmalar ayrı başlıklar halinde sınıflandırılarak aşağıda verilmiştir.

Besi Sığırlarında Rezidüel Yem Tüketimi

Farklı RYT'ye sahip besi sığırları üzerine yapılan çalışmalarda, beslenme davranışı özelliklerinde bazı farklılıklar olduğu bildirilmiş olup (Lancaster ve ark., 2009; Nkrumah ve ark., 2007), ölçülen özellikler arasında yemleme sıklığı, günlük beslenme süresi, beslenme oranı, öğün büyüklüğü ve yemleme süresi incelenmiştir. Besi sığırları ile yapılan çalışmalarda tahıl ve silaj içeren rasyonlar kullanılmış ve her bir özellik için, RYT'deki varyasyonun %3 ila %24'ünü oluşturan oldukça geniş aralıkta değişken sonuçlar belirlenmiştir

(Lancaster ve ark., 2009; Montanholi ve ark., 2010; Nkrumah ve ark., 2007).

Steyn ve ark. (2014), Güney Afrika Bonsmara ırkı sığırlarda rezidüel yem tüketimi kullanarak yaptıkları seleksiyon sonucunda büyüme, canlı ağırlık etkilenmeksizin günlük yem tüketiminin azaldığını bildirmişlerdir.

Smith ve ark. (2010), yemin kullanım etkinliğini ölçmek için Angus besi sığırlarında RYT'yi incelemiş ve düşük RYT değerine sahip boğaların daha az yem tükettiğini, GCAA bakımından farklılık olmadığını bildirmiştir. Bu durum, sığırlarda büyüme oranını değiştirmeden yem girdilerinin azalmasıyla sonuçlanmıştır.

Süt Sığırlarında Rezidüel Yem Tüketimi

Süt sığırları arasında RYT bakımından genetik varyasyon varsa, daha düşük RYT'ye sahip olan hayvanların seçilmesi karlılığı artırabilir. Green ve ark. (2013), sütçü düvelerde RYT ve beslenme davranışı arasındaki ilişkileri incelemiş ve yemleme davranışının sütçü düvelerde RYT ile güçlü bir şekilde ilişkili olmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar tarafından RYT için farklı gruplara bakıldığında, en verimli bulunan hayvanların daha az öğünde, daha az ve daha yavaş yem tükettikleri, öğünün uzunluğunun arttığı, beslenmeye daha az zaman harcadıkları ve yeme düzenlerini en az verimli olan hayvanlara göre gün içinde daha eşit bir şekilde yayma eğiliminde oldukları da bildirilmiştir.

Williams ve ark. (2011), güney Avustralya'daki Holstein-Friesian düvelerinde RYT'deki varyasyonu incelemiş ve süt düvelerinin RYT değerlerinde önemli bir varyasyon olduğunu ve bu varyasyonun büyüklüğünün ekonomik açıdan önemli olduğunu bildirmiştir.

Koyunlarda Rezidüel Yem Tüketimi

Redden ve ark. (2013), koyunların büyüme etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında sınırlı miktarda yemle beslenen düşük RYT'li hayvanlarda KMT miktarı bakımından %15'lik bir düşüş gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada koyunlar, serbest yemleme koşullarında pelet haline getirilmiş diyetlerle ayrı ayrı beslenmiş olup, kısıtlı besleme koşulları altında ise CA ve GCAA verilerine göre; düşük RYT gösteren koyunların orta RYT gösterenlerden daha verimli olduğu ve yüksek RYT gösterenlerden ise daha verimli olma eğiliminde oldukları bildirilmiştir. Araştırmada, KMT'den bağımsız olarak koyunlarda yağ birikimi oranlarının RYT sınıflandırmasına katkıda bulunan bir mekanizma olabileceği belirtilmiş olup, bu veriler, RYT'nin koyunculukta üretim verimliliğini artırabileceğine dair umut vermektedir.

Mandalarda Rezidüel Yem Tüketimi

Subhashchandra Bose ve ark. (2014), yem etkinliği bakımından seleksiyon aracı olarak rezidüel yem tüketimi kullanımının Murrah ırkı manda malaklarında yem tüketimi, performans ve besin madde kullanımı ile ilişkisini incelemiştir. Çalışmada düşük RYT değerinin mandaların performansı üzerinde herhangi bir olumsuz etkiye yol açmadan yem tüketimi ve yem maliyetini önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir. Mandalarda RYT kullanımının hayvan seçiminde umut verici olması yanında daha büyük hayvan örnekleriyle çalışmalar yürütülmesi tavsiye edilmekle birlikte rezidüel yem tüketiminin, büyüme özelliklerinden bağımsız olması ve diğer verimlilik ölçülerine göre çok daha sağlam bir kriter olması bakımından verimli mandaların seçiminde dikkate alınması önerilmektedir.

Kanatlılarda Rezidüel Yem Tüketimi

Yemden yararlanma oranı hesaplamalarındaki bazı hataları telafi etmek için RYT, 1970'lerden beri yumurtacı tavuklarda bir üretim performansı değerlendirme indeksi olarak kullanılmaktadır. Kümes hayvanlarının toplam enerjisini verim payı enerjisi ve yaşama payı enerjisine bölerek belirlenen RYT sayesinde, metabolik farklılıkların genetik geçmişlerine göre belirlendiği bireyler arasındaki farklılıkların, doğru bir şekilde belirlenebildiği bildirilmektedir (Arthur ve ark., 2001).

Yüksek RYT'li bireylerin yem tüketiminin daha yüksek olması nedeniyle RYT'nin negatif bir seçim özelliği olarak kullanılması durumunda düşük yem tüketimine ve yüksek üretkenliğe sahip bir popülasyon üretme olasılığı daha fazla olacaktır (Yi ve ark., 2018).

Diğer hayvancılık sektörlerinde olduğu gibi, kümes hayvanları endüstrisini de karlı hale getirmek için yem israfı önlenmeli ve hayvan beslemede yemin kullanım etkinliği dikkate alınmalıdır. Verim etkinliğini değerlendirmek için kullanılan başlıca kriterler RYT ve YYO'dur. Prakash ve ark. (2020), yaptığı çalışmada hem RYT'nin hem de YYO'nun orta derecede kalıtsal olması dolayısıyla 5. hafta veya piyasa çağında bu özelliklere dayalı kanatlı hayvan seçiminin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, hem RYT hem de YYO'ya göre seçim yapılması, büyüme oranını riske atmadan yem tüketiminin azalmasına neden olmuştur. Düşük RYT değerine sahip olan kanatlıların daha iyi yem kullanım etkinliğine sahip olması beklenir ve kanatlı üretiminde maliyetlerin düşmesine yardımcı olabilir.

REZİDÜEL YEM TÜKETİMİ SEÇİMİNİN EKONOMİK VE ÇEVRESEL FAYDALARI

Hayvancılık işletmelerinde rezidüel yem tüketimi seçiminden elde edilecek potansiyel ekonomik faydayı değerlendirirken, sadece hayvan yetiştirme aşamasına

değil, üretim döngüsünün tüm aşamalarına odaklanılmalıdır. Archer ve ark. (2002), sütten kesim sonrası RYT'nin ergin ineklerin yem tüketimi ile yüksek oranda (genetik olarak) ilişkili olduğunu bildirmesine rağmen; büyüme ve vücut kompozisyonu özellikleriyle zayıf bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Arthur ve ark. (2005), sütten kesim sonrası RYT için 1 ila 2.5 generasyon için farklı şekilde seçilen bir sığır sürüsünde annelerin üretkenliğinde önemli bir farklılık olmadığını bildirmektedir.

Bu sonuçlar, bir bütün olarak değerlendirildiğinde üretim sistemi bağlamında sağlanacak ekonomik faydanın değerlendirmesinin, yemin kullanım etkinliği özelliği RYT olduğunda muhtemelen daha kolay olacağını göstermektedir.

Yemin kullanım etkinliği ölçümleri arasında RYT, hayvanın yaşama payı için gereken enerji gereksinimini hesaba kattığı için avantajlı görünmektedir. Buna göre düşük RYT'ye dayalı seçim yapıldığında, hayvanların günlük canlı ağırlık artışına karşılık tüketecekleri kuru madde miktarı azalmaktadır. Hayvanlarda RYT'yi vücut ağırlığı gibi diğer büyüme parametreleriyle birlikte bir seçim indeksi olarak dâhil etmek, hayvansal üretimi kesinlikle ekonomik hale getirebilir. Rezidüel yem tüketimi seçiminden beklenen faydaların çoğu doğası gereği ekonomiktir, ancak son değerlendirmeler çevresel sürdürülebilirlikteki faydaları göstermiştir. Nitekim tarım sektörü, ülkeden ülkeye farklılık gösteren katkısının büyüklüğü ile dünya çapında bir sera gazı emisyonu kaynağıdır. FAO raporu, küresel olarak hayvancılığın sera gazı emisyonlarının yüzde 18'inden sorumlu olduğunu tahmin etmektedir (Steinfeld ve ark., 2006). Bu bağlamda yapılan son çalışmalar, düşük RYT'li (yüksek verimli) sığır seçiminin, metan emisyonlarını %15-30 ve gübre üretimini %15-20 azaltacağını göstermiştir (Hegarty ve ark., 2007; Nkrumah ve ark., 2006). Bu durum ruminant beslemede düşük RYT seçimini kullanma potansiyelini ve fırsatını vurgulamaktadır. Böylece sera gazı emisyonunun azaltılmasında önemli bir ilerleme elde edilmesinin yanında ruminantlarda rasyonla gelen enerjinin bu yolla israfı da engellenmiş olacaktır.

SONUÇ

Yemlerin kullanım etkinliğini artırmak, verim miktarını ve özelliklerini riske atmadan üretim maliyetini düşürmek hayvan yetiştiricileri açısından karlılığı sağlamada oldukça önemlidir. Yem maliyetini ve buna bağlı olarak hayvansal üretim maliyetini düşüren ve karlılığı artıran RYT'ye göre hayvan seçimi yapmak ve yemleme uygulamaları geliştirmek bu bakımdan önem taşımaktadır. Ayrıca sera gazı emisyonunu azaltmada oldukça önemli katkılar sağlanması bakımından da RYT'nin ruminantlarda kullanımı tercih edilebilir

niteliktedir. Kanatlı hayvan beslemedeki avantajları ve başarılı sonuçlar da dikkate alındığında RYT kullanımı tüm dünya çapında geniş uygulama alanı bulacak şekilde yaygınlaştırılmalıdır.

Bununla birlikte pahalı olması, uzun zaman alması ve zahmetli olması gibi bazı dezavantajlara da sahip olan bu değerlendirme yönteminin hayvan beslemede kullanımı bir bütün halinde değerlendirildiğinde özellikle çok sayıda hayvana sahip bütün hayvancılık işletmeleri için tavsiye edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Archer JA, Arthur PF, Herd RM, Parnell PF, Pitchford WS. 1997. Optimum postweaning test for measurement of growth rate, feed intake and feed efficiency in British breed cattle. *Journal of Animal Science* 75(8):2024-2032. <https://doi.org/10.2527/1997.7582024x>
- Archer JA, Reverter A, Herd RM, Johnston DJ, Arthur PF. 2002. Genetic variation in feed intake and efficiency of mature beef cows and relationships with postweaning measurements. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. August 19-23, 2002. Montpellier, France. Communication N°10-07.
- Archer JA, Richardson EC, Herd RM, Arthur PF. 1999. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. *Australian Journal of Agricultural Research* 50(2):147. <https://doi.org/10.1071/A98075>
- Arthur JPF, Herd RM. 2008. Residual feed intake in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37(Special issue):269-279. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300031>
- Arthur PF, Archer JA, Johnston DJ, Herd RM, Richardson EC, Parnell PF. 2001. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in Angus cattle. *Journal of Animal Science* 79(11):2805. <https://doi.org/10.2527/2001.79112805x>
- Arthur PF, Herd RM, Wilkins JF, Archer JA. 2005. Maternal productivity of Angus cows divergently selected for postweaning residual feed intake. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 45(8):985. <https://doi.org/10.1071/EA05052>
- Basarab JA, Price MA, Aalhus JL, Okine EK, Snelling WM, Lyle KL. 2003. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 83(2):189-204. <https://doi.org/10.4141/A02-065>
- Carstens GE, Theis CM, White MB, Welsh Jr TH, Warrington BG, Randel RD, Forbes TDA, Lippke H, Greene LW, Lunt DK. 2002. Residual feed intake in beef steers: I. Correlations with performance traits and ultrasound measures of body composition. In *Proceedings-American Society of Animal Science Western Section* 53:552-555.
- Carstens GE, Tedeschi LO. 2006. Defining feed efficiency in beef cattle. In *Proceedings of Beef Improvement Federation 38th Annual Research Symposium and Annual Meeting*, Choctaw, Mississippi, April 2006, s. 12-21.

- François D, Bibé B, Bouix J, Brunel JC, Weisbecker JL, Ricard E. 2002. Genetic parameters of feeding traits on meat sheep. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. August 19-23, 2002. Montpellier, France. 7:19-23.
- Green TC, Jago JG, Macdonald KA, Waghorn GC. 2013. Relationships between residual feed intake, average daily gain, and feeding behavior in growing dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 96(5):3098-3107. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6087>
- Hegarty RS, Goopy JP, Herd RM, McCorkell B. 2007. Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. *Journal of Animal Science* 85(6):1479-1486. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-236>
- Herd RM, Oddy VH, Richardson EC. 2004. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 1. Review of potential mechanisms. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44(5):423. <https://doi.org/10.1071/EA02220>
- Johnson JL, Lee RP, Saini A, Grohmann B. 2003. Market-focused strategic flexibility: conceptual advances and an integrative model. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 31(1):74-89. <https://doi.org/10.1177/0092070302238603>
- Koch RM, Swiger LA, Chambers D, Gregory KE. 1963. Efficiency of feed use in beef cattle. *Journal of Animal Science* 22(2):486-494. <https://doi.org/10.2527/jas1963.222486x>
- Lancaster PA, Carstens GE, Ribeiro FRB, Tedeschi LO, Crews DH. 2009. Characterization of feed efficiency traits and relationships with feeding behavior and ultrasound carcass traits in growing bulls. *Journal of Animal Science* 87(4):1528-1539. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1352>
- Montanholi YR, Swanson KC, Palme R, Schenkel FS, McBride BW, Lu D, Miller SP. 2010. Assessing feed efficiency in beef steers through feeding behavior, infrared thermography and glucocorticoids. *Animal* 4(5):692-701. <https://doi.org/10.1017/S1751731109991522>
- Nkrumah JD, Basarab JA, Wang Z, Li C, Price MA, Okine EK, Crews DH, Moore SS. 2007. Genetic and phenotypic relationships of feed intake and measures of efficiency with growth and carcass merit of beef cattle. *Journal of Animal Science* 85(10):2711-2720. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-767>
- Nkrumah JD, Okine EK, Mathison GW, Schmid K, Li C, Basarab JA, Price MA, Wang Z, Moore SS. 2006. Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *Journal of Animal Science* 84(1):145-153. <https://doi.org/10.2527/2006.841145x>
- Prakash A, Saxena VK, Singh MK. 2020. Genetic analysis of residual feed intake, feed conversion ratio and related growth parameters in broiler chicken: a review. *World's Poultry Science Journal* 76(2):304-317. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1735978>
- Redden RR, Surber LMM, Grove AV, Kott RW. 2013. Growth efficiency of ewe lambs classified into residual feed intake groups and pen fed a restricted amount of feed. *Small Ruminant Research* 114(2-3):214-219. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.07.002>
- Richardson EC, Herd RM. 2004. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 2. Synthesis of results following divergent selection. Cooperative Research Centre for Cattle and Beef Quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44:431-440.
- Sainz RD, Paulino PV. 2004. Residual Feed Intake. Sierra Foothill Research and Extension Center, 1-4.
- Standing Committee on Agriculture (SCA), 1990. Feeding standards for Australian livestock. Ruminants. (CSIRO East Melbourne).
- Smith SN, Davis ME, Loerch SC. 2010. Residual feed intake of Angus beef cattle divergently selected for feed conversion ratio. *Livestock Science* 132(1-3):41-47. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.04.019>
- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar TD, Castel V, Rosales M, Rosales M, de Haan C. 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture Org. ISBN 978-92-5-105571-7
- Steyn Y, Van Marle-Köster E, Theron HE. 2014. Residual feed intake as selection tool in South African Bonsmara cattle. *Livestock Science*, 164(1):35-38. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.03.007>
- Subhashchandra Bose BK, Kundu SS, Tho NTB, Sharma VK, Sontakke UB. 2014. Residual feed intake as a feed efficiency selection tool and its relationship with feed intake, performance and nutrient utilization in Murrah buffalo calves. *Tropical Animal Health and Production* 46(4):615-621. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0536-2>
- Tixier-Boichard M, Bordas A, Renand G, Bidanel JP. 2002. Residual food consumption as a tool to unravel genetic components of food intake. Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France, August, 2002. pp :10-18.
- Williams YJ, Pryce JE, Grainger C, Wales WJ, Linden N, Porker M, Hayes BJ. 2011. Variation in residual feed intake in Holstein-Friesian dairy heifers in southern Australia. *Journal of Dairy Science* 94(9):4715-4725. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4015>
- Yi Z, Li X, Luo W, Xu Z, Ji C, Zhang Y, Nie Q, Zhang D, Zhang X. 2018. Feed conversion ratio, residual feed intake and cholecystokinin type A receptor gene polymorphisms are associated with feed intake and average daily gain in a Chinese local chicken population. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 9(1):1-9. <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0261-1>



Derleme

Review

Mısır ve Buğday Glütenuinin Ruminant Beslemede Kullanımı

Use of Corn and Wheat Gluten in Ruminant Nutrition

Mazhar Burak CAN*  0000-0001-5248-1369

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Erzurum.

ÖZET

Hayvancılık temel ürünleri (et, süt ve yumurta) hızla artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamasının yanı sıra elde edilen yan ürünler tekstil, deri ve sanayi sektörlerine kaynak sağlamaktadır. Son yıllarda yem hammaddelerinden rendering ürünlerin (kan unu, et unu, kemik unu vb.) yasaklanmasından sonra bitkisel kökenli protein kaynaklarının önemi artmıştır. Hayvansal ürünlere talebin artmasına bağlı olarak yem üretimi de doğrusal yönlü artış göstermektedir. Soya küspesi, ayçiçeği küspesi, kolza küspesi ve aspir küspesi gibi protein oranı yüksek ve güvenilir bitkisel kaynaklar sıklıkla hayvan beslemede kullanılmaktadır. Ancak bitkisel kökenli protein kaynaklarının kısıtlı olması hem mevcut kaynakların hızla tükenmesine hem de alternatif protein kaynak arayışına neden olmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de protein kaynağı yem hammaddelerinin başında soya küspesi, ayçiçeği küspesi, pamuk tohumu küspesi ve mısır glütenui gelmektedir. Ayçiçeği küspesi ülkemizde yaygın şekilde üretilmesine rağmen aminoasit profili yüksek verim özelliğine sahip hayvanların protein ihtiyacını karşılayacak seviyede olmadığı için özellikle soya küspesi gibi protein kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Soya küspesi protein ve lizin bakımından zengin, biyolojik değerliliğinin yüksek olması nedeniyle büyükbaş, küçükbaş, kanatlı ve pet hayvanlarının beslenmesinde önemli bir protein kaynağıdır. Fakat ülkemizde toprak, iklim ve coğrafi koşullar buğday ve mısır gibi birçok ürünün yetiştirilmesi için uygun olmasına rağmen ortam şartlarına yeterli adaptasyon sağlayamadığı için soya bitkisi üretimi yetersiz kalmaktadır. Buğday, mısır, arpa ve çavdar gibi tahıl tanelerinin işlenerek nişasta, kabuk ve diğer kısımlarının ayrılması ile geride kalan protein yapısındaki maddeler glütenui yapılarını oluşturmaktadır. Hayvancılık işletmelerinin giderlerinin ortalama %60-70'ini yem masrafları oluşturmaktadır. Yem hammaddelerinin kalitesi hayvanların tüketimi sonucunda performans parametrelerindeki değişimlerle ortaya çıkmaktadır. Bu makalenin amacı mısır ve buğday glütenuinin ruminantlarda kullanımı ile ilgili bilgileri derlemektir.

Anahtar kelimeler: Mısır, buğday, glütenui, ruminant, besleme.

ABSTRACT

Livestock basic products (meat, milk, and eggs) meet the food needs of the rapidly increasing world population, as well as the by-products obtained provide resources to the leather, textile, and industrial sectors. In recent years, after the prohibition of rendering products (blood meal, meat meal, bone meal, etc.) in feed raw materials, the importance of plant-based protein sources has increased. Depending on the increase in demand for animal products, feed production also shows a linear increase. Reliable and high plant sources of protein such as soybean meal, sunflower meal, rapeseed meal, and safflower meal are frequently used in animal nutrition. However, the limited sources of plant-based protein cause both the rapid depletion of existing sources and the search for alternative protein sources. Soybean meal, sunflower meal, cottonseed meal, and corn gluten are the leading feed raw materials as protein sources in our country, as well as all over the world. Although sunflower meal is widely produced in our country, protein sources such as soybean meal are needed because their amino acid profile is not at a level to meet the protein needs of high-productive animals. Soybean meal is an important protein source in the nutrition of cattle, ovine, poultry, and pet animals due to its high biological value and rich in protein and lysine. However, although the soil, climate, and geographical conditions in our country are suitable for the cultivation of many products such as wheat and corn, soybean plant production is insufficient because it cannot provide sufficient adaptation to environmental conditions. The gluten structure is formed by the processing of grains such as wheat, corn, barley, and rye, and the separation of starch, shell, and other parts, and the remaining protein-like substances. Feed costs constitute 60-70% of the expenses of livestock enterprises. The quality of feed raw materials is revealed by the changes in performance parameters as a result of the consumption of animals. The purpose of this article is to compile information about the use of corn and wheat gluten in ruminants.

Keywords: Corn, wheat, gluten, ruminant, nutrition.

Geliş tarihi (Received): 23.07.2023 Kabul tarihi (Accepted): 05.01.2024

*Sorumlu yazar (correspondence): drmazharburakcan@gmail.com

Atf: Can, M.B. 2023. Mısır ve buğday glüteninin ruminant beslemede kullanımı. *Hayvansal Üretim* 64(2): 93-102. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1331751>

Citation: Can, M.B. 2023. Use of corn and wheat gluten in ruminant nutrition. *Journal of Animal Production* 64(2): 93-102. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1331751>

GİRİŞ

Geçmişten günümüze insanların beslenme alışkanlığının zamanla değişmesine rağmen tahıl ürünleri halen en önemli besin kaynağını oluşturmaktadır. Tahıllar aynı zamanda çiftlik hayvanlarının da beslenmesinde kullanılan bitkisel kaynaklı hammaddelerin temelini oluşturmaktadır. Yağlı tohumlar ise yem üretimi, arı yetiştirme, ilaç, kozmetik, dezenfektan ve biyodizel üretimi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ayçiçeği, soya, kolza ve aspir gibi yağlı tohumlu bitkilerde yağın ayrıştırılması sonucu geriye kalan küspede hem protein oranının yüksek hem de esansiyel aminoasit içeriğinin zengin olması hayvan beslemede önemini artırmaktadır. Ülkemizde en fazla yetiştirilen yağlı tohum bitkisi ayçiçeğidir. Ancak soya küspesi diğer yağlı tohumlara kıyasla sindirilebilirlik düzeyi, lezzet ve aminoasit profili yönünden daha yüksek biyolojik değeriyle sahiptir. Bu nedenle hayvan beslemede soya küspesi kullanımı öne çıkmasına rağmen üretim miktarı çok düşük olduğundan kaliteli yem ihtiyacını karşılayabilmek için ithal edilmektedir. Geçmiş yıllarda protein oranını dengelemek için kullanılan rendering ürünlerin yasaklanması ile özellikle yağlı tohum ve küspelerin hayvan beslemede kullanım miktarlarında artış meydana gelmiştir (İpçak ve ark., 2018). Nüfus artışı ile beraber hayvansal ürün ihtiyacının karşılanması için ucuz ve güvenilir, protein oranı yüksek bitkisel kaynaklı yem hammaddelerinin arayışı hız kazanmıştır.

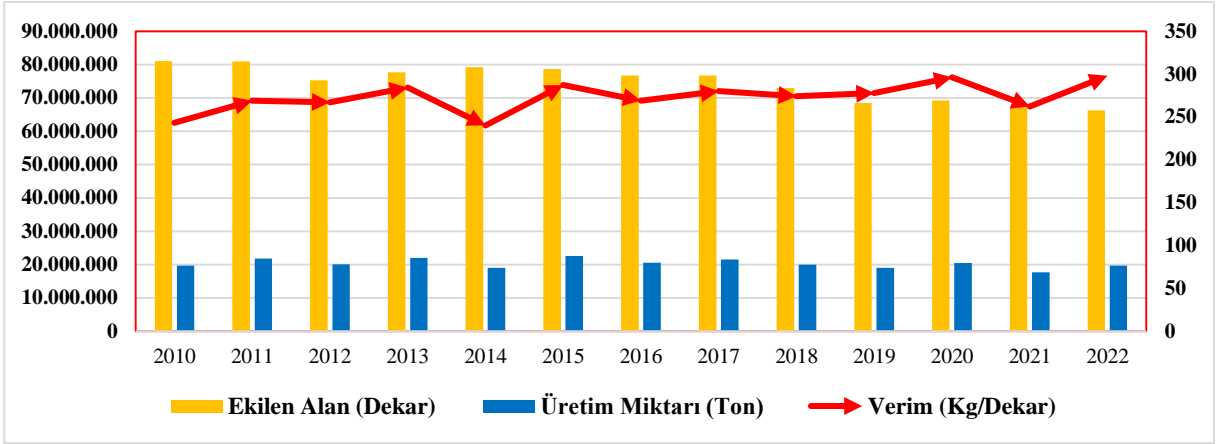
En eski proteinlerden biri olduğu bilinen glüten, 1745 yılında Jacopo Beccari'nin "De Frumento" adlı makalesinde incelenmesinin ardından kimyagerler tarafından unlu mamullerdeki rolü önem kazanmıştır (Beccari, 1745'e atfen Bailey, 1941). Küresel dünyada glüten içerikli gıdalar yaygın şekilde tüketime sunulmakta olup özellikle ılıman iklim bölgesinde yer alan insanlar için temel besin öğelerinin üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır (Kızılaslan, 2004; Peng ve ark., 2011). Glüten, buğday, mısır, arpa ve çavdar gibi tahıl tanelerinin işlenmesinden sonra nişasta ve diğer kısımlarının ayrılması sonucu geride kalan protein yapısındaki maddelerdir. Buğday ununda yer alan glüten proteinleri ekmek, makarna, unlu mamuller ve

fırıncılık ürünlerinin en önemli öğesidir. Ancak mısır glüteninin fonksiyonel yapısı çok farklıdır. Ticaret sektöründe mısır nişastasının izole edilmesinden sonra kalan protein kompleks bileşikleri için de glüten terimi kullanılmaktadır. Glüten depo proteini olarak fonksiyon göstermekte olup arpada "Hordein", çavdarda "Secalin", yulafta "Avenin", mısırdaki ise "Zein" gibi farklı isimler almaktadır (Shewry, 2019). Glüten gıdalarda katkı maddesi olarak bağlayıcı, ısıya dayanıklı ve uzatıcı fonksiyona sahip olduğundan kritik öneme sahiptir. Glütenin gıdalarda yüksek su tutma kapasitesi ve suyu hızlı bir şekilde absorbe etme yeteneği daha uzun raf ömrü ve verim artışı sağlamaktadır. Aynı zamanda gıda ürünlerinde son ürün kalitesinin belirlenmesi ve ekmeğin mayalanması esnasında ortaya çıkan karbondioksitin tutulmasını sağlayan viskoelastik özellik gibi birçok farklı işleve sahiptir (Dizlek, 2013).

Buğday Glütene

Buğday insan gıdası olarak kullanılmasının yanı sıra yem sektörünün de temelini oluşturmaktadır. Birçok çeşidi bulunan buğdayın farklı iklim ve toprak koşullarında yetiştirilebilmesi hemen hemen her coğrafyada tarımının yapılabilmesini sağlamaktadır. Buğday küresel ölçekte ve ülkemizde ekonomik, beslenme, sosyal ve kültürel yönden önemli bir tarla bitkisidir. Dünya nüfusunun besin ihtiyacının yaklaşık %35'ini, günlük kalorisinin ise %20'sini karşılamaktadır (Kaya ve ark., 2015). Dünya çapında buğday glütene üretimi 1980-2008 yılları arasında 10 kat artarak 850 000 tona ulaşmıştır. Bu miktar üretim için, dünyadaki yıllık buğday üretiminin yaklaşık %1-2'si kullanılmaktadır. Ancak glüten üretimi için kullanılan buğdayın yüzdesi coğrafi bölgeler ve ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Mesela Avustralya'da elde edilen buğday ununun yaklaşık %26'sı glüten üretimi için kullanılmaktadır (Day, 2011). Avustralya aynı zamanda önemli bir glüten ihracatçısıdır (Boland ve ark., 2005).

Ülkemizde buğdayın son 10 yıla ait ekilen alan (dekar), üretim miktarı (ton) ve verim (kg/dekar) istatistikleri Şekil 1'de verilmiştir (TÜİK, 2023).



Şekil 1. Türkiye’de son 10 yıla ait buğday üretim ve verim grafiği (TÜİK, 2023).

Figure 1. Wheat production and yield graph for the last 10 years in Türkiye (TÜİK, 2023).

Buğday tanesi %10-15’i albümin ve globülin, %85-90’ı ise glutenden oluşan %8-15 oranında proteine sahiptir. Buğday gluteninin yapısında %94 kuru madde (KM), %85 ham protein (HP), %0.7 ham selüloz (HS), %1 ham kül (HK) bulunmaktadır ve ruminantlar için 4130 kcal/kg metabolik enerji değerine sahiptir (Sauvant ve ark., 2017). Yüksek besin değerleri, teknolojik fonksiyonları ve uzun raf ömrüne sahip olması temel gıda maddeleri arasında sık olarak tercih edilmesini sağlamaktadır. Buğday geniş adaptasyon yeteneği sayesinde küresel ölçekte çok fazla yer bulmasına rağmen esasen buğday ununun sahip olduğu fonksiyonel özellikler sayesinde geniş kullanım alanına sahiptir. Buğdayın yüksek verim ve uyum yeteneğinin başarısına olan katkısında en büyük faktör buğday unundan elde edilen hamurun benzersiz özellikleri ile açıklanabilir. Glüten proteinleri hamurda sürekli bir ağ oluşumu sağlayarak viskoziteyi ve ekmek yapımı için gerekli yapışkanlığı sağlamaktadır. Buğday gluteninin su tutma kapasitesi ve sıcaklığın etkisiyle sertleşerek elastik bir yapı oluşturabilme fonksiyonu göstermesi birçok gıda ve gıda dışı uygulamada sıklıkla yer bulmasını sağlamaktadır. Son zamanlarda endüstriyel fabrikalarda üretilen gıdalara olan talebin artması ile özellikle bitkisel kaynaklı proteinlere olan talep artmaktadır. Fırıncılık ürünleri, pet hayvanları için mama üretimi ve yem endüstrisi gibi birçok sektörde buğday gluteni yer bulmaktadır. Özellikle pastane ve unlu mamuller ile ilgili alanlarda protein içeriği düşük olan buğdayların protein miktarının artırılması, unun kalitesini güçlendirmek ve yükseltmek için kullanılmaktadır. Buğday gluteninin ikinci olarak en sık kullanıldığı alan kedi ve köpek yemi endüstrisidir. Bu sektörde gluten, suyu emme ve yağ bağlama özellikleri ile verim ve kaliteyi artırmasının yanı sıra tekrardan

şekil almış et ve et parçaları için bağlayıcı madde olarak kullanılmaktadır. Düşük miktarlarda buğday gluteninin et ürünlerinin pişirilmesi esnasında eklenmesi etin bağlanmasını sağlayarak pişirme sırasında kaybolabilecek suların absorpsiyonunda görev alır (Day, 2011). Bu sayede et ve et ürünleri için bağlayıcı özelliği verimin artırılmasını sağlamaktadır.

Un, tuzlu su ile reaksiyona girdiğinde nişasta, albümin ve globulin proteinleri ayrışır ve kalan kısım yaş öz olarak adlandırılır. “Gliadin” ve “glütenin” proteinleri suyu absorbe ederek gluten kompleks yapısını oluşturmaktadır. Yaş özün kurutulması ile elde edilen kuru özün içerisinde %43 gliadin, %39 glutenin, %6.4 nişasta, %2.8 lipit ve %4.4 oranında diğer proteinler bulunmaktadır (Vakar, 1961). Buğday tanesinin içerisinde ortalama %5.4 gluten yer almaktadır. Prolaminler buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarda depo proteini olarak bulunmaktadır. Prolaminler alt sınıfında yer alan glutenin niteliği ve miktarı buğdayda kalitenin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Gluten proteininin oluşumunda yer alan “gliadin”in uzayabilirlik, “glütenin”in ise ekmek yapımında hamura esneklik sağlama fonksiyonu bulunduğu kabul edilmektedir. Gıda sektöründe yeni ürünlerin elde edilmesinde gliadin ve gluteninin fonksiyonel özellikleri üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Yaklaşık 70 yıl önce glutenin çölyak hastalığının tetikleyicisi olarak kabul görmesine rağmen bu yüzyılın başına kadar yalnızca bilim adamları ve çölyak hastalığına yakalanan bireyler için ilgi odağı olmuştur (Dicke, 1950; Shewry, 2019). Gliadin peptitlerinin doğuştan veya adaptif şekilde oluşturulan bağışıklık mekanizmasının verdiği tepkileri yönlendirerek çölyak hastalığında etkili olduğu düşünülmektedir. Bu anlamda toksik veya alerjen etkiler oluşturmayan gliadin içerikli gluten bulunduran

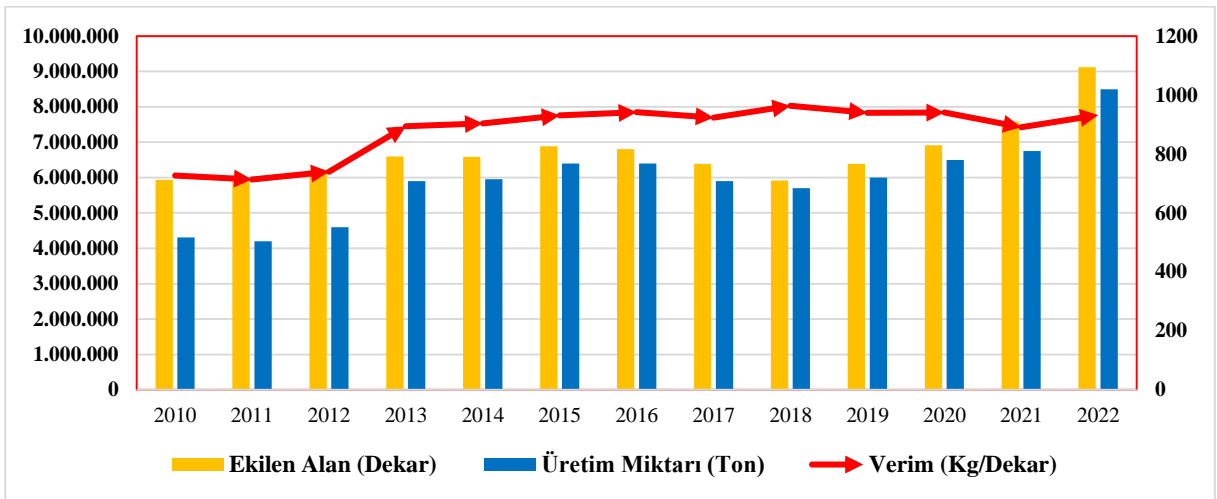
yeni tahıl suşlarının tasarlanması için yeni çalışmalar yapılmaktadır (Arendt ve Dal Bello, 2011).

Mısır Glütenu

Mısır birçok hayvan türünün beslenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ülkemizde üretimi yapılan tahıllar ile karşılaştırıldığında buğday ve arpadan sonra üretim miktarı olarak üçüncü sırayı almaktadır (Cengiz, 2016). Dünyanın farklı coğrafyalarında iklim farklılıkları ve toprak şartlarına bağlı olarak üretim miktarları değişkenlik göstermektedir. Mısır tarımından elde edilen ürünlerin yaklaşık %8-10'luk bölümü sanayi sektöründe, geriye kalan kısmın ¼'ü gıda sektörü, ¾'lük kısmı ise hayvancılık sektöründe yem olarak değerlendirilmektedir (Haspolat, 2012). Aynı zamanda mısırın işlenmesi ile elde edilen un, nişasta ve yağ gibi ürünler ise gıda sektöründe değerlendirilmektedir. Mısır tanesinin işlenmesi sonucunda nişasta ve diğer bileşenlerinin ayrılması ile geride kalan protein tabiatı mısır glütenu oluşturur. Mısır tanesi içerisinde ortalama %3-3.5 oranında glüten bulunmaktadır (Schroeder, 1997). Mısır glütenu lösin, alanin ve fenilalanin gibi hidrofobik aminoasitler bakımından zengin olmasına rağmen düşük oranda lizin ve triptofan aminoasitlerini içermektedir (Zhou ve ark., 2015). Elde edilmiş metodu ve işleme tekniğine göre mısır glütenu iki farklı ürüne ayrılmaktadır. Nişasta ve embriyonun ayrılmasından sonra oluşan mısır glüten yeminin yapısında %87.8 KM, %21.6 HP, %9 HS, %6.5 HK bulunmaktadır ve ruminantlar için 2980 kcal/kg metabolik enerji değerine sahiptir (Sauvant ve ark.,

2017). Yüksek lif içeriğine sahip olan mısır glütenu yemi hayvan beslemede daha çok kuru formda kullanılmaktaydı. Ancak kurutma masrafları ve ihracat miktarlarındaki azalma yaş mısır glütenu kullanım oranının artmasına neden olmuştur. Mısır birçok eleme ve öğütme aşamasından geçtikten sonra glüten ve nişasta formu neredeyse tamamen birbirinden ayrılır. Elde edilen glüten kurutulduktan sonra glüten unu (%61 HP) veya mısır glüten yemine (%21 HP) katılarak pazarlanmaktadır. Yaş mısır glütenu besin madde profili işleme metoduna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Ham ve ark., 1995; Stock ve ark., 1999; Pekel ve Demirel, 2012). Mısır hayvan beslemede yaygın şekilde enerji kaynağı olarak kullanılmasının dışında glüten formu yüksek protein oranı içerdiğinden protein kaynağı olarak da kullanılmaktadır. Özellikle bypass protein oranının yüksek olması mısır glütenu sütün ineklerinde daha sık kullanılmasını sağlamaktadır. Rendering ürünlerin yasaklanması ve soya küspesinin maliyetinin yüksek olması nedeniyle kanatlı sektörde mısır glütenu daha fazla tercih edilmeye başlamıştır. Pet hayvanlarının beslenmesinde ise mama yapımı için protein kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Gıda sektöründe ise çözünürlüğü düşük olması sebebiyle gıda katkısı olarak kullanılmamaktadır (Hardwick ve Glatz, 1989).

Ülkemizde mısırın son 10 yıla ait ekilen alan (dekar), üretim miktarı (ton) ve verim (kg/dekar) istatistikleri Şekil 2'de verilmiştir (TÜİK, 2023).



Şekil 2. Türkiye'de son 10 yıla ait mısır üretim ve verim grafiği (TÜİK, 2023).

Figure 2. Corn production and yield graph for the last 10 years in Türkiye (TÜİK, 2023).

Besi Sığırlarında Kullanımı

Scott ve ark. (2003), besi sığırlarında yaş mısır glütenei içeren yemlere mısırın işlenmesi sonucu elde edilen farklı ürünlerin (kuru haddelenmiş mısır, flake mısır, ince öğütülmüş mısır ve yüksek nemli mısır) eklenmesinin performans ve karkas parametrelerine olan etkisini araştırmıştır. Mısırın yoğun işlenmiş formlarının yaş mısır glütenei içeren rasyonlarda kullanımı kuru madde tüketimini ve ortalama günlük canlı ağırlık kazancını artırmıştır. Aynı çalışmada flake mısırın yaş mısır glüteneine eklenmesi sonucu yemden yararlanma oranının arttığı bildirilmiştir. Bu araştırmadaki bulgular Stock ve ark. (1999)'nın yaptığı benzer bir çalışmada elde edilen performans verileriyle benzerlik göstermektedir. Çalışmada yaş mısır glütenei ile besleme, hayvanlarda günlük canlı ağırlık artışının %15, yemden yararlanma oranının ise %5 oranında artmasını sağlamıştır.

Richards ve ark. (1998) besi sığırı rasyonlarında %25 ve %50 oranında yaş mısır glüteneinin kuru mısır ve diğer bileşenlerin yerine kullanılmasının canlı ağırlık kazancını hızlandırdığını bildirmişlerdir. Besi sığırlarında yapılan benzer bir çalışmada ise %44 kuru haddelenmiş mısır, %5 melas ve %50 oranında yonca kuru otu içeren kontrol grubuna kıyasla %49 yaş mısır glütenei + %50 yonca kuru otu ve %65 yaş mısır glütenei + %33 yonca kuru otu içeren rasyonların kullanılmasının günlük canlı ağırlık artışını önemli oranda artırdığı bildirilmiştir (Ham ve ark., 1995).

Loe ve ark. (2006) besi sığırlarında yaptıkları çalışmada, farklı oranlarda yaş mısır glüteneinin (%17, %35, %52 ve %69) arpa ile kombinasyonlarının yanı sıra arpa ve mısırın parçacık boyutunu değerlendirmek için iki farklı deney grubu oluşturmuştur. Bu çalışmada rasyona katılan yaş mısır glüteneinin kuru madde tüketimi ve canlı ağırlık kazancını artırdığı bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada %52 yaş mısır glütenei ile beslenen hayvanlarda deri altı yağ birikiminde daha fazla artış gözlenmesi karkas kalitesini olumsuz yönde etkilemiştir. Schrage ve ark. (1991) besi sığırları için yaş mısır glütenei yeminin net enerji değerini belirlemek için yaptıkları çalışmada rasyona farklı oranlarda (%20, %40 ve %60) eklenen yaş mısır glüteneinin günlük canlı ağırlık kazancı, kuru madde tüketimi ve yemden yararlanma oranını artırdığını bildirmiştir.

Hussein ve Berger (1995) tarafından yapılan çalışmada, yaş mısır glütenei yeminin farklı oranlarda ad-libitum ve kısıtlı yemleme programında uygulandığı 144 tane besi sığırında performans parametreleri, karkas özellikleri ve besin madde sindirimi araştırılmıştır. Çalışmada hayvanlara %25 ve %50 oranlarında mısır glütenei içeren ad-libitum besleme ve %25, %50 ve %75 oranında mısır glütenei içeren kısıtlı yemleme programı uygulanmıştır.

Beslenme programının büyütme ve son döneminde mısırın yerine %25 ve %50 oranında yaş mısır glütenei kullanımının besi performansı, karkas parametreleri ve besin sindirilebilirliğini olumsuz olarak etkilemediği bildirilmiştir. Aynı zamanda maliyetler göz önüne alındığında büyütme döneminde yaş mısır glüteneinin bu seviyelerde kullanılarak yem alımının kısıtlanmasının iyi bir strateji örneği oluşturabileceği belirtilmiştir. Montgomery ve ark. (2004) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, rumen kanülü uygulaması yapılan 12 adet Jersey ırkı hayvanda ad-libitum ve kısıtlı olmak üzere 2 farklı yemleme programı uygulanarak mısır glüteneinin sindirilebilirliği ve rumendeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan yaş mısır glüteneinin organik madde ve NDF sindirim oranını artırdığı ancak sınırlı yemleme uygulamasının bu durumu baskılayabileceği bildirilmiştir.

Salami ve ark. (2021) Şarole ve Limousin ırkı toplam 48 adet besi hayvanında rasyonda farklı oranlarda mısır glütenei kullanılmasının et kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada rasyona %75'e kadar ilave edilen mısır glüteneinin hiperkolesterolemik doymuş yağ asidi oranını azalttığı ve çoklu doymamış yağ asitlerini artırarak longissimus thoracis kasının içerdiği yağ asidi profiline olumlu katkıda bulunduğu ve kasın antioksidan kapasitesinde olumsuz sonuçlar oluşturmadığı bildirilmiştir.

Besi sığırlarında yapılan yukarıdaki çalışmalardan elde edilen sonuçlar, mısır glüteneinin kuru madde tüketimi, günlük canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma oranını artırdığını ve et kalitesi üzerine olumlu yönde etkileri olduğunu göstermektedir. Mısır glüteneinin işlenerek kurutulması sırasında uçucu bileşiklerin kaybolması enerji seviyesini düşürmektedir. Aynı zamanda yaş mısır glüteneinin içerdiği lif miktarının sindirilebilirlik seviyesi kuru mısır glüteneine kıyasla daha fazla olduğu için yaş mısır glütenei kullanımının daha sık tercih edildiği saptanmıştır.

Buzağılarda Kullanımı

Koeln ve Paterson (1986) konsantre yem içerisine protein kaynağı olarak soya küspesi ve mısır glütenei ilave edilen 6 aylık buzağılarda yapmış oldukları çalışmada ince bağırsaktaki azot dengesi ve aminoasit kaybını araştırmışlardır. Yapılan çalışmada mısır glütenei kullanımının ince bağırsağa ulaşan aminoasit seviyesini artırmasına rağmen aminoasit sindirimini düşürdüğü bildirilmiştir. Zerbini ve Polan (1985)'ın 9 haftalık yaşta Holstein ırkı buzağılarda yapmış olduğu benzer bir çalışmada ise konsantre yem içerisine eklenen farklı protein kaynaklarının (soya küspesi, pamuk tohumu küspesi, mısır glütenei ve balık unu) fizyolojik parametrelerle ilişkilendirilmesi araştırılmıştır. Yem

tüketimi ve azot sindirim seviyesinin mısır glütenu ve balık unu bulunan rasyonlarda en yüksek olduğu, diğer parametrelerle beraber değerlendirildiğinde ise protein kaynağı olarak balık unu ve soya küspesinin daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Siverson ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada buzağılarda konsantre yemde kuru madde bazında %30 oranında yaş mısır glütenu kullanılması canlı ağırlık kazancı, kuru madde alımı, sindirim oranı ve rumen pH'sının artmasını sağladığını bildirmişlerdir.

ABD'de yaygın olarak kullanılan soya proteini yerine buğday glütenu gibi yan ürünlerin kullanılarak yem maliyetlerinin düşürülmesi amaçlanmıştır. Terui ve ark. (1996) yaptıkları çalışmada %33'ü buğday glütenundan sağlanan %18 ham protein içerikli süt ikame yemi ile beslenen buzağılardan, buğday glütenu içermeyen %20 ham protein içerikli süt ikame yemi ile beslenen hayvanlarla karşılaştırıldığında canlı ağırlık artışı ve yem tüketimine ilişkin sonuçların benzer olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle buğday glütenu sütün ikame yemi için iyi bir protein kaynağı olduğu ifade edilmiştir.

Buzağılardan beslenmesinde konsantre yeme eklenen mısır glütenu (Zerbini ve Polan, 1985; Siverson ve ark., 2014) yem tüketimi, günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) ve sindirim oranını artırmasına rağmen bazı çalışmalarda (Koeln ve Paterson, 1986) aminoasit sindirimini azalttığı görülmüştür.

Süt Sığırlarında Kullanımı

Allen ve Grant (2000) tarafından laktasyonun erken döneminde bulunan on iki Holstein ırkı inekte yapılan çalışmada, rasyona yaş mısır glütenu ilave edilmesinin kuru madde tüketimini ve NDF tüketimini artırdığı, süt bileşimini değiştirmede, geviş getirmeyi azalttığı, rumen pH'sı ve uçucu yağ asidi seviyesine etkisinin ise az olduğu belirtilmiştir. Yaş mısır glütenu sütün proteinini korumak ve süt yağı sentezini baskılamamak açısından yeterli miktarda fermente edilebilir karbonhidrat sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca, iri kıyılmış yonca kuru otunun, kuru ot içermeyen yaş mısır glütenu rasyonuyla karşılaştırıldığında yaş mısır glütenu geçiş oranını azalttığı, geviş getirme aktivitesini artırdığı ve NDF sindirimini düzeyini artırdığı bildirilmiştir.

Bernard ve ark. (1991) yapmış olduğu çalışmada rasyonda kuru madde bazında %27 oranında yaş ve kuru mısır glütenu kullanılması sindirilebilirlik ve süt bileşimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada rasyonda yaş ve kuru mısır glütenu kullanılması ham protein, NDF ve kuru madde sindirimini artırdığı fakat kuru mısır glütenu sütün yağı yüzdesini düşürdüğü bildirilmiştir. Aynı zamanda laktasyonun ortasında %22 oranında kullanıldığında soya küspesi ve mısır tanesi içeren rasyonlarla beslenen

hayvanlara eşit miktarda süt üretimini destekleyebileceği ifade edilmiştir.

Schroeder (2003) laktasyon dönemindeki 24 adet Holstein ırkı inekte yapmış olduğu çalışmada kuru madde bazında rasyonda %15, %30 ve %45 oranlarında yaş mısır glütenu kullanarak optimal kullanım aralığını araştırmıştır. Süt verimine bağlı olarak rasyonda yaş mısır glütenu kullanımının %15-30 arasında değişebileceği ancak maksimum süt verimi için optimum kullanım miktarının %18.6 olduğu bildirilmiştir. Canlı ağırlık artışının %45 yaş mısır glütenu tüketen hayvanlarda en yüksek olduğu belirtilmiştir. Süt üre nitrojeni %15 ve %45 yaş mısır glütenu içeren gruplarda en yüksek seviyede iken rumendeki amonyak miktarının ise %30 oranında yaş mısır glütenu tüketen grupta en yüksek seviyede olduğu ifade edilmiştir.

VanBaale ve ark. (2001) laktasyondaki Holstein ırkı ineklerde yaptıkları çalışmada rasyonda yaş mısır glütenu değerlendirilmesi amacıyla iki farklı çalışma grubu oluşturmuştur. Birinci deney grubunda 8 adet hayvan üzerinde yapılan çalışmada kuru madde bazında %20 yaş mısır glütenu tüketen hayvanların kontrol grubuna oranla daha fazla kuru madde tüketimi ve enerjisi düzeltilmiş süt üretimi yaptığı bildirilmiştir. İkinci deney grubunda ise 28 adet hayvan üzerinde yapılan çalışmada kuru madde bazında %20, %27.5 ve %35 yaş mısır glütenu tüketen farklı gruplar oluşturulmuştur. Bu çalışmada yaş mısır glütenu tüketen hayvanlar arasında enerjisi düzeltilmiş süt miktarında farklılık oluşmamasına rağmen kontrol grubuna oranla daha fazla üretim olduğu bildirilmiştir. Rasyonda yaş mısır glütenu kullanılan hayvanlarda süt proteini ve laktoz veriminin daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Kononoff ve ark. (2006) laktasyon ve kuru dönemde bulunan Holstein ırkı hayvanlarda rasyonda yaş mısır glütenu kullanımının süt üretimi, vücut kondisyon skoru ve metabolizmadaki etkilerini araştırmışlardır. Tam bir laktasyon süresince kuru madde bazında %40 oranında yaş mısır glütenu tüketen hayvanlarda süt ve protein veriminin arttığı, süt yağı veriminin korunduğu, üreme ve sağlık parametrelerinde ise herhangi bir değişiklik meydana gelmediği bildirilmiştir.

Mullins ve ark. (2010) laktasyondaki Holstein ineklerde rasyonda %11, %23 ve %34 oranında yaş mısır glütenu kullanımının süt verimi ve rumen parametreleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Yemde yaş mısır glütenu kademel olarak artmasına bağlı olarak vücut kondisyon skoru, kuru madde tüketimi, süt üretimi, süt proteini ve süt laktoz veriminin doğrusal olarak arttığı bildirilmiştir. Yaş mısır glütenu miktarı arttıkça rumen pH'sının (6.18, 6.12, 6.14 ve 5.91)

doğrusal olarak düştüğü, rumen sıvısındaki asetat konsantrasyonunun ise doğrusal olarak azalmasına rağmen propiyonat miktarının arttığı belirtilmiştir.

Hao ve ark. (2017) laktasyon dönemindeki Holstein ırkı hayvanlarda yonca samanının kuru mısır glütenu ve Çin yabani çavdar otu ile yer değiştirmesinin rumen fermantasyonu, mikrobiyal protein sentezi ve laktasyon performansına olan etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada, %11 kuru mısır glütenu tüketen hayvanlarda daha fazla kuru madde tüketimi olduğu, %6.5 ve %11 oranında kuru mısır glütenu alan hayvanlarda kontrol grubuna oranla NDF ve kuru madde sindiriminin arttığı belirtilmiştir. Rasyonda %11 oranında kuru mısır glütenu tüketen hayvanların idrarla atılan pürin türevleri arttığı için incebağırsağa gelen mikrobiyal ham protein miktarının arttığı düşünülmektedir.

Zhang ve ark. (2021) laktasyon döneminde bulunan Holstein ırkı ineklerde TMR uygulamasında yonca samanı yerine yaş mısır glütenu ve mısır kullanımının laktasyon performansına olan etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada %7 ve %13.3 oranında yaş mısır glütenu içeren rasyonlarla beslenen hayvanlarda daha yüksek süt verimi, süt proteini ve besin madde sindirimi bulunduğu bildirilmiştir. Sütteki azot miktarının %13.3 oranında yaş mısır glütenu tüketen hayvanlarda en yüksek olduğu belirtilmiştir. Yonca samanının yaş mısır glütenu ve mısır tanesi ile değiştirilerek TMR uygulaması yapılmasının laktasyon performansını ve azot kullanımını iyileştirdiği ifade edilmiştir.

Literatürde süt ırkı ineklerde mısır glütenu kullanımına ilişkin veriler performans parametrelerini iyileştirdiği yönünde bildirilmesine rağmen tüm çalışmalar olumlu sonuçlanmamıştır. Staples ve ark. (1984) laktasyon pikini geçen Holstein ırkı ineklerde yapmış oldukları çalışmada, rasyonda yaş mısır glütenu (%20, %30 ve %40) kullanım oranı arttıkça kuru madde alımının (kg/gün) ve sindirilebilirlik (%) oranının doğrusal olarak düştüğünü, süt veriminin ise ilk başta düşmesine rağmen artan süt yağı yüzdesiyle beraber düzeltilmiş süt veriminin etkilenmediğini bildirmiştir.

Süt ineklerinde yapılan yukarıdaki çalışmalardan elde edilen sonuçlar, mısır glütenu kuru madde tüketimi, süt laktoz seviyesi, süt verimi ve bileşimini artırarak laktasyon performansını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Diğer yandan farklı oranlarda kullanılan mısır glütenu sütün süt yağı seviyesine etkili olmadığı anlaşılmaktadır.

Buğday glütenu yüksek oranda proteine sahip olmasına rağmen protein yapısının çözünürlüğünün düşük olması hayvan yemlerinde kullanımını sınırlandırmaktadır (Fang ve ark., 2017).

Koyun ve Keçilerde Kullanımı

Bowman ve ark. (1988) kuzularda yem içerisinde mısır glütenu yeminin farklı formlarının %50'sine kadar kullanımı sonucu mısır-soya küspesi veya mısır-üre tüketen gruplardakine benzer performans alındığını bildirmiştir. Aynı zamanda kuru veya daha önceden silolanmış olan mısır glütenu tüketen hayvanlarda kuru madde tüketimi, azot dengesi ve sindirilebilirliği değiştirmediği ifade edilmiştir.

Collins ve Pritchard (1992) koyunlarda rasyona 24 ve 48 saat aralıklarla mısır glütenu ve soya küspesi eklenmesinin kuru madde tüketimi, azot dengesi ve besi performansı kriterlerine etkisini değerlendirmiştir. Çalışmada mısır glütenu rasyona 48 saat aralıkla ilave edilmesinin daha olumlu sonuçlar verdiği ifade edilmiştir. Rasyona belirli aralıklarla protein kaynağı ilave edildiğinde alınan sonuçlara göre mısır glütenu soya küspesine karşı etkili bir alternatif olduğu sonucuna varılmıştır.

Sanz Sampelayo ve ark. (1999) laktasyon dönemindeki keçilerde mısır glütenu kullanımının rasyonda kullanılan diğer protein kaynakları ile karşılaştırıldığında daha yüksek süt proteini konsantrasyonuna neden olduğunu bildirmiştir. Macedo ve ark. (2003) Saanen keçilerinin rasyonlarında soya küspesinin %50'ye kadar kademeli olarak mısır glütenu ile değiştirilmesi sonucunda süt verimi ve süt yağı miktarında doğrusal olarak düşüş yaşandığını bildirmişlerdir.

Saleh ve ark. (2008) kuzularda yapmış olduğu çalışmada rasyona %10 veya %20 oranında kuru mısır glütenu eklenmesinin günlük canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranını %10 düzeyinde artırdığını bildirmişlerdir.

Farklı protein kaynakları (ayçiçeği küspesi, soya küspesi, pamuk tohumu küspesi ve mısır glütenu) içeren konsantre yemlerin kuzulardaki performansının araştırıldığı bir çalışmada, 24 baş Tuj ırkı erkek kuzuda performans parametreleri, kuru madde, organik madde ve ham protein sindirilme dereceleri ve rumen metabolitlerinde farklılık olmadığı bildirilmiştir (Kaya, 2009).

Kuzularda buğday ve mısır glütenu tek başına protein kaynağı olarak kullanılmasının araştırıldığı bir çalışmada, buğday glütenu konsantre yem tüketimi ve yemden yararlanma oranını olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Aynı zamanda katalaz (KAT) enzim aktivitesi ve glutatyon (GSH) konsantrasyonunun artması, lipid peroksidasyonun göstergesi olan malondialdehit (MDA) seviyesinin ise azalması nedeniyle oksidatif hasara karşı hücreleri korumada buğday ve mısır glütenu soya küspesine oranla daha etkili olduğu belirtilmiştir. İmmünohistokimyasal olarak karaciğer dokusunda transglutaminaz antikor

seviyesi buğday glütenu tüketen hayvanlarda önemli oranda arttığından ruminantların buğday glütenuine karşı daha duyarlı olduğu bildirilmiştir (Can, 2022).

Milis ve Liamadis (2008), koyunlarda farklı protein kaynaklarının ve protein seviyesinin besin sindirilebilirliği ve enerji değerlerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada mısır glütenunun ham protein, asit deterjan lifi (ADF) ve nötr deterjan lifi (NDF) sindirilebilirliğine olumlu katkı yaptığını bildirmiştir. Elde edilen sonuçlar besin sindiriminin rumende parçalanmayan protein (RUP) miktarının artışıyla etkilenmediği belirtilmiştir.

Koyun ve keçilerin beslenmesinde buğday glütenu kullanımına ilişkin sınırlı sayıda çalışma olmasına rağmen mısır glütenu kullanımı ayrıntılı şekilde araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarda mısır glütenuinin kuru madde tüketimi, canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranını (Bowman ve ark., 1988; Saleh ve ark., 2008; Can, 2022; Milis ve Liamadis, 2008) olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Buğday glütenuinin kuzularda besi performansı, histopatolojik ve immünohistokimyasal parametreleri olumsuz yönde etkilemesi farklı seviyelerde ve hayvan türlerinde multidisipliner çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Mısır glütenuinin içerdiği bypass protein miktarı yüksek olduğu için yüksek verimli süt ineklerinde ve besi sığırlarında sıklıkla tercih edilmektedir. Besi sığırlarında yapılan çalışmalar incelendiğinde rasyona %35-45 oranında mısır glütenu eklenmesinin performans parametrelerini olumlu yönde etkilediği anlaşılmıştır. Aynı zamanda yüksek selüloz içeriği rumen asidozunun önlenmesine yardımcı olabilir. Mısır glütenuinde lizin aminoasidi düşük miktarda bulunduğundan rasyondaki aminoasit dengesini sağlamak için farklı protein kaynakları ile takviye edilmelidir. Süt sığırlarında da mısır glütenu kullanımı kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Birçok çalışmada mısır glütenuinin tek başına veya başka bir protein kaynağı ile birlikte kullanımı benzer veya olumlu sonuçlar vermiştir. Süt sığırlarının rasyonlarında optimal kullanılma oranı rasyonda bulunan diğer bileşenlere bağlı olarak değişebilmekte olup %40'a kadar mısır glütenu kullanımı özellikle laktasyon performansını olumlu yönde değiştirmektedir. Koyun ve keçilerde de mısır glütenu kullanımıyla performans ve süt parametreleri üzerine olumlu sonuçlar elde edilmiş ve bitkisel yemler içerisinde proteinin biyolojik değeri yüksek olan soya küspesinin mısır glütenu ile yer değiştirdiği çalışmalarda olumlu sonuçlar alınmıştır. Sonuç olarak mısır glütenu ile ilgili çalışmalar olumlu sonuçlanmasına rağmen

buğday glütenu kullanımı hakkında bilgiler sınırlı olduğu için farklı hayvan türlerinde multidisipliner çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Allen DM, Grant RJ. 2000. Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 83(2), 322-331.
- Arendt E, Dal Bello F. 2011. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. Academic Press, London, Elsevier. ISBN: 978-0-12-373739-7
- Bailey CH. 1941. A Translation of Beccari's Lecture 'Concerning Grain' (1728). *Cereal Chemistry*, 18, 555-561.
- Beccari JB. 1745. *De frumento. De Bononiensi Scientiarum et Artium Atque Academia Commentarii, Tomi Secundi. Bononia (Bailey (1941)'den alınmıştır.*
- Bernard JK, Delost RC, Mueller FJ, Miller JK, Miller WM. 1991. Effect of wet or dry corn gluten feed on nutrient digestibility and milk yield and composition. *Journal of Dairy Science*, 74(11), 3913-3919.
- Boland M, Brester GW, Taylor M. 2005. *Global and US Wheat Gluten Industries: Structure, Competition and Trade*. Montana State University, Department of Agricultural Economics and Economics.
- Bowman JGP, Paterson JA. 1988. Evaluation of corn gluten feed in high-energy diets for sheep and cattle. *Journal of Animal Science*, 66(8), 2057-2070.
- Can MB. 2022. Buğday ve Mısır Gluteninin Kuzularda Besi Performansı, Bazı Dokuların Antioksidan, Histopatoloji ve İmmünohistokimyasal Parametreleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı.
- Cengiz R. 2016. Türkiye'de kamu mısır araştırmaları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel Sayı-1): 304-310.
- Collins RM, Pritchard RH. 1992. Alternate day supplementation of corn stalk diets with soybean meal or corn gluten meal fed to ruminants. *Journal of Animal Science*, 70(12), 3899-3908.
- Day L. 2011. Wheat gluten: Production, properties and application. In G. O. Phillips & P. A. Williams (Eds.), *Handbook of Food Proteins* (pp. 267-288). Oxford, UK: Woodhead Publishing.
- Dicke WK. 1950. *Coeliakie*. MD Thesis, Utrecht: University of Utrecht.
- Dizlek H. 2013. Gluten kompleksinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkileri. *Akademik Gıda*, 11: 102-106.
- Fang J, Martínez Y, Deng C, Zhu D, Peng H, Jiang H, Li A. 2017. Effects of dietary enzymolysis products of wheat gluten on the growth performance, serum biochemical, immune, and antioxidant status of broilers. *Food and agricultural immunology*, 28(6), 1155-1167.
- Hardwick JE, Glatz CE. 1989. Enzymic hydrolysis of corn gluten meal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37(4), 1188-1192.

- Ham GA, Stock RA, Klopfenstein TJ, Huffman RP. 1995. Determining the net energy value of wet and dry corn gluten feed in beef growing and finishing diets. *Journal of Animal Science*, 73: 353-359.
- Hao XY, Gao H, Wang XY, Zhang GN, Zhang YG. 2017. Replacing alfalfa hay with dry corn gluten feed and Chinese wild rye grass: Effects on rumen fermentation, rumen microbial protein synthesis, and lactation performance in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(4), 2672-2681.
- Haspolat KI. 2012. Türkiye'de klasik ve genetiği değiştirilmiş mısır çeşitlerinin yem amaçlı kullanımının sosyoekonomik yönüyle değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 59:311-314.
- Hussein HS, Berger LL. 1995. Effects of feed intake and dietary level of wet corn gluten feed on feedlot performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of growing-finishing beef heifers. *Journal of Animal Science*, 73(11), 3246-3252.
- İpçak HH, Özüretmen S, Alçıçek A, Özelçam H. 2018. Alternatif protein kaynaklarının hayvan beslemede kullanım olanakları. *Hayvansal Üretim*, 59(1), 51-58.
- Kaya B, Nadaroğlu Y, Şimşek O. 2015. Türkiye'de toprak sıcaklığı yönünden serin iklim tahıllarının ekim zamanının belirlenmesi. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/ek-imzamani.pdf>
- Kaya İ. 2009. Farklı protein kaynakları içeren konsantre yemlerin kuzularda büyüme performansı, sindirilebilirlik ve rumen metabolitleri üzerine etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(3): 369-374.
- Kızılaslan H. 2004. Dünya'da ve Türkiye'de buğday üretimi ve uygulanan politikaların karşılaştırılması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 23-38.
- Koeln LL, Paterson JA. 1986. Nitrogen balance and amino acid disappearance from the small intestine in calves fed soybean meal, toasted soybean meal-or corn gluten meal-supplemented diets. *Journal of Animal Science*, 63(4), 1258-1266.
- Kononoff PJ, Ivan SK, Matzke W, Grant RJ, Stock RA, Klopfenstein TJ. 2006. Milk production of dairy cows fed wet corn gluten feed during the dry period and lactation. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2608-2617.
- Loe ER, Bauer ML, Lardy GP. 2006. Grain source and processing in diets containing varying concentrations of wet corn gluten feed for finishing cattle. *Journal of Animal Science*, 84: 986-996.
- Macedo LGPD, Damasceno JC, Martins EN, Macedo VDP, Santos GTD, Falcão AJDS, Caldas Neto S. 2003. Substitution of soybean meal protein by corn gluten meal protein in dairy goat feeding. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 992-1001.
- Milis C, Liamadis D. 2008. Nutrient digestibility and energy value of sheep rations differing in protein level, main protein source and non-forage fibre source. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 92(1), 44-52.
- Montgomery SP, Drouillard JS, Titgemeyer EC, Sindt JJ, Farran TB, Pike JN, Higgins JJ. 2004. Effects of wet corn gluten feed and intake level on diet digestibility and ruminal passage rate in steers. *Journal of Animal Science*, 82(12), 3526-3536.
- Mullins CR, Grigsby KN, Anderson DE, Titgemeyer EC, Bradford BJ. 2010. Effects of feeding increasing levels of wet corn gluten feed on production and ruminal fermentation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93(11), 5329-5337.
- Pekel A, Demirel G. 2012. Yaş mısır gluten yeminin besi ve süt sığırcı rasyonlarında kullanımı. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 33(3), 67-75.
- Peng JH, Sun D, Nevo E. 2011. Domestication evolution, genetics and genomics in wheat. *Molecular Breeding*, 28: 281-301.
- Richards CJ, Stock RA, Klopfenstein TJ, Shain DH. 1998. Effect of wet corn gluten feed, supplemental protein and tallow on steer finishing performance. *Journal of Animal Science*, 1998; 76: 421-428.
- Salami SA, O'Grady MN, Luciano G, Priolo A, McGee M, Moloney AP, Kerry JP. 2021. Concentrate supplementation with dried corn gluten feed improves the fatty acid profile of longissimus thoracis muscle from steers offered grass silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(11), 4768-4778.
- Saleh SA, Mustafa MM, Kottb MKI. 2008. Effect of using corn gluten feed in growing lambs' ration. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 11(1), 55-71.
- Sanz Sampelayo MR, Perz ML, Gil Extremera F, Boza JJ, Boza J. 1999. Use of different dietary protein sources for lactating goats: milk production and composition as functions of protein degradability and amino acid composition. *Journal of Dairy Science*, 82, 555-565.
- Sauvant D, Delaby L, Nozière P. 2017. INRA Feeding System for Ruminants. Wageningen Academic Publishers.
- Schrage MP, Woody HD, Young AW. 1991. Net energy of ensiled wet corn gluten feed in corn silage diets for finishing steers. *Journal of Animal Science*, 1991; 69: 2204-2210.
- Schroeder JW. 1997. Corn Gluten Feed: Composition, Storage, Handling, Feeding and Value. North Dakota State University, Department of Agriculture and Applied Science, ND, USA.
- Schroeder JW. 2003. Optimizing the level of wet corn gluten feed in the diet of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86(3), 844-851.
- Scott TL, Milton CT, Erickson GE, Klopfenstein TJ, Stock RA. 2003. Corn processing method in finishing diets containing wet corn gluten feed. *Journal of Animal Science*, 81(12), 3182-3190.
- Shewry PR. 2019. What is gluten-why is it special?. *Frontiers in Nutrition*, 6:101.
- Siverson AV, Titgemeyer EC, Montgomery SP, Oleen BE, Preezy GW, Blasi DA. 2014. Effects of corn processing and dietary wet corn gluten feed inclusion on performance and digestion of newly received growing cattle. *Journal of Animal Science*, 92(4), 1604-1612.
- Staples CR, Davis CL, McCoy GC, Clark JH. 1984. Feeding value of wet corn gluten feed for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 67(6), 1214-1220.

- Stock RA, Lewis JM, Klopfenstein TJ, Milton CT. 1999. Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets. *Journal of Animal Science*, 78(E-Suppl.).
- Terui H, Morrill JL, Higgins JJ. 1996. Evaluation of wheat gluten in milk replacers and calf starters. *Journal of Dairy Science*, 79(7), 1261-1266.
- TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alan ve Üretim Miktarları (Seçilmiş Ürünlerde). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (19 Temmuz 2023).
- Vakar AB. 1961. Wheat Gluten. Izdatelstvo Akademii Nauk SSSR, Moscow.
- VanBaale MJ, Shirley JE, Titgemeyer EC, Park AF, Meyer MJ, Lindquist RU, Ethington RT. 2001. Evaluation of wet corn gluten feed in diets for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84(11), 2478-2485.
- Zerbini E, Polan CE. 1985. Protein sources evaluated for ruminating Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 68(6), 1416-1424.
- Zhang GN, Li Y, Zhao C, Fang XP, Zhang YG. 2021. Effect of substituting wet corn gluten feed and corn stover for alfalfa hay in total mixed ration silage on lactation performance in dairy cows. *Animal*, 15(3), 100013.
- Zhou C, Hu J, Ma H, Yagoub AEA, Yu X, Owusu J, Ma H, Qin X. 2015. Antioxidant peptides from corn gluten meal: Orthogonal design evaluation. *Food Chemistry*, 187, 270-278.



Instructions for Authors of Manuscripts

Journal of Animal Production

The Journal of Animal Production publishes original and unpublished research articles and reviews in Turkish or English. Papers are accepted for publication that they have not been published and not going to be considered for publication elsewhere. Authors should certify that neither the manuscript nor its main contents have already been published or submitted for publication in another journal. All manuscripts should be accompanied by the Copyright Release Form, which can be found in each volume of the journal and also available online in the journal's website. This form should be completed and signed by all co-authors indicating their consent to its publication. The corresponding author is responsible for obtaining the signatures of co-authors. The corresponding author should be declared with his/her name, full postal address, e-mail, and telephone numbers when submitting the manuscript.

1. Journal of Animal Production has published two issues in a year in June and December.
2. Original full-length research and review articles, that have not been published previously and/or have been published as abstracts only in the proceedings of the symposiums and congress in the fields of all areas of Zootechnics (basic sciences, animal husbandry, animal breeding, animal welfare, genetics, biometrics, animal feeding and nutrition diseases, food hygiene and technology, etc.) are considered for publication. Short notes and letters to the editor are not accepted for publication.
3. If the first authors are the same in the manuscripts, only two of them are accepted for publication in the same issue.
4. No royalty is paid to the authors. The cost for publication: Research articles sent from other countries are free.
5. Authors are responsible for the scientific content of the manuscripts to be published.
6. Application of the manuscripts should be via web address; <https://dergipark.org.tr/pub/hayuretim>
7. The manuscript should be prepared in such a form that it must include the title in English, a title, abstract, and keywords in Turkish followed by an abstract and keywords in English, Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusion, and References. If preferred, the sections "Results" and "Discussion" can be prepared under a single heading as a "Results and Discussion".
8. The abstract must include configured flat information on the objectives of the research, approach and methodology, and important research findings. Do not use all uppercase for the title of your abstract.
 - a. Turkish translations of the abstracts to be submitted from the manuscripts abroad will be performed by the Editorial Board.
 - b. Abstracts should be positioned separately from the main text and length is limited to a maximum of 200 words.
 - c. Avoid using diagrams, references, and abbreviations in abstracts.
 - d. Provide relevant keywords to a maximum of 4-6 words leaving a line spacing after the abstract. Do not simply repeat words from the abstract title only.
9. The full specific name; genus plus species, is italicized. Dots are used in the expression of decimals.
10. The "Figure" description contains graphs, photos, maps, pictures, etc. while the other presentations of numbers in columns and rows are described as "Table". Tables and figures should not be embedded in the text but should be included as separate pages. Color pictures or images should be submitted as separate files after adding a placeholder note in the running text.
11. Any citation in your articles to at least one article previously published in our journal has great importance for contributing to the application of the Journal of Animal Production to the Science Citation Index Expanded (SCIE).
12. Style;
 - a. Manuscripts must be submitted in Word. All parts of the manuscript must be written in Times New Roman 12-point font, paragraphs are justified and in a single-column, double-spaced, in A4 paper with margins of one inch on all sides. Save the file in docx format (Word 2007 or higher). Number manuscript pages consecutively throughout the paper and not to exceed 30 pages in total. There should be no hyphenation (cutting words). The authors are discouraged from highlighting text with the use of bold or underlined fonts.
 - b. Text lines should also be numbered (continuously) to facilitate the review process.
 - c. The title of the article should be written in size 14 point, bold, and centered. Only the first letter of each word should be capitalized and the rest in lowercase letters.
 - d. The first name(s) of the author(s) should be written in lowercase letters except for the first letter, in bold letters, 12 points, centered, and separated from the title by one line space. The surname(s) of the author(s) should be written in full and capital letters.
 - e. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Academic and/or other professional institutions of the authors should be mentioned with a 10-point font using superscript numbers after the author's name and in front of the appropriate address. Specify by an asterisk the corresponding author. Leave one line space and write the e-mail corresponding author only, centered, 10-point characters.
 - f. A maximum number of three levels of headings are recommended. First-level headings should start in the left margin with the first letter of each major word capitalized, bold, Times New Roman 12-point font. Second-level headings should be bold, on the left margin, with the first letter only of the first word capitalized. Third-level headings are discouraged, but if required, should begin on the left margin, with the first letter only of the first word should be capitalized.

13. The system of “author and year” should be used for references in the manuscript except in special cases. If there is more than one reference, then the references should be given in chronological order. References in the text consist of the author(s) surname and publication year in parentheses, for example, Surname1 (2007), Surname1 and Surname2 (2005), Surname1 et al. (2003). If several references are cited collectively, they are enclosed in parentheses with no additional parentheses around dates, and separated by semicolons (SurnameA, 2002; SurnameB et al., 2008; SurnameC, 2008; SurnameD1 and SurnameD2, 2012). In multiple entries of single-authored or multiple-authored publications, they should be ordered chronologically, and when multiple entries of the same year are used, they should be distinguished by appending sequential lowercase letters to the year, even if the author groups are not the same. For example: If three separate studies conducted by Sönmez et al. in 1999 are to be cited, they should first be listed alphabetically, then a, b, and c should be written respectively after the year. When citing in the text, it should be written as Sönmez et al (1999a), Sönmez et al (1999b), and Sönmez et al (1999c).
14. References should appear together at the end of the paper, listed alphabetically by the surname of the first author. All references cited in the text should be listed in the references section. If two or more references by the same author are listed, the earliest dated work appears first. The first letter of each word for the titles of the books should be in the capital. The publishing number for institutional publishing or the publisher's name and address should be given. Journal titles must be written in full. The first line of the reference should be at the beginning of the paragraph and the following lines must be drawn in 0.5 cm. Examples are given below of the layout and punctuation to be used in the references:

Article (all authors must be mentioned)

Dutreuil M, Guinard-Flament J, Boutinaud M, Hurtaud C. 2016. Effect of duration of milk accumulation in the udder on milk composition, especially on milk fat globule. *Journal of Dairy Science*, 99(5): 3934-3944.

Book

Lynch M, Walsh B. 1998. *Genetics and Analysis of Quantitative Traits*. 1st ed. Sinauer Associates, Sunderland.

Chapter in a book

Somes RG. 1990. Mutations and major variants of muscles and skeleton in chickens. Pages 209-237 in *Poultry Breeding and Genetics*. R. Crawford, editor. Elsevier, Amsterdam.

Symposium or congress paper

Villanueva B, Wooliams JA, Simm G. 1998. Evaluation of embryo sexing and cloning in dairy cattle nucleus schemes under restricted inbreeding. *Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 11-16 January 1998, Vol. 25, University of New England, Armidale, pp. 451-454.

Web sources (Authors, date, and article name if available. Full URL address. Date of access)

Rayens B. *Practical nonparametric statistics*. <http://www.ms.uky.edu/~rayens/teaching/sta673/sta673.html> (15 April 2004).

Efe E, Bek Y, Şahin M. 2000. SPSS’te çözümleri ile istatistik yöntemler. <http://www.ksu.edu.tr/kisisel/eefe/spss.pdf> (15 April 2004).

The corresponding author must submit the manuscript electronically to <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hayuretim> with additional attachment files as:

- a) Application Letter
- b) Copyright Release Form

Articles are evaluated by two referees who are experts in their fields, but may be sent to a third and then a fourth referee when necessary. After the referees’ evaluations of the article, results are sent to the corresponding author. All scientific ethical responsibilities of the studies belong to the authors. Studies whose referee opinions are not responded to within one month are excluded from evaluation. Articles accepted as a result of referee evaluations cannot be withdrawn after this stage. Accepted articles are edited for publication and page proofs (as PDF files) are sent by e-mail to the corresponding author. Authors will be charged to cover partially the costs of publication. The cost for publication; Research articles sent from the other countries are free. One copy of the published journal is sent to the corresponding author.



Prof. Dr. İbrahim KAYA (Journal of Animal Production, Editor in Chief)

Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science

35100 Bornova, İzmir, Türkiye

E-mail: ibrahim.kaya@ege.edu.tr



Hayvansal Üretim Yazım Kuralları

Hayvansal Üretim Dergisinde hayvancılık ile ilgili orijinal araştırmalar ve yeni bilgileri kapsayan, birçok kaynağa dayalı belirli bir sentez içeren özgün derlemeler yayınlanır. Çalışma Türkçe veya İngilizce yazılmış ve daha önce hiçbir dergide yayınlanmamış veya yayına gönderilmemiş olmalıdır.

1. Dergi Haziran ve Aralık aylarında olmak üzere yılda iki sayı olarak yayımlanır.
2. Dergide Zootekni Biliminin tüm alanlarında (temel bilimler, hayvan yetiştiriciliği, hayvan refahı, genetik, biyometri, hayvan besleme ve beslenme hastalıkları, gıda hijyeni ve teknolojisi vb.) hazırlanan, daha önce yayımlanmamış özgün araştırma makaleleri ve kongre kitaplarında özet metni basılmış olan araştırma makaleleri ve derlemeler yayımlanır. Kısa notlar ve editöre mektup kabul edilmez.
3. Aynı sayıda bir yazarın ilk isim olduğu en fazla iki makalesine yer verilir.
4. Yazarlara telif ücreti ödenmez. Basıma kabul edilen makalelerden web sayfasında (<https://dergipark.org.tr/tr/pub/hayuretim>) belirtilen basım ücreti alınır.
5. Makalelerin bilimsel sorumlulukları yazarlarına aittir.
6. Makale başvuruları <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hayuretim> adresinden yapılır.
7. Araştırma makaleleri Türkçe veya İngilizce dillerinden birisi ile genel olarak; Başlık, Özet, Abstract, İngilizce ve Türkçe Anahtar Sözcükler, Giriş, Materyal ve Yöntem, Araştırma Bulguları, Tartışma, Sonuç, Kaynaklar ana başlıkları altında hazırlanmalıdır. İstenirse Araştırma Bulguları ve Tartışma bölümleri tek başlık altında yazılabilir.
8. “Özet” ve “Abstract” çalışmanın kısa amacı, materyal ve yöntem, önemli araştırma bulguları ile sonucu içeren yapılandırılmış düzende olmalıdır.
 - a. Yurt dışından gelecek makalelerde bulunan “Abstract” için Türkçe “Özet” çevirisi editör kurulu tarafından yapılacaktır.
 - b. “Özet” ve “Abstract” en çok 200 sözcük olmalıdır ve ana metinden ayrı olarak konumlandırılmalıdır.
 - c. Kısaltmalar, diyagramlar ve literatürler “Özet” ve “Abstract” içinde yer almaz.
 - d. “Özet” ve “Abstract” sonrası bir satır boşluk bırakıldıktan sonra 4 - 6 sözcük olmak üzere “Anahtar Kelimeler” ve “Key Words” yer almalı ve başlıkta geçen kelimelerden farklı olmalıdır.
9. Makalede yer alan türlerin bilimsel isimleri italik karakterde olmalı ve ondalık sayılar nokta işareti ile ayrılmalıdır.
10. Grafik, harita, fotoğraf, resim ve benzeri sunuşlar “Şekil”, sayısal değerlerin verilmesi “Çizelge” olarak isimlendirilmelidir. Şekil ve çizelgelere ait Türkçe isimlendirmelerin altında İngilizce isimlendirmeler de yer almalıdır. Verilen tüm çizelge ve şekillere metin içerisinde atıf yapılmalı ve şekil ve çizelgeler makale sonunda ayrı ayrı sayfalarda verilmelidir.
11. Hayvansal Üretim’de yayımlanacak araştırma ve derleme makalelerinde derginin daha önceki sayılarında yayımlanan en az bir yayına atıf yapılması önem arz etmektedir.
12. Makale düzeni;
 - a. Microsoft Word yazılımıyla (docx format; Word 2007 ve üstü) Times New Roman yazı karakterinde, 12 punto, çift satır aralıklı, paragraflar iki yana yaslı ve tek sütun halinde, toplam 30 sayfayı geçmeyecek şekilde, A4 kağıdına kenarlarda 2.5 cm boşluk olacak şekilde yazılmalıdır. Hiçbir heceleme olmamalıdır. Kalın veya altı çizili yazı kullanımı ile metin vurgulama önerilmez.
 - b. Makalede her sayfaya numara verilmeli ve satırlar sürekli şekilde satır numaraları içermelidir.
 - c. Makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı koyu, 14 punto, ortalı ve ilk harfleri büyük olacak şekilde küçük harflerle yazılmalıdır.
 - d. Yazar/yazarların isimleri, makale başlığının altında bir satır boşluktan sonra ünvan belirtilmeden koyu 12 punto ile ön ismi açık ve sadece ilk harfi büyük, soyadın tamamı büyük harfle ve sekme (tab) ile boşluk bırakılarak yazılmalıdır.
 - e. Yazarlarla ilgili akademik ve/veya diğer profesyonel kurumlar rakam üst simgesi kullanılarak 10 punto ile belirtilmelidir. Ayrıca sorumlu yazarın elektronik posta adresi ayrı bir satırda yıldız işareti ile gösterilmelidir.
 - f. En fazla 3. düzeyde bölüm başlıkları kullanılmalıdır. Birinci düzey başlıklar sola yaslı, koyu, 12 punto ve her kelimenin ilk harfi büyük olmalıdır. İkinci düzey başlıklar koyu, sola yaslı ve yalnız ilk kelimenin ilk harfi büyük olmalıdır. Üçüncü düzey başlıklar her ne kadar önerilmese de eğer gerekli ise kullanılabilir ve sola yaslı ve sadece ilk kelimenin ilk harfi büyük şekilde yazılmalıdır.
13. Makale içindeki atıflarda özel durumlar dışında “yazar ve tarih” sistemi kullanılmalıdır. Birden çok kaynağa aynı anda atıf yapılacaksa yayınlar noktalı virgül ile ayrılmalı ve kronolojik sıra ile verilmelidir. Örneğin: (SoyadıA, 2002; SoyadıB ve ark., 2008; SoyadıC, 2008; SoyadıD1 ve SoyadıD2, 2012). İki yazarlı eserlerde yazar isimleri “ve” (yabancı dildeki

kaynaklarda “and”) ile ayrılmalı, çok yazarlı eserlerde “ve ark.” (yabancı dildeki kaynaklarda “et al.”) kullanılmalıdır. Örneğin: Soyadı1 (2007), Soyadı1 ve Soyadı2 (2005), Soyadı1 ve ark. (2003). Tek yazarlı veya birden fazla yazarlı yayınların çoklu kullanışlarında tarihe göre sıralanmalı, aynı yıldaki birçok yayının kullanılmasında ise (yazar grupları aynı olmasa bile) küçük harf ile ayrılmalıdır. Örneğin: Sönmez ve ark. tarafından 1999 yılında yapılmış üç ayrı çalışmaya atıf yapılacaksa, önce alfabetik olarak sıralanmalı, ardından yıldan sonra sırasıyla a, b ve c yazılmalıdır. Metin içinde atıf yaparken Sönmez ve ark. (1999a), Sönmez ve ark. (1999b) ve Sönmez ve ark. (1999c) şeklinde yazılmalıdır.

14. Metin içinde anılan bütün literatür, “Kaynaklar Listesi”nde yer almalıdır. Kaynaklar listesi alfabetik sırada ve yazar-tarih sistemine göre verilmelidir. Aynı yazarın iki veya daha fazla yayını kullanılmış ise Kaynaklar Listesinde eski tarihli yayın önce verilmelidir. Makale başlıkları ve kitap bölümü adları, ilk kelimenin ilk harfi ve özel isimler hariç küçük harflerle yazılmalıdır. Kitap adının her kelimesinin ilk harfi büyük harf olmalıdır. Bir kuruluşun yayınları ise yayın numarasıyla verilmeli, değilse basıldığı matbaa adı ve şehri belirtilmelidir. Literatürün yayımlandığı dergi adı kısaltma yapılmadan açık olarak yazılmalıdır. Kaynakların yazımında ilk satır sola yaslanmalı, izleyen satırlar 0.5 cm içeri çekilmelidir. Literatür yazım şekli için örnekler aşağıda verilmiştir.

Kaynak makale ise:

Uzmay C, Kaya İ, Akbaş Y, Kaya A. 2003. Siyah Alaca ineklerde meme ve meme başı formu ile laktasyon sırası ve laktasyon döneminin subklinik mastitis üzerine etkisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 27(3): 695-701.

Kaynak kitap ise:

Düzgüneş O, Eliçin A, Akman N. 1991. Hayvan Islahı. 2. Baskı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1212, Ders Kitabı: 349. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Baskı Ofset Ünitesi, Ankara.

Kaynak bir kitaptan bölüm ise:

Karaca O. 1997. Keçilerde yetiştirme işleri. *Keçi Yetiştirme*, s. 102-114. M. Kaymakçı, Y. Aşkın, editör. Baran Ofset, Ankara.

Kaynak sempozyum veya kongre bildirisi ise:

Gönüloğlu E, Ülger P, Bilgen H. 1999. Trakya Bölgesi’nde kullanılan sağım makinalarının performans değerlerinin belirlenmesi. Uluslararası Hayvancılık’99 Kongresi, 21-24 Eylül 1999, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir, s.125-132.

Kaynak Web sitesi ise (varsa yazarlar, yayının tarihi ve belgenin adı. Tam URL adresi ve erişim tarihi):

Rayens B. 2004. Practical nonparametric statistics. <http://www.ms.uky.edu/~rayens/teaching/sta673/sta673.html> (15 Nisan 2004).

Efe E, Bek Y, Şahin M. 2000. SPSS’te çözümleri ile istatistik yöntemler. <http://www.ksu.edu.tr/kisisel/eefe/spss.pdf> (15 Nisan 2004).

Makaleler, **DergiPark** (<https://dergipark.org.tr/tr/pub/hayuretim>) üzerinden işleme alınır ve konusunda uzman iki hakem tarafından değerlendirilir, ancak gerek duyulduğunda üçüncü ve sonrasında dördüncü bir hakeme gönderilebilir. Çalışmaların bilimsel etik açıdan her türlü sorumluluğu yazarlara aittir. Hakem görüşlerine bir ay içinde cevap verilmeyen çalışmalar değerlendirme dışı bırakılır.

Hayvansal Üretim dergisinin zamanında ve düzenli olarak yayınlanabilmesi için derginin basım masrafları yazarlardan talep edilmektedir. Hakem değerlendirmeleri sonucu kabul edilen çalışmalar, bu aşamadan sonra geri çekilemez. Kabul edilen bir makale yayınlanacağı şekilde düzenlendikten sonra, son kontrol için sorumlu yazara gönderilir. Basım ücreti 600 TL’dir ve basım öncesi yazar(lar)a bildirilerek talep edilir. Basım ücreti ödenmeyen çalışma yayınlanmaz. Basıma kabul edilen makalelerin yayımlandığı dergi, yazar sayısı kadar yazışma yapılan yazara gönderilir.





COPYRIGHT RELEASE FORM

Ege Animal Science Association
Journal of Animal Production

(Title of paper):.....

.....

The undersigned authors warrant that the article submitted to the Journal of Animal Production is original, is not under consideration by another journal, has not been previously published, or that if it has been published in whole or in part, any permission necessary to publish it in the Journal of Animal Production has been obtained and provided to the editor of the Journal of Animal Production together with the original copyright notice. We sign for and accept responsibility for releasing this material.

Copyright to the above article is hereby transferred to Ege Animal Science Association, effective upon acceptance for publication. However, the following rights are reserved by the authors:

1. All proprietary rights other than copyright, such as patent rights,
2. The right to use, free of charge, all or part of this article in future works of their own, such as books or lectures, and
3. The right to reproduce the article for their own purposes provided the copies are not offered for sale.

In all of the above cases, the article's publication in the Journal of Animal Production must be appropriately stated as a complete reference.

To be signed by all authors:

Name:.....Signature:.....Date:.....

Name:.....Signature:.....Date:.....

Name:.....Signature:.....Date:.....

Name:.....Signature:.....Date:.....

Name:.....Signature:.....Date:.....

Name:.....Signature:.....Date:.....

Name of the correspondence author:

Address:.....

Telephone: Fax: E-mail:.....

Note: Please complete and sign this form and send it with your manuscript to the Editor of the Journal of Animal Production.



TELİF HAKKI DEVİR FORMU

Ege Zootechnical Association
“Hayvansal Üretim”

(Makale Adı): _____

Biz aşağıda imzaları bulunan yazarlar, sunduğumuz yukarıda başlığı yazılı makalenin orijinal olduğunu, daha önce yayınlanmadığını, başka herhangi bir dergiye yayınlanmak üzere gönderilmediğini, eğer tümüyle veya bir bölümü yayınlandı ise Hayvansal Üretim dergisinde yayınlanabilmesi için gerekli her türlü izin alındığını ve orijinal telif hakkı devri formu ile birlikte Hayvansal Üretim dergisi editörlüğüne gönderildiğini garanti ederiz.

Bu belge ile makalenin telif hakkı Zootechnical Association’ne devredilmiş, Hayvansal Üretim dergisi editörlüğü makalenin yayınlanabileceği konusunda yetkili kılınmıştır. Bununla birlikte yazarların aşağıdaki hakları saklıdır.

1. Telif hakkı dışında kalan patent vb. bütün tescil edilmiş haklar,
2. Yazar(lar)ın gelecekte yazacakları kitap ve ders notu gibi çalışmalarında makalenin tümü ya da bir bölümünü ücret ödemeksizin kullanma hakkı,
3. Makaleyi satmamak koşulu ile kendi amaçları için çoğaltma hakkı,

Fakat bütün bu durumlarda makalenin Hayvansal Üretim dergisinde yayınlandığını gösteren tam referans mutlaka verilmelidir.

Bütün yazarlar tarafından imzalanmak üzere:

Adı ve Soyadı İmza: Tarih:

Adı ve Soyadı: İmza: Tarih:

Adı ve Soyadı: İmza: Tarih:

Adı ve Soyadı: İmza: Tarih:

Adı ve Soyadı: İmza: Tarih:

Adı ve Soyadı: İmza: Tarih:

Adı ve Soyadı: İmza: Tarih:

Yazışma yapılacak yazarın adı:

Adresi:

Telefon: Faks: E-posta:

Not: Bu formu doldurup imzalayarak ilk başvuru sırasında makale ile birlikte dergi editörüne gönderiniz.