

ISSN 1301-9597
e-ISSN 2645-9043

JOURNAL OF ANIMAL PRODUCTION

Hayvansal Üretim

YEAR
YIL

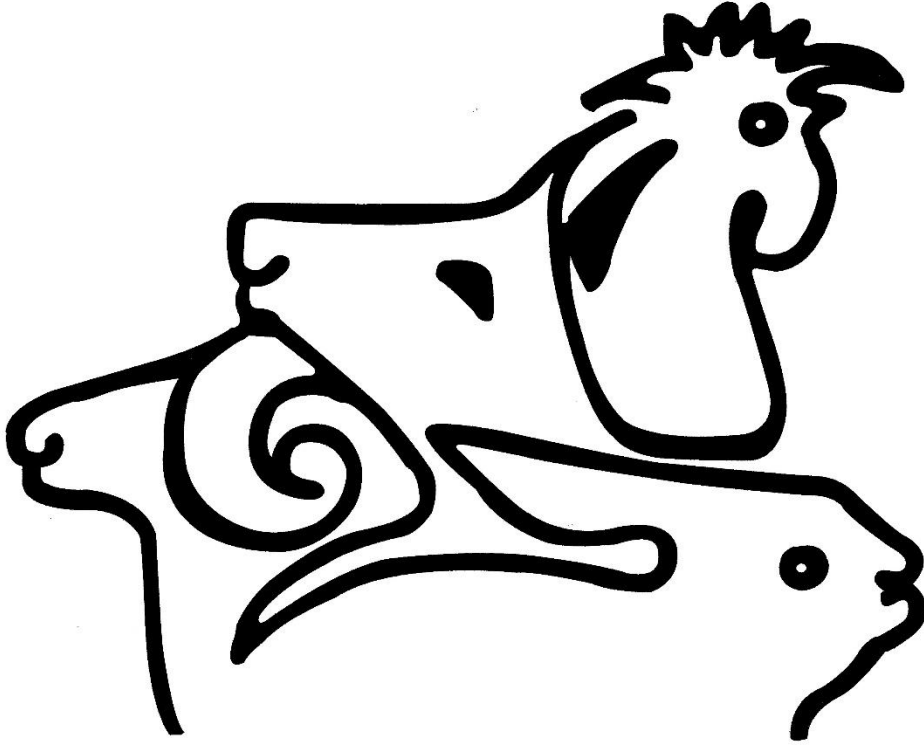
2024

VOLUME
CİLT

65

NUMBER
SAYI

2



Published by Ege Animal Science Association
Ege Zootekni Derneği Yayınıdır



IMPORTANT INFORMATION
(Önemli Bilgi)

Number of citations is a vital criterion for not only the articles but also evaluation of the journals. It's noticed that there have been some wrong citations in the Journal of Animal Production.

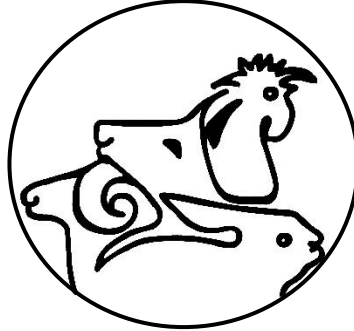
Atıf sayısı hem makalelerin hem de dergilerin değerlendirilmesinde önemli bir kriterdir. Yapılan atıflar incelendiğinde Hayvansal Üretim dergisindeki makalelere bazen doğru atıf yapılmadığı saptanmıştır.

It must be written the name of the journal 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” kullanılmalıdır.

Journal name of abbreviation must be “**Hay. Üret.**” as Turkish, but in English “**J. Anim. Prod.**” Except for obligatory situations, Turkish name of the journal and abbreviation 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 Akademik Reserch Engine (BASE), 2018*
- *ResearchBib, 2018*
- *Sobiad, 2018*
- *TR Atıf Dizin, 2018*

ISSN 1301-9597
e-ISSN 2645-9043



JOURNAL OF ANIMAL PRODUCTION

(HAYVANSAL ÜRETİM)

Year (Yıl): 2024 Volume (Cilt): 65 Number (Sayı): 2

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

Zir. Müh. Rıza DÖNMEZ
Dernek Başkanı

Editor in Chief
(Baş Editör)

Doç Dr. Çağrı KANDEMİR

Managing Editors
(Editör Yardımcıları)

Prof. Dr. Figen KIRKPINAR
Prof. Dr. Özer Hakan Bayraktar
Prof. Dr. Servet YALÇIN
Prof. Dr. Sezen ÖZKAN
Prof. Dr. Turgay TAŞKIN
Prof. Dr. Zümrüt AÇIKGÖZ
Doç. Dr. Cengiz ERKAN
Doç. Dr. Muazzez CÖMERT ACAR
Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ŞEREMET

Language Editors
(Dil Editörleri)

Öğr. Gör. Nilgun DUNGAN
Dr. Öğr. Üyesi Cihan ÇAKMAKÇI

Statistic Editors
(İstatistik Editörleri)

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

Spelling Editors
(Yazım Editörleri)

Arş. Gör. Dr. Ekin VAROL
Arş. Gör. Dr. Helin ATAN



JOURNAL OF ANIMAL PRODUCTION

(HAYVANSAL ÜRETİM)

International Editorial Board in Alphabetical Order of Name (Uluslararası Yayın Kurulu)

- Alisa PİRLOG, Prof. Dr.
Angel VODENİCHAROV, Prof. Dr.
Askarbak TULOBAEV, Prof. Dr.
Ba Tiep NGUYEN, Dr.
Calogero STELLETTA, Prof. Dr.
Cecilia COSTA, Dr.
Cemal UN, Prof. Dr.
Charles I. ABRAMSON
Dal Bosco ALESSANDRO, Prof. Dr.
Dušan PALIĆ, Prof. Dr.
Enes TAYLAN, Dr.
Erdoğan MEMİLİ, Dr.
Eslam FAİD-ALLAH, Doç. Dr.
Fatih HATİPOĞLU, Prof. Dr.
Figen KIRKPINAR, Prof. Dr.
Gniewko NIEDBALA, Prof. Dr.
Hayrettin OKUT, Prof. Dr.
Janka VAŠKOVÁ, Doç. Dr.
Javier LOPEZ-BALTAZAR, Dr.
Jiban SHRESTHA, Dr.
Juan Manuel SANCHEZ-YAÑEZ, Prof. Dr.
Kadyrbai CHEKİROV, Doç. Dr.
Kushvar MAMMADOVA, Dr.
Larisa CAISIN, Prof. Dr.
Laura Hernández HURTADO, Dr.
Marwa FAYED, Doç. Dr.
Maria Graca LOPES, Prof. Dr.
Markéta MIHÁLIKOVÁ, Yrd. Doç. Dr.
Mehmet Ulaş ÇINAR, Prof. Dr.
Mohammad Sohitudul İSLAM, Prof. Dr.
Muhammad Aamir IQBAL, Doç. Dr.
Muhammad Qasim SHAHID, Doç. Dr.
Navid GHAVÍ HOSSEİN-ZADEH, Prof. Dr.
Noureddine DJEBLI, Prof. Dr.
Panagiotis SİMİTZİS, Yrd. Doç.
Patrick Heslop-Harrison, Prof. Dr.
Paul CROSS, Dr.
Peter SCHAUSBERGER, Prof. Dr.
Peter YANKOV, Doç. Dr.
Raphaël Guatteo, Prof. Dr.
Rodica MARGĂOAN, Dr.
Servet YALÇIN, Prof. Dr.
Shimon HARRUS, Prof. Dr.
Stanisaw HURUK, Prof. Dr.
Sezen ÖZKAN, Prof. Dr.
Tugrul GIRAY, Prof. Dr.
Vinayak S. SHEDEKAR, Prof. Dr.
Vladimer TSİTSİSHVİLİ, Prof. Dr.
Yuriy Kravchenko, Doç. Dr.
- alisa.pirlog@gmail.com
angvod@uni-sz.bg
askarbak.tulobayev@manas.edu.kg
nbtiep@vnu.edu.vn
calogero.stelletta@unipd.it
cecilia.costa@crea.gov.it
cemal.un@ege.edu.tr
charles.abramson@okstate.edu
alessandro.dalbosco@unipg.it
d.palic@lmu.de
enes.taylan@cshs.org
ermemili@pvamu.edu
ifaidallah@yahoo.com
fhatip@selcuk.edu.tr
figen.kirkpinar@ege.edu.tr
gniewko.niedbala@up.poznan.pl
hokut@kumc.edu
janka.vaskova@upjs.sk
javier_lopez@hotmail.com
jibshrestha@gmail.com
syanez@umich.mx
kadyrbai.chekirov@manas.edu.kg
kgmammadova@gmail.com
caisinlarisa@mail.ru
idoiadiaz@ccmijesususon.com
marwa.fayed@fop.usc.edu.eg
mdlopes@icbas.up.pt
mihalikova@af.czu.cz
mucinar@erciyes.edu.tr
mohd.sh.islam@connect.polyu.hk
aamir1801@yahoo.com
mfsuaf@yahoo.com
nhosseinzadeh@guilan.ac.ir
djebli_n@yahoo.fr
pansimitzis@aua.gr
phh4@le.ac.uk
paul.cross@bangor.ac.uk
peter.schausberger@univie.ac.at
p_s_yankov@abv.bg
raphael.guatteo@oniris-nantes.fr
rodica.margaoan@usamvcluj.ro
servet.yalcin@ege.edu.tr
shimon.harrus@mail.huji.ac.il
shuruk@pu.kielce.pl
sezen.ozkan@ege.edu.tr
tugrul.giray@upr.edu
shedekar.1@osu.edu
v.tsitsishvili@gmail.com
kravch@nubip.edu.ua
- The State Agrarian University of Moldova, MOLDOVA
Trakia University Stara Zagora, BULGARIA
Manas University, KYRGYZ REPUBLIC
Hanoi University of Agriculture, VIETNAM
University of Padova, ITALY
Council for Agricultural Research, ITALY
Ege University, TÜRKİYE
Oklahoma State University, USA
The Università degli Studi di Perugia, ITALY
Ludwig-Maximilians-University, GERMANY
Institute at Cedars-Sinai Medical Center, USA
Mississippi State University, USA
Menofia University, EGYPT
Manas University, KYRGYZ REPUBLIC
Ege University, TÜRKİYE
University of Life Sciences in Poznań, POLAND
University of Kansas, ABD
At Pavol Jozef Safarik University, SLOVAKIA
Zone Universite Laval, CANADA
Nepal Agricultural Research Council, NEPAL
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, MEXICO
Manas University, KYRGYZ REPUBLIC
Azerbaijan State Agricultural University, AZERBAIJAN
The State Agrarian University of Moldova, MOLDOVA
Research Assistant at Instituto Politécnico de Portalegre, SPAIN
University of Sadat City, EGYPT
University of Porto, PORTUGAL
Czech University of Life Sciences Prague, CZECH REPUBLIC
Erciyes University, TÜRKİYE
Hajee Mohammad Danesh Science, BANGLADESH
University of Poonch Rawalakot, PAKISTAN
South China Agricultural University, CHINA
University of Guilan, IRAN
Mostaganem University, ALGERIA
Agricultural University of Athens, GREECE
University of Leicester, UNITED KINGDOM
Bangor University, UNITED KINGDOM
University of Vienna, AUSTRIA
Technical University of Varna, BULGARIA
ONIRIS-Veterinary School, FRANCE
Researcher at University of Agricultural Sciences, ROMANIA
Ege University, TÜRKİYE
Hebrew University of Jerusalem, ISREAL
The Jan Kochanowski University, POLAND
Ege University, TÜRKİYE
University of Puerto Rico, PUERTO RICO
The Ohio State University, USA
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, GEORGIA
National University of Life, UKRAINE

The referees list / Hakem listesi

Journal of Animal Production is a peer-reviewed journal. List of referees is given in the last press 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 Turkey. Detail information about Ege Animal Science Association and Journal of Animal Science could be finding from the web site of the Ege Animal Science Association or correspondence address of the journal given below. Guidelines to authors are also given at the end of each issue of the journal.

Hayvansal Üretim dergisi, Ege Zootekni Derneği'nin "yaygın süreli" bir yayımıdır. 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):

Doç Dr Çağrı KANDEMİR

Journal of Animal Production Editor in Chief

Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science
35100 Bornova, İzmir-TURKEY

Phone (Tel): +90 (232) 311 2718 (sekreter) **Fax:** +90 (232) 388 1867

E-posta (e-mail): cagri.kandemir@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 Adress (Ege Zootekni Derneği Yönetim Adresi):

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

Publishing House (Basımevi):

Ege Üniversitesi Rektörlüğü Basımevi Müdürlüğü, No:172/134

Kampus İçi Bornova / İZMİR TÜRKİYE

Tel: 0 (232) 311 20 59

Journal Publication Date (Dergi Basım Tarihi):

31.12.2024



The referees list / Hakem listesi

Journal of Animal Production is a peer-reviewed journal, 2024 list of referees is given below.

Hayvansal Üretim hakemli bir dergi olup, 2024 yılı hakem listesi aşağıda sunulmuştur.
(in alphabetical order /Alfabetik sıralı)

Ahmet UÇAR	ucara@ankara.edu.tr
Ali KAYGISIZ	alokaygisiz@ksu.edu.tr
Atakan KOÇ	akoc@adu.edu.tr
Ayhan CEYHAN	aceyhan@ohu.edu.tr
Banu YÜCEL	banu.yucel@ege.edu.tr
Biol DAĞ	bdag@selcuk.edu.tr
Cengiz ELMACI	elmaci@uludag.edu.tr
Cengiz ERKAN	cerkan@yyu.edu.tr
Cemil TÖLÜ	cemiltolu@comu.edu.tr
Çiğdem ŞEREMET	cigdem.seremet@ege.edu.tr
Coşkun KONYALI	ckonyali@comu.edu.tr
Deray SAYGI	deraysaygi@kayseri.edu.tr
Devrim OSKAY	doskay@nku.edu.tr
Ekin VAROL	ekin.varol@ege.edu.tr
Emre ALARSLAN	alarslanemre@yahoo.com
Eymen DEMİR	eymendemir@akdeniz.edu.tr
Ferda KARAKUŞ	fkarakus@yyu.edu.tr
Figen KIRKPINAR	Figen.kirkpinar@ege.edu.tr
Fulya ÖZDİL	fozdil@nku.edu.tr
Hacer TÜFEKÇİ	hacer.tufekci@bozok.edu.tr
Halit Deniz ŞİRELİ	hdsireli@gmail.com
Hasan ÇELİKYÜREK	hasancy@yyu.edu.tr
Hasan Hüseyin İPÇAK	huseyinipcak@gmail.com
Hasan ÖNDER	honder@omu.edu.tr
Hüseyin Cem GÜLER	cemguler@yyu.edu.tr
Kadir ERENŞOY	kadir.erensoy@omu.edu.tr
Kemal KARABAĞ	karabag@akdeniz.edu.tr
Levent MERCAN	lmercan@omu.edu.tr
M. İhsan SOYSAL	misoyal@nku.edu.tr
Mahmut KESKİN	mkeskin@mku.edu.tr
Mehmet KOYUNCU	koyuncu@uludag.edu.tr
Mehmet Akif BOZ	m.akif.boz@bozok.edu.tr
Muazzez CÖMERT ACAR	muazzez.comert@ege.edu.tr
Mürsel ÖZDOĞAN	mozdogan@adu.edu.tr
Özer Hakan BAYRAKTAR	ozzer.hakan.bayraktar@ege.edu.tr
Rahşan İVGİN TUNCA	rahsantunca@mu.edu.tr
Raziye İŞİK	risik@nku.edu.tr
Serap GONCU	sgoncu@cu.edu.tr
Semih Altan	semih.altan@dicle.edu.tr
Serkan ÖZKAYA	serkanozkaya@isparta.edu.tr
Servet YALÇIN	servet.yalcin@ege.edu.tr
Sezen ÖZKAN	sezen.ozkan@ege.edu.tr
Sibel SOYCAN ÖNENÇ	ssonenc@nku.edu.tr
Şeniz ÖZİŞ ALTINÇEKİÇ	seniz@uludag.edu.tr
Şenol ÇELİK	senolcelik@bingol.edu.tr
Tugay AYAŞAN	tugayayasan@osmaniye.edu.tr
Turgay ŞİŞMAN	tsisman@atauni.edu.tr
Turgay TAŞKIN	turgay.taskin@ege.edu.tr
Turgut AYGÜN	taygun@bingol.edu.tr
Turgut KIRMIZIBAYRAK	turgut98@hotmail.com
Ülkü Gülcihan ŞİMŞEK	gsimsek@firat.edu.tr
Ümran ŞAHAN	umran@uludag.edu.tr
Yasemin ÖNER	yoner@yildiz.edu.tr
Zümrüt AÇIKGÖZ	zumrut.acikgoz@ege.edu.tr



JOURNAL OF ANIMAL PRODUCTION

(Hayvansal Üretim)

YEAR 2024
YIL

VOLUME 65
CİLT

NUMBER 2
SAYI

CONTENTS (İçindekiler)

RESEARCH ARTICLES (Araştırma Makaleleri)

Accuracy in Pedigree Records in Hair Goats: New Microsatellite Based Paternity Test Panels

Kıl Keçilerinde Pedigri Kayıtlarında Doğruluk: Yeni Mikrosatellit Tabanlı Babalık Test Panelleri

Orhan KARACA, Onur YILMAZ, Nezih ATA, Semih SEVİM, İbrahim CEMAL 100

Interaction Effects of Somatic Cell Count and Milk Yield on Milk Composition in Lactating Dairy Cows: A Synergistic Analysis

Laktasyon Dönemindeki Süt İneklerinde Somatik Hücre Sayısı ve Süt Verimi Etkileşiminin Süt Kompozisyonu Üzerindeki Etkileri: Sinerjik Bir Analiz

Halil TOSUN 109

Effect of Ensiling Time on Microbial Composition and Aerobic Stability of Total Mixture Ration

Silolama Süresinin Toplam Rasyon Karışımının Mikrobiyal Kompozisyonu ve Aerobik Stabilitesi Üzerine Etkisi

Derya TÜRK, Kadir ERTEN, Fisun KOÇ 119

Improving Egg Production, Quality and Eggshell Hygiene by Supplementation of Sage (*Salvia officinalis*) and Lavender (*Lavandula angustifolia*) Essential Oils into Drinking Water

İçme Suyuna Adaçayı (*Salvia officinalis*) ve Lavanta (*Lavandula angustifolia*) Esansiyel Yağ İlavesiyle

Yumurta Verimi, Kalitesi ve Yumurta Kabuk Hijyeninin Artırılması

İbrahim Halil GÜMÜS, Ezgi SENSES, Arda SÖZCÜ 130

The Effect of Adding the Cracked Corn to the Ration at Finishing Period on Fattening and Morphological Traits in Male Quails

Bitirme Döneminde Rasyona Kırık Mısır İlavasının Erkek Bildircinlarda Besi ve Morfolojik Özellikler Üzerine Etkisi

Haydar KARADAS, Yasin KAHYA, Ahmet UÇAR 140

Growth, Welfare and Leg Soundness Traits in Genetically Different ANADOLU-T Broiler Pure Lines and Hybrids

Genetik Olarak Farklı ANADOLU-T Etlik Piliç Saf Hatları ve Hibritlerde Büyüme, Refah ve Bacak Sağlamlığı Özellikleri

Kadir ERENŞOY 149

A Study on the Technical and Structural Characteristics of Nomadic Sheep Breeding Enterprises: Diyarbakır Province Example

Göçer Koyunculuk İşletmelerinin Teknik ve Yapısal Özellikleri Üzerine Bir Çalışma: Diyarbakır İli Örneği

Salıha AYAN, Ayhan YILMAZ 161

Relationships Between Some Quality Characteristics and Formation of Blood and Meat Spots in Organic Table Eggs

Organik Sofralık Yumurtalarda Bazı Kalite Özellikleri ile Et ve Kan Lekesi Oluşumu Arasındaki İlişkiler

Çigdem ŞEREMET, Hüseyin Cem GÜLER 172

REVIEWS (Derlemeler)

Use of Chitosan and Chitosan oligosaccharides in Ruminant Nutrition

Kitosan ve Kitosan oligosakkaritlerinin Ruminant Hayvan Beslemede Kullanımı

Sibel SOYCAN ÖNENÇ, Tuğçe EKŞİ 186

Royal Jelly; Biochemical Properties, Activity and Medical Use

Arı Sütü; Biyokimyasal Özellikleri, Aktivitesi ve Tıbbi Kullanımı

Ekin VAROL, Ralitsa BALKANSKA, Banu YÜCEL 196

Instructions for Authors

Yazım Kuralları

Copyright Release Form

Telif Hakkı Devir Formu

Orhan KARACA ¹ , Onur YILMAZ ¹ * , Nezih ATA ¹ , Semih SEVİM ² , İbrahim CEMAL ¹ 

¹ Department of Animal Science, Aydın Adnan Menderes University Faculty of Agriculture, Aydın, 09000, Türkiye;
² Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Aydın, 09000, Türkiye;

Accuracy in Pedigree Records in Hair Goats: New Microsatellite Based Paternity Test Panels[#]

ABSTRACT

Objective: The aim of the study was to establish microsatellite-based paternity test panels that can be used in paternity tests for Hair goat populations bred in Aydın and Denizli provinces, and to evaluate them in terms of paternity test parameters.

Material and Methods: The animal material of the study consisted of a total of 247 hair goats (42 bucks and 205 kids) in Hair goat farms in Aydın and Denizli provinces. The 18 microsatellites used in the study were evaluated in terms of molecular genetic parameters obtained from genotyping. After the evaluation, microsatellites were ranked from highest to lowest based on their individual exclusion probability values. Eighteen paternity test panels were created by sequentially adding a new microsatellite with a lower individual exclusion probability than the previous one to the microsatellite with the highest exclusion probability. Molecular genetic test statistics were obtained for the paternity test panels.

Results: In the study, 306 alleles were observed. The observed heterozygosity ratio (Ho) ranged from 0.69 to 0.95, while the expected heterozygosity ratio (He) ranged from 0.72 to 0.92. In the study, individual P-probability of exclusion (PE) values ranged from 0.316 to 0.719, while the combined probability of exclusion (CPE) values for the paternity test panels ranged from 0.7188 to 0.9999. Among the paternity test panels, Panel -7 and the following panels showed values above the threshold value reported in the literature in terms of the combined probability of exclusion.

Conclusion: According to the study findings, Panels 7 and 8, designed for paternity testing with fewer microsatellite markers, can be more cost-effective and practical for Hair goat populations compared to other panels. The findings obtained from the study make a significant contribution and provide a perspective for improving hand-mating practices. This is crucial within the framework of the "National Genetic Improvement Project for Small Ruminants at Breeders' Conditions" coordinated by the General Directorate of Agricultural Research and Policies.

Keywords: Microsatellite, probability of exclusion, goat, DNA

Kıl Keçilerinde Pedigree Kayıtlarında Doğruluk: Yeni Mikrosatellit Tabanlı Babalık Test Panelleri

ÖZ

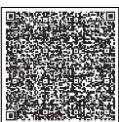
Amaç: Çalışmanın amacını, Aydın ve Denizli illerinde yetiştirilen Kıl keçi popülasyonlarında babalık testlerinde kullanılabilir mikrosatellit temelli babalık test panellerinin oluşturulması ve bunların babalık test parametreleri açısından değerlendirilmesi oluşturmıştır.

Materyal ve Metot: Çalışmanın hayvan materyalini Aydın ve Denizli illerindeki Kıl keçi işletmelerinde bulunan 42 teke ve 205 oğlak olmak üzere toplam 247 baş Kıl keçi oluşturmıştır. Çalışmada kullanılan 18 mikrosatellit ilişkili genotiplerle sonuçta elde edilen moleküler genetik parametreler bakımından değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda mikrosatellitler, bireysel dışlama olasılığı değerlerine göre büyükten küçüğe sıralanmış ve en yüksek dışlama olasılığı olan mikrosatellite bir öncekinden daha düşük bireysel dışlama olasılığı olan yeni bir mikrosatellit eklenerek on sekiz babalık test paneli oluşturulmuştur. Oluşturulan babalık test panellerine yönelik olarak moleküler genetik test istatistikleri elde edilmiştir.

Bulgular: Çalışmada 306 allel gözlemlenmiştir. Lokuslar bazında gözlenen heterozigotluk oranı (Ho) 0.69 ile 0.95 arasında, beklenen heterozigotluk oranı (He) ise 0.72 ile 0.92 arasında olmuştur. Çalışmada, bireysel dışlama olasılığı (PE) değerleri 0.316 ile 0.719 arasında değişim gösterirken oluşturulan babalık test panellerine ilişkin kombine dışlama olasılık değerleri (CPE) 0.7188 ile 0.9999 aralığında olmuştur. Oluşturulan babalık test panellerinden Panel -7 ve sonraki paneller literatür tarafından combine dışlama olasılığı bakımından bildirilen eşik değer üzerinde değerler almıştır.

Sonuç: Gerçekleştirilen çalışma sonuçlarına göre daha az mikrosatellit işaretleyici ile babalık testleri için oluşturulan Panel 7 ve 8'in diğer panellere göre Kıl keçi popülasyonlarında daha ucuz ve pratik olarak kullanılabilir ortaya konmuştur. Ayrıca gerçekleştirilen araştırmadan elde edilen bulgular Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'nün koordinasyonunda gerçekleşen "Halk Elinde Hayvan Islahı Ülkesele Projeleri" kapsamında önemli bir sorun olan elde aşım uygulamalarının kontrolüne yönelik önemli bir katkı ve bakış açısı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Mikrosatellit, dışlama olasılığı, keçi, DNA



How to cite:

Karaca O, Yılmaz O, Ata N, Sevim S, Cemal İ. 2024. Accuracy in Pedigree Records in Hair Goats: New Microsatellite Based Paternity Test Panels. Journal of Animal Production, Vol: 65 (2): 100-108, <https://doi.org/10.29185/hayretim.1500272>





INTRODUCTION

Goat breeding traditionally holds a special place in the Turkish economy. This importance stems from the goat's ability to utilize generally short and infertile pastures, fallow, stubble, and areas unsuitable for crop production and transform them into products such as meat, milk, fleece, hair, and leather (Koyuncu and Taşkın, 2016; Tolunay et al., 2016; Ceyhan et al., 2017; Günlü and Mat, 2021).

Hair goats constitute the majority of our goat population (FAOSTAT, 2022). In this context, the livelihoods, especially the food requirements, of the rural population living in mountain villages in and near forests are largely dependent on Hair goats. The reason why many people stay in rural areas is for goat or sheep breeding. Small ruminant breeders, especially hair goat breeders, utilize natural resources to produce their goods at almost zero cost, except for their labor (Cedden et al., 2020; Ergün and Bayram, 2021; Günlü and Mat, 2021).

Determining the yields of hair goats, increasing the existing yields by considering breeder and consumer demands, and ensuring the sustainability of the breeding structure can be achieved through a genetic breeding program tailored to breeder conditions and specific to local circumstances. An effective breeding program can be achieved through pedigree breeding (Özsoy and Yıldız, 2019).

As with other livestock, it is crucial to maintain mating and birth records in goat breeding to gather information on the production potential of herds in a healthy manner (Çelikyürek et al., 2019). In addition, it is important to emphasize the formation of the possibility of maintaining special yield records and yield records based on pedigree records. However, the challenge of verifying the accuracy of the results reported in hand-mating practices implemented in numerous breeding programs conducted in the field, as well as the precise identification of the parents, remains relevant (Yılmaz and Karaca, 2012; Yılmaz et al., 2018; Keskin et al., 2019).

Especially in farm animals such as sheep and goats, which have multiple births and are raised together in flocks, many mistakes can occur in recording parental information due to various reasons. Incorrect data can be entered into pedigree records. In such suspicious cases, accurate information can be revealed by implementing parental control methods (Yılmaz, 2016; McClure et al., 2018; Flanagan and Jones, 2019; Cui et al., 2020).

Parental errors can lead to a negative direct maternal genetic correlation taking a positive value. They can also result in a decrease in the level of direct maternal heritability, genetic progress, and the accuracy of the estimated breeding value (Badzioch et al., 2003; Harder et al., 2005; Hinrichs and Suarez, 2005). In addition, a pedigree error of 10% per year results in a 3-4% decrease in genetic progress (Israel and Weller, 2000; Banos et al., 2001; Vandeputte et al., 2006; Nwogwugwu et al., 2020).

The most reliable tests used to determine paternity are performed by molecular genetic methods (Anuniação and Filho, 2000; Ma et al., 2006). The most commonly used DNA-based genetic analysis methods in parentage testing are SNP and STR methods (Yılmaz and Karaca, 2012; Yılmaz, 2016; Kaiser et al., 2017; Yılmaz et al., 2018; Flanagan and Jones, 2019; Keskin et al., 2019; Ossowski et al., 2022).

The accuracy of parental information in the pedigree register is crucial for establishing a reliable pedigree register for breeding studies in small ruminants breeding. Small ruminants breeding is one of the significant branches of livestock breeding in our country. An important infrastructure has been established for performance recording under breeder conditions in many provinces through the sub-projects within the scope of the "National Genetic Improvement Project for Small Ruminants at Breeders' Conditions" coordinated by the General Directorate of Agricultural Research and Policies. However, there are challenges that need to be addressed in ensuring the accuracy of the parentage information of the offspring resulting from the hand-mating activities that are being implemented or attempted in a limited segment of the population with significant efforts in these sub-projects.

In this study, the aim was to determine the molecular genetic characteristics of Hair goats raised in Aydın and Denizli provinces using specific microsatellite markers and to explore the feasibility of developing paternity test panels with suitable markers.



MATERIAL and METHODS

Animal Material

The animal material for the study comprised a total of 247 hair goats, including 205 kids born on the farms where hand-mating was implemented as part of the "Hair Goat Breeding" project initiated by the General Directorate of Agricultural Research and Policies in Aydın and Denizli provinces, and 42 goats born on farms where hand mating was practiced. The distribution of animal material is provided in Table 1.

Table 1. Animal material

Tablo 1. Hayvan materyali

Province	District	Number of Farms	Number of Samples		Total
			Kids	Bucks	
Aydın	Bozdoğan	3	96	20	116
	Karacasu				
	Kuyucak				
Denizli	Babadag	4	109	22	131
	Çal				
	Honaz				
Total		7	205	42	247

DNA Isolation Method

DNA was isolated from blood samples taken from the jugular vein into vacuum tubes containing K3-EDTA using a commercial isolation kit (Applied Biological Materials Column-Pure Blood Genomic DNA Kit, Canada). The quantity and quality of the DNA samples obtained were controlled using NanoDrop 2000 (Thermo Scientific, USA).

PCR and Genotyping

In the study, 18 microsatellite markers recommended by FAO (2011) were used. Information about the multiplex groups formed with the microsatellites used is provided in Table 2.

Table 2. Multiplex groups formed with microsatellites

Tablo 2. Çalışmada oluşturulan multipleks gruplar

Multipleks-1 (M1)	Multipleks-2 (M2)	Multipleks-3 (M3)
INRA0023	CSR0247	INRA063
INRA0005	McM0527	MAF0065
OarFCB20	SRCRSP0005	SRCRSP0008
ILST0019	ILSTS0087	SRCRSP0024
BM1818	SRCRSP0023	BM1258
INRA0132	HSC (OLADRB)	
	BM1329	

A PCR mixture containing 10X PCR Buffer, MgCl₂, dNTP mixture (dATP, dTTP, dGTP, dCTP), 18 fluorescently labeled microsatellite markers (Sigma, Interlab, İzmir), Taq DNA Polymerase Enzyme, ~100 ng of genomic DNA and sterile ddH₂O were prepared in tubes with a total volume of 25 µl. The Touch-Down PCR method (Hecker and Roux, 1996) was utilized to conduct DNA amplification more efficiently and rapidly (Table 3).



Table 3. Touchdown PCR conditions

Tablo 3. Touchdown PCR koşulları

Multiplex Group	First Denat.	Denat.	Annealing	Extension	Cycle	Final Extension
M1	95 °C (5 min)	95 °C (40 s)	60-50 °C (40 s)	72 °C (1 min)	30	72 °C (10 min)
M2	95 °C (5 min)	95 °C (40 s)	60-50 °C (40 s)	72 °C (1 min)	30	72 °C (10 min)
M3	95 °C (5 min)	95 °C (40 s)	63-50 °C (40 s)	72 °C (60 s)	30	72 °C (10 min)

Fragment analyses of fluorescently labeled microsatellites were performed on a Beckman Coulter GeXP genetic analyzer according to the manufacturer's recommendations.

Design of Paternity Test Panels

Firstly, the microsatellites used in the study were ranked from largest to smallest based on their individual exclusion probability values. Secondly, a new microsatellite with a lower individual exclusion probability than the previous one was added to the microsatellite with the highest exclusion probability to form eighteen paternity test panels (Table 4).

Table 4. Paternity test panels based on individual exclusion probabilities of microsatellites

Tablo 4. Mikrosatellitlerin bireysel dışlama olasılıklarına göre oluşturulan babalık testi panelleri

Locus	Panels																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
HSC	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BM1258		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
INRA0023			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SRCSRPO05				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CSRD0247					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MAF0065						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BM1818							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
OARFCB20								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SRCSRPO023									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SRCSRPO008										*	*	*	*	*	*	*	*	*
BM1329											*	*	*	*	*	*	*	*
INRA0132												*	*	*	*	*	*	*
McM0527													*	*	*	*	*	*
ILTS0087														*	*	*	*	*
SRCSRPO024															*	*	*	*
ILTS0019																*	*	*
INRA005																	*	*
INRA063																		*

Statistical Analysis

The genotyping rate of the study material using the microsatellites was calculated. Some molecular genetic polymorphism parameters, such as allele number (Na), effective allele number (Ne), observed (Ho), and expected (He) heterozygosity, were calculated using the GenAlEx genetic analysis program (Peakall and Smouse, 2012). The CERVUS 3.0 program (Slate et al., 2000; Marshall, 2006; Kalinowski et al., 2010) was used to obtain parameters such as polymorphic information content (PIC), probability of exclusion (PE), probability of identity (PI), combined probability of exclusion (CPE), combined probability of identity (CPI), and frequency of null allele (F(Null)).



RESULTS

Statistical values for microsatellite-based genetic polymorphism and paternity tests for Hair goats bred in Aydın and Denizli provinces, which constitute the animal material of the study, are presented in Table 4.

Table 5. Molecular genetic polymorphism statistics of microsatellite loci used in the study

Tablo 5. Çalışmada kullanılan mikrosatellit lokuslarına ait moleküler genetik polimorfizm istatistikleri

Loci	GR (%)	Na	Ne	Ho	He	PIC	PE	PI	F(Null)
INRA005	94.33	19	3.56	0.70	0.72	0.69	0.333	0.109	0.0022
INRA0023	95.95	16	9.28	0.77	0.89	0.88	0.641	0.021	0.0761
OARFCB20	97.57	23	7.20	0.90	0.86	0.85	0.574	0.033	-0.0240
ILTS0019	98.38	10	4.48	0.67	0.78	0.75	0.413	0.073	0.0047
INRA0132	100.00	17	6.26	0.76	0.84	0.82	0.519	0.044	0.0556
BM1818	95.14	12	7.80	0.80	0.87	0.86	0.591	0.029	0.0433
BM1329	97.57	17	6.09	0.70	0.84	0.82	0.529	0.040	0.0877
HSC	95.95	21	12.32	0.85	0.92	0.91	0.719	0.012	0.0406
CSRD0247	88.66	21	8.85	0.91	0.89	0.88	0.631	0.023	-0.0168
McM0527	99.19	14	6.08	0.77	0.84	0.82	0.514	0.045	0.0408
SRCSRP0023	96.36	23	6.32	0.95	0.84	0.83	0.542	0.038	-0.0725
ILTS0087	98.79	14	6.21	0.78	0.84	0.82	0.513	0.045	0.0369
SRCSRP005	98.79	15	8.97	0.82	0.89	0.88	0.633	0.023	0.0419
BM1258	97.98	18	9.85	0.72	0.90	0.89	0.662	0.019	0.1095
SRCSRP0024	90.28	18	5.04	0.74	0.80	0.78	0.456	0.061	0.0409
SRCSRP0008	99.60	21	6.42	0.71	0.84	0.83	0.537	0.041	0.0885
INRA063	95.14	8	3.68	0.69	0.73	0.68	0.316	0.119	0.0074
MAF0065	100.00	19	7.84	0.75	0.87	0.86	0.603	0.027	0.0787
Mean	96.65	17	7.01	0.78	0.84	0.83			

GR: genotyping rate Na: number of allele, Ne: Number of effective allele, Ho: observed heterozygosity, He: expected heterozygosity, PIC: polymorphic information content, PE: probability of exclusion, PI: probability of identity, F(Null): null allele frequency

A total of 306 alleles were observed at 18 microsatellite loci. Allele numbers (Na) varied between 8 (INRA063) and 22 (OarFCB20 and SRCSRP005) and the mean allele number (MNa) of 17.00. The mean value of the number of effective alleles (Ne) was 7.01. The polymorphic information content (PIC) value, which plays a crucial role in paternity testing by measuring the informativeness of genetic markers, was notably high (0.83) in the present study. The overall average of expected (Ho) and observed heterozygosity (He) values for all loci studied was 0.78 and 0.84, respectively.

When the individual exclusion probability belonging to microsatellite loci, a crucial parameter for paternity tests, was assessed, the lowest value was observed at the INRA063 locus (0.316), while the highest value was observed at the BM1258 locus (0.662). The PI value, also known as the probability of encounter, facilitates the determination of the number of individuals sharing the same DNA profile. In other words, it represents the likelihood of unrelated individuals having the same genotype in populations with random mating. In the study, the PI value ranged from 0.012 to 0.119.

When the presence of a null allele, which results in one allele not being amplified by Polymerase Chain Reaction (PCR) in heterozygous individuals, causing only one allele to peak as homozygous and leading to misinterpretation, was investigated, it was found that all microsatellites utilized in the study exhibited a null allele frequency of less than 20%.

In the study, microsatellite loci were combined based on their individual exclusion probability values to design various paternity test panels. This approach aimed to facilitate more practical and cost-effective paternity tests. Statistical findings for the paternity test panels are presented in Table 5.



Table 6. Paternity test panels based on individual exclusion probability values of microsatellites

Tablo 6. Mikrosatellitlerin bireysel dışlama olasılığı değerlerine göre oluşturulan babalık testi

Panel	NMP	MNa	MHe	MPIC	CPE	CPI
1	1	21.00	0.92	0.91	0.7188069	1.2E-02
2	2	19.50	0.91	0.90	0.9049682	2.3E-04
3	3	18.33	0.91	0.90	0.9658640	4.9E-06
4	4	17.50	0.90	0.89	0.9957674	9.4E-09
5	5	18.20	0.90	0.89	0.9953717	2.5E-09
6	6	18.33	0.89	0.88	0.9981643	6.8E-11
7	7	17.43	0.89	0.88	0.9992501	2.0E-12
8	8	18.13	0.89	0.88	0.9996808	6.4E-14
9	9	18.67	0.88	0.87	0.9998538	2.4E-15
10	10	18.90	0.88	0.87	0.9999322	9.9E-17
11	11	18.73	0.88	0.86	0.9999681	4.0E-18
12	12	18.58	0.87	0.86	0.9999846	1.8E-19
13	13	18.23	0.87	0.86	0.9999925	7.9E-21
14	14	17.93	0.87	0.85	0.9999964	3.5E-22
15	15	17.93	0.86	0.85	0.9999980	2.2E-23
16	16	17.44	0.86	0.84	0.9999988	1.6E-24
17	17	17.53	0.85	0.83	0.9999992	1.7E-25
18	18	17.00	0.84	0.83	0.9999995	2.1E-26

NMP: Number of microsatellites in the panel, MNa: mean number of alleles, MHe: mean expected heterozygosity, MPIC: mean polymorphic information content, CPE: combined probability of exclusion, CPI: combined probability of identity.

Among the panels formed based on the individual exclusion probabilities, Panel-1 exhibited the highest average number of alleles, while Panel-18 had the lowest. The highest He value was observed in Panel 1. It is observed that the PIC values are quite high in all microsatellite panels. In terms of combined probabilities of exclusion (CPE), the lowest value was obtained in Panel-1 (0.7188069), while the highest value was obtained in Panel-4 (0.9999964), as expected. Table 5 shows that the CPI value varies between 2.00×10^{-26} and 1.20×10^{-2} .

DISCUSSION and CONCLUSIONS

The MNa, Na, and Ne values obtained were higher than those reported in some related studies (Siwek and Knol, 2010; Al-Atiyat et al., 2015; Awobajo et al., 2015) and lower than the values reported in other studies (Agaoglu and Ertugrul, 2012; Murital et al., 2015; Gül et al., 2020; Demiray et al., 2024). It is thought that this difference may be attributed to variations in the number of samples, breeds, and microsatellites studied. In addition, these differences are believed to be the result of evolutionary processes such as geographical isolation, selection, and genetic drift in the breeds used in other studies. When the Na, Ne, MNa, and PIC values obtained in the study are analyzed, it is noteworthy that the microsatellites used exhibit a very high level of polymorphism. The polymorphic information content (PIC) values obtained in the study, which is an important criterion in the selection of microsatellites for paternity tests, are significantly higher than those reported in similar studies (Siwek and Knol, 2010; Guang-Xin et al., 2019; Whannou et al., 2023). This demonstrates that the microsatellites utilized in this study can be effectively employed in paternity tests. The He values obtained were higher than those reported in some studies (Awobajo et al., 2015; Guang-Xin et al., 2019; Whannou et al., 2023) and lower than in others (Gül et al., 2020; Demiray et al., 2024) across different goat breeds.

Individual probability of exclusion (PE) values, a crucial parameter in paternity tests, were found to be comparable to those reported in previous studies (Bolormaa et al., 2008; de Araújo et al., 2010; Siwek and Knol, 2010). It is known that microsatellites with high individual exclusion probability values identify father candidates more accurately. In this context, the findings indicate that the microsatellites utilized in this study can be reliably used in paternity tests. In contrast to the individual exclusion probability value, a high PI value indicates that there is more genetic similarity between the individuals examined, making it challenging to exclude non-father



candidates in paternity tests. Considering this situation, it can be said that PE and PI values are negatively correlated. When the findings are analyzed, this relationship becomes evident.

Dakin and Avise (2004) reported that null allele frequencies below 0.20 had no significant effect on paternity tests. When the null allele frequencies obtained for the microsatellites used in the study were analyzed, frequency values below the threshold value reported in the literature were found. This indicates that the loci utilized in this study can be safely used in paternity tests.

Considering the paternity test panels formed based on the individual exclusion probability values of microsatellites, it is noteworthy that all panels between Panel 7 and Panel 18 reach the minimum CPE value recommended in the literature (Luikart et al., 1999; Sherman et al., 2004; Van Eenennaam et al., 2007) for accurately identifying the true father. Increasing the number of microsatellites used in the panels naturally increases the combined exclusion probability values. However, working with fewer microsatellite loci will save time and costs. In this context, it has been revealed that paternity tests can be carried out in Hair goat populations at a lower cost, faster, and safer way using Panel-7 and Panel-8. These panels contain fewer microsatellites compared to others and provide sufficient exclusion probability values. If it is necessary to choose between these two panels, it is clear that Panel-8, which has a higher level of combined exclusion probability (CPE=0.9997), is the most suitable panel for paternity testing in Hair goat populations.

The National Genetic Improvement Project for Small Ruminants at Breeders' Conditions, initiated by the General Directorate of Agricultural Research and Policies for livestock breeding in Turkey, has taken an important step forward. It has been possible to initiate record-keeping habits in breeders' conditions and to make them widespread over time. Within the scope of the studies conducted in field conditions, the issue of verifying the accuracy of the results reported in hand-mating applications and correctly identifying the parents remains relevant.

In this study, affordable, quick, and dependable paternity test panels were introduced to assess the reliability of hand-mating in Hair goat populations with a high level of accuracy. The findings obtained from the study make a significant contribution and offer a perspective on controlling hand-mating practices. This issue is crucial within the National Genetic Improvement Project for Small Ruminants under Breeders' Conditions, coordinated by the General Directorate of Agricultural Research and Policies.

Acknowledgements: We would like to thank Adnan Menderes University Scientific Research Projects Commission for providing financial support for this study. We are grateful to the breeders who participated in the "Hair Goat Breeding" sub-projects as part of the National Genetic Improvement Project for Small Ruminants under Breeders' Conditions, coordinated by the General Directorate of Agricultural Research and Policies, for providing animal material. Additionally, we appreciate the managers of Adnan Menderes University Agricultural Biotechnology and Food Safety Application and Research Centre for providing the necessary infrastructure facilities for laboratory studies.

Data availability: Data will be made available upon reasonable request.

Author contributions: All authors contributed equally to the preparation of the article.

Competing interests.: There is no conflict of interest between the authors in this study

Ethical statement: The Animal Experiments Local Ethics Committee of Aydın Adnan Menderes of Applied Sciences approved all the procedures performed in these studies; Approval no: 050-04/2012/103.

Financial support: This study was financially supported by Aydın Adnan Menderes University Scientific Research Projects Coordination (BAP, Project No; ZRF-13002). The authors thank the financial support.

Article description: This article was edited by Editor Çağrı KANDEMİR.

REFERENCES

- Agaoglu ÖK, Ertugrul O. 2012. Assessment of genetic diversity, genetic relationship and bottleneck using microsatellites in some native Turkish goat breeds. *Small Ruminant Research*, 105: 53-60.
- Al-Atiyat RM, Alobre MM, Aljumaah RS, Alshaikh MA. 2015. Microsatellite based genetic diversity and population structure of three Saudi goat breeds. *Small Ruminant Research*, 130: 90-94.



- Anunciaçao CE, Filho SA. 2000. Paternity test in "Mangalarga-Marchador" equines by DNA-fingerprinting. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 35:2007-2015.
- Awobajo OK, Salako AE, Osaiyuwu OH. 2015. Analysis of genetic structure of Nigerian West African Dwarf goats by microsatellite markers. *Small Ruminant Research*, 133: 112-117
- Badzioch MD, Thomas DC, Jarvik GP. 2003. Summary report: Missing data and pedigree and genotyping errors. *Genetic Epidemiology*, 25: 36-42.
- Banos G, Wiggans GR, Powell RL. 2001. Impact of paternity errors in cow identification on genetic evaluations and international comparisons. *Journal of Dairy Science*, 84:2523-2529.
- Bolormaa S, Ruvinsky A, Walkden-Brown S, van der Werf J. 2008. DNA-based parentage verification in two Australian goat herds. *Small Ruminant Research*, 80:95-100.
- Cedden F, Cemal I, Daşkıran I, Esenbuğa N, Gül S, Kandemir Ç, Karaca O, Kaymakçı M, Keskin M, Koluman N, Koşum N, Koyuncu M, Köycü E, Özder M, Savaş T, Taşkın T, Tölu C, Ulutaş Z, Yılmaz O, Yurtman Yİ. 2020. Türkiye küçükbaş hayvancılığında mevcut durum ve gelecek. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Ankara*, pp. 133-152.
- Ceyhan A, Aksakal V, Dellal G, Koyuncu M, Koşum N, Taşkın T. 2017. Türkiye’de organik koyun ve keçi yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve gelişim stratejileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5: 1769-1780.
- Cui W, Jin XY, Guo YX, Chen C, Zhang WQ, Wang YJ, Lan JW, Zhu BF. 2020. Development and validation of a novel five-dye short tandem repeat panel for forensic identification of 11 species. *Frontiers in Genetics*, 11.
- Çelikyürek H, Karakus K, Kara M. 2019. Hayvancılık işletmelerinde kayıtların veri tabanlarında saklanması ve değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7:2089 - 2094.
- Dakin EE, Avise JC. 2004. Microsatellite null alleles in parentage analysis. *Heredity*, 93:504–509.
- de Araújo AM, Guimaraes SEF, Pereira CS, Lopes PS, Rodrigues MT, Machado TMM. 2010. Paternity in Brazilian goats through the use of DNA microsatellites. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 39:1011-1014.
- Demiray A, Gündüz Z, Ata N, Yılmaz O, Cemal İ, Konyalı A, Semen Z, Altuntaş A, Atik A, Akçay A, Baş H, Şenyüz HH. 2024. Genetic diversity and population structure of Anatolian Hair goats, an ancient breed. *Archives Animal Breeding*, 67:13-23.
- Ergün OF, Bayram B. 2021. Türkiye'de hayvancılık sektöründe yaşanan değişimler. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10:158-175.
- FAO 2011. *FAO Animal Production and Health Guidelines*. In: Division, A.P.a.H. (Ed.). Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy, p. 100.
- FAOSTAT 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Flanagan SP, Jones AG. 2019. The future of parentage analysis: From microsatellites to SNPs and beyond. *Molecular Ecology*, 28:544-567.
- Guang-Xin E, Hong QH, Zhao YJ, Ma YH, Chu MX, Zhu L, Huang YF. 2019. Genetic diversity estimation of Yunnan indigenous goat breeds using microsatellite markers. *Ecology and Evolution*, 9:5916-5924.
- Gül S, Yılmaz O, Gündüz Z, Keskin M, Cemal I, Ata N, Önel SE. 2020. The genetic structure of the goat breeds belonging to Northwest part of Fertile Crescent. *Small Ruminant Research*, 182:22-28.
- Günlü A, Mat B. 2021. Türkiye ekonomisinde koyun keçi yetiştiriciliğinin yeri ve önemi. In: Erdem, H., Çiftçi, E., Işık, M.K., Yorgancılar, M.Ü. (Ed.), *Kuzu ve Oğlak Kayıplarının Önlenmesinde Koyun Keçi Sağlığı ve Yetiştiriciliği*, Akademisyen Kitabevi A.Ş, Yenişehir, Ankara, pp. 3-14.
- Harder B, Bennewitz J, Reinsch N, Mayer M, Kalm E. 2005. Effect of missing sire information on genetic evaluation. *Arch Tierzucht*, 48:219-232.
- Hecker KH, Roux KH. 1996. High and low annealing temperatures increase both specificity and yield in touchdown and stepdown PCR. *Biotechniques*, 20:478-485.
- Hinrichs AL, Suarez BK. 2005. Genotyping errors, pedigree errors, and missing data. *Genetic Epidemiology*, 29:120-124.



- Israel C, Weller JI. 2000. Effect of misidentification on genetic gain and estimation of breeding value in dairy cattle populations. *Journal of Dairy Science*, 83:181-187.
- Kaiser SA, Taylor SA, Chen N, Sillett TS, Bondra ER, Webster MS. 2017. A comparative assessment of SNP and microsatellite markers for assigning parentage in a socially monogamous bird. *Molecular Ecology Resources*, 17:183-193.
- Kalinowski ST, Taper ML, Marshall TC. 2010. Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment (vol 16, pg 1099, 2007). *Molecular Ecology*, 19:1512-1512.
- Keskin M, Yilmaz O, Gündüz Z, Ata N, Gül S, Cemal I, Karaca O, Önel SE. 2019. Microsatellite panels for parentage testing of Kilis goats reared in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 43:94-101.
- Koyuncu M, Taşkın T. 2016. Ekolojik koyun ve keçi yetiştiriciliği. *Hayvansal Üretim*, 57:56-62.
- Ma H, Zhu H, Guan F, Cherng S. 2006. Paternity testing. *Journal of American Science*, 2:76-92.
- Marshall TC. 2006. Cervus, 3.0, Cervus is a computer program for assignment of parents to their offspring using genetic markers. Cervus, a Windows package for parentage analysis using likelihood approach (1998/2006). <http://www.fieldgenetics.com> (Access date: 02.07.2008).
- McClure MC, McCarthy J, Flynn P, McClure JC, Dair E, O'Connell DK, Kearney JF. 2018. SNP data quality control in a national beef and dairy cattle system and highly accurate SNP based parentage verification and identification. *Frontiers in Genetics*, 9: 84.
- Murital I, Afolayan O, Bemji MN, Dadi O, Landi V, Martínez A, Delgado JV, Adebambo OA, Aina ABJ, Adebambo AO. 2015. Genetic diversity and population structure of Nigerian indigenous goat using DNA microsatellite markers. *Archivos de Zootecnia*, 64:93-98.
- Nwogwugwu CP, Kim Y, Chung YJ, Jang SB, Roh SH, Kim S, Lee JH, Choi TJ, Lee SH. 2020. Effect of errors in pedigree on the accuracy of estimated breeding value for carcass traits in Korean Hanwoo cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33:1057-1067.
- Ossowski N, Wilkens J, Mendel C, Seichter D, Russ I, Wehrend A, Thaller G. 2022. Analysis of six microsatellite marker sets for parentage testing in four sheep breeds in Germany. *Small Ruminant Research*, 216:106828.
- Özsoy AN, Yıldız MA. 2019. Seleksiyon ve çiftleştirme sistemlerinin kalıtım derecesi tahminlerine etkisi. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14:112-118.
- Peakall R, Smouse PE. 2012. GenAEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics*, 28:2537-2539.
- Siwek M, Knol EF. 2010. Parental reconstruction in rural goat population with microsatellite markers. *Italian Journal of Animal Science*, 9:260-264.
- Slate J, Marshall TC, Pemberton JM. 2000. A retrospective assessment of the accuracy of the paternity inference program CERVUS. *Molecular Ecology*, 9:801-808.
- Tolunay A, Türkoğlu T, Bekiroğlu S. 2016. Türkiye ekonomisinde koyun-keçi yetiştiriciliğinin yeri ve önemi. Kuzu ve oğlak kayıplarının önlenmesinde koyun keçi sağlığı ve yetiştiriciliği. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 17, 99-106.
- Vandeputte M, Mauger S, Dupont-Nivet M. 2006. An evaluation of allowing for mismatches as a way to manage genotyping errors in parentage assignment by exclusion. *Molecular Ecology Notes*, 6:265-267.
- Whannou HRV, Spanoghe M, Dayo GK, Demblon D, Lanterbecq D, Dossa LH. 2023. Genetic diversity assessment of the indigenous goat population of Benin using microsatellite markers. *Frontiers in Genetics*, 14.
- Yilmaz O. 2016. Power of different microsatellite panels for paternity analysis in sheep. *Animal Sciences Papers and Reports*, 34:155-164.
- Yilmaz O, Cemal I, Coskun B, Ograk YZ, Ata N, Karaca O. 2018. Comparison of different paternity test panels in sheep. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 42:633-641.
- Yilmaz O, Karaca O. 2012. Paternity Analysis with Microsatellite Markers in Karya Sheep. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18:807-813.

Interaction Effects of Somatic Cell Count and Milk Yield on Milk Composition in Lactating Dairy Cows: A Synergistic Analysis

ABSTRACT

Objective: This study aimed to investigate the interaction effect between somatic cell count and milk yield on the composition of milk components in dairy cows.

Material and Methods: The study involved 165 clinically healthy lactating Holstein cows with an average parity of 1.76 and an average of 221 days in milk. Cows were grouped using K-means clustering analysis based on somatic cell count and milk yield. Milk samples were collected daily during the 30-day experimental period and analyzed for composition. A 2x2 factorial design was employed to examine the main and interaction effects of somatic cell count and milk yield on milk components.

Results: The interaction affected various milk components. Specifically, a higher somatic cell count combined with increased milk yield was associated with higher levels of solids at $12.70\% \pm 0.02$, fat at $3.76\% \pm 0.02$, true protein at $3.26\% \pm 0.01$, casein at $2.42\% \pm 0.01$, and milk urea nitrogen at $10.84 \text{ mg/dL} \pm 0.13$. Lactose concentration significantly increased to $5.06\% \pm 0.01$ ($P=0.01$). Notably, this interaction effect resulted in a significant increase in lactose concentration ($P=0.01$).

Conclusion: The study confirms an interaction effect between somatic cell count and milk yield on milk composition, emphasizing the need to consider both factors for optimizing milk quality. The observed increase in lactose concentration due to the interaction effect underscores the complexity of somatic cell count and milk yield dynamics, suggesting potential implications for udder health and dairy management practices.

Keywords: Somatic cell count, milk yield, milk composition, dairy cows, udder health, milk quality

Laktasyon Dönemindeki Süt İneklerinde Somatik Hücre Sayısı ve Süt Verimi Etkileşiminin Süt Kompozisyonu Üzerindeki Etkileri: Sinerjik Bir Analiz

ÖZ

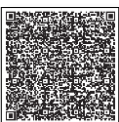
Amaç: Bu çalışmanın amacı, somatik hücre sayısı ile süt verimi arasındaki etkileşimin süt ineklerinde süt bileşenleri üzerindeki etkisini araştırmak olmuştur.

Materyal ve Metot: Çalışma, ortalama 1,76 doğum sayısına ve ortalama 221 sağım gün sayısına sahip 165 adet klinik olarak sağlıklı laktasyon dönemindeki Holstein süt ineğini kapsamaktadır. İnekler, somatik hücre sayısı ve süt verimine göre K-means kümeleme analizi kullanılarak gruplandırılmıştır. Süt örnekleri, 30 günlük araştırma süresi boyunca günlük olarak toplanmış ve kompozisyonu analiz edilmiştir. Somatik hücre sayısı ve süt veriminin süt bileşenleri üzerindeki ana etki ve sinerjik etkisini incelemek için 2x2 faktöriyel tasarım methodu kullanılmıştır.

Bulgular: Etkileşim, süt bileşenlerini etkilemiştir. Özellikle, yüksek somatik hücre sayısı ile yüksek süt verimine sahip inek sütlerinin kuru maddesi 12.70 ± 0.02 , süt yağı 3.76 ± 0.02 , süt proteini 3.26 ± 0.01 , süt kazeini 2.42 ± 0.01 ve süt üre azotu $10.84 \text{ mg/dL} \pm 0.13$ olduğu tespit edilmiştir. Süt laktoz konsantrasyonu anlamlı şekilde artarak 5.06 ± 0.01 olduğu tespit edilmiştir ($P=0.01$). Özellikle, etkileşimin laktoz konsantrasyonunda anlamlı bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir ($P=0.01$).

Sonuç: Çalışma, somatik hücre sayısı ile süt verimi arasındaki etkileşimin süt bileşenleri üzerine etkisini doğrulamakta ve süt kalitesini optimize etmek için her iki faktörün de dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Etkileşim nedeniyle gözlenen laktoz miktarındaki artış, süt bileşenlerinin dinamiklerini öne çıkarmakta olup meme sağlığı ve yönetsel uygulamalar için potansiyel sonuçları göstermektedir.

Anahtar Kelime: Somatik hücre sayısı, süt verimi, süt içeriği, süt ineği, meme sağlığı, süt kalitesi



How to cite:

Tosun H. (2024). Interaction Effects of Somatic Cell Count and Milk Yield on Milk Composition in Lactating Dairy Cows: A Synergistic Analysis. Journal of Animal Production, Vol: 65 (2): 109-118, <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1528073>





INTRODUCTION

Dairy farming plays a vital role in global agriculture (Bach et al., 2020; Brito et al., 2021; Odorcic et al., 2019; Tosun, 2021; Tricarico et al., 2020), providing essential nutrition and economic sustenance to populations worldwide (Ataallahi et al., 2023; Bach et al., 2020; Lim et al., 2020; Soufleri et al., 2021). Central to dairy production is the maintenance of udder health, milk production efficiency, and the quality of dairy products. Somatic cell count (SCC), an indicator of udder health, and milk yield (MY), a measure of production efficiency, are crucial parameters influencing milk composition and overall dairy farm dynamics (Gussmann et al., 2019; Santman-Berends et al., 2021; Waller et al., 2020). Understanding the interaction effect between SCC and MY on milk components is essential for early mastitis diagnosis, optimizing udder health, enhancing milk quality, and improving farm profitability (Neculai-Valeanu and Ariton, 2022; Sharun et al., 2021; Zigo et al., 2021). In recent years, researchers have increasingly recognized the complex relationship between SCC, MY, and milk composition. Although acceptable levels of somatic cells in milk can vary depending on various factors such as geographical region, regulatory standards, breed of cattle, and specific requirements of dairy processors (Alhussien and Dang, 2018), elevated SCC levels have been associated with alterations in milk components, impacting dairy product quality and consumer preferences. Conversely, variations in MY have been shown to influence milk composition, reflecting physiological changes in cows and affecting overall production efficiency. However, the interplay between SCC and MY remains a subject of ongoing investigation, with implications for dairy management practices and industry standards.

SCC levels signify the presence of somatic cells, primarily leukocytes, mobilized as part of the immune response to intramammary infections (Bronzo et al., 2020; Carvalho-Sombra et al., 2021). Monitoring SCC is integral for early disease detection and intervention, as persistent high counts can compromise milk quality, reduce yield, and impact animal welfare (Santman-Berends et al., 2021; Waller et al., 2020). On the other hand, MY, a fundamental measure of a cow's productivity is a key determinant of a dairy farm's economic success (Azooz et al., 2020; Sehested et al., 2019; Tosun and Ceyhan, 2015). While the individual impacts of breed, housing, feeding conditions, SCC and MY on milk quality have been extensively studied, the intricate interrelationship between these two factors remains a subject warranting deeper exploration (Costa et al., 2020; Pegolo et al., 2021).

This research aims to bridge this knowledge gap by investigating how variations in SCC and MY collectively influence the composition of milk components. Milk components are not only vital for product quality but also have economic implications for dairy farmers (Bozic and Wolf, 2022; Grace et al., 2020; Puerto et al., 2021). Understanding how SCC and MY synergistically shape these components can provide valuable insights for optimizing herd health, enhancing milk quality, and improving overall farm profitability. In summary, this study hypothesizes a significant interaction effect between SCC and MY, impacting the composition of milk components in dairy cows. Therefore, the main objective is to determine the quantitative impact of the interaction between SCC and MY on key milk components, including solid, fat, protein, lactose, casein, and milk urea nitrogen (MUN).

MATERIAL and METHODS

This study was conducted at a commercial dairy farm in the Marmara region of Turkiye in September – October 2021, with a focus on examining the interaction effect between SCC and MY on milk components in dairy cows.

Animals

A total of 165 clinically healthy lactating dairy cows of the Holstein breed, with an average parity of 1.76 and an average of 221 days in milk, were recruited for this study. The selection process aimed to ensure a diverse representation of characteristics, including age, parity, and lactation stage. Consequently, the significant differences observed in the age, parity, and days in milk among the animals in the study reflect the natural variation within the dairy herd population. The cows were housed in a well-ventilated and temperature-controlled barn with access to clean water and appropriate feed. All cows were fed a total mixed ration (TMR) three times a day at 0800, 1600, and 2200 h, aiming for a leftover of 5% to 10%. Feeding with formulated TMR began 30 days before the experimental period to allow for the adaptation of rumen microorganisms and to mitigate biases in milk yield and composition.



Grouping of Cows

K-means clustering analysis was conducted to group cows with similar intra-group characteristics and inter-group differences, using SCC and MY as clustering variables. The K-means clustering method was assessed using the widely employed sum of square error (SSE) criterion outlined in the equation provided (Nainggolan et al., 2019; Tan et al., 2006).

$$SSE = \sum_{i=1}^K \sum_{x \in C_i} \text{dist}^2 (m_i, x)$$

Within the equation, "dist" represents the Standard Euclidean Distance, "x" denotes a member of cluster C_i , and "mi" stands for the centroid of cluster C_i . The Euclidean distance function operates as described below:

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

In this function, x_i and x_j represent the coordinates of one point, while x_{ik} and x_{jk} represent the coordinates of another point. It calculates the Euclidean distance between two points in a p -dimensional space.

For evaluating the MY of cows, the 4% fat-corrected milk (4% FCM) is determined using the following formula (Hall, 2023):

$$4\%FCM = 0.4 \times \text{milk yield} + 15 \times \text{fat yield}$$

Following the clustering process, a 2x2 factorial design was employed to investigate the interaction effect between SCC and MY on milk components in dairy cows. The two independent variables were SCC and MY, each with two levels, resulting in four experimental groups structured as Factor A: Somatic cell count (SCC0 = low somatic cell count, and SCC1 = high somatic cell count), Factor B: Milk yield (MY0 = low milk yield, and MY1 = high milk yield). The combination of the levels of both factors results in the formation of four experimental groups: (1) SCC0+MY0, denoted as CON (control), (a) SCC1 representing high SCC, (b) MY1 representing high MY, and (ab) SCC1MY1 representing high SCC with high MY.

Sampling and Data Collection

The data were collected for each cow, including initial SCC, MY, and milk component composition during the 30-d experimental period. Total mixed ration (TMR) and leftover samples were collected twice a week and frozen at -20°C for subsequent analysis to calculate the dry matter intake (DMI) and net energy (NE) intake. NE intake was calculated using the equations provided by the National Academies of Sciences and Medicine (2021), and NE intake was determined by multiplying DMI by the net energy for lactation (NEL) in Mcal per kilogram of dry matter. Cows were milked three times a day at 0700, 1500, and 2100 h. Milk samples were collected daily during milking and refrigerated ($4-6^{\circ}\text{C}$) until analysis of composition and SCC. Before analysis, each milk sample was homogenized using a magnetic stirrer. The homogenized samples were then transferred to falcon tubes, heated in a water bath to 40°C , and 20 mL was taken for analysis. The analysis of various milk components, including milk solids (%), fat (%), true protein (%), casein (%), lactose (%), and milk urea nitrogen (MUN) concentration (mg/dL), was performed using the MilkoScan (CombiFoss 78110; Foss Analytical A/S, Hillerød, Denmark).

Data Analyses

The normality and homoscedasticity assumptions were evaluated using pertinent statistical tests, affirming that the dataset conformed to a normal distribution. Subsequently, a multivariate version of the general linear model analysis was conducted for the 2x2 factorial design utilizing the formula:

$$Y_{ij} = \mu + SCC_i + MY_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

where Y_{ijkl} is the dependent variable, μ is the overall mean, SCC_i represents the main effect of the i th level of SCC, MY_j represents the main effect of the j th level of MY, $(\alpha\beta)_{ij}$ represents the interaction effect between



the i th level of SCC and the j th level of MY, e_{ij} is the error term. For the 2x2 factorial design, a two-way analysis of variance (ANOVA) was conducted to assess the main effects of each independent variable (SCC and MY) and their interaction effect on the dependent variable (milk components). A post-hoc test (Tukey's HSD) was performed to explore specific differences between significant interaction groups. Statistical analyses were stratified based on relevant variables such as parity, lactation stage, and breed. Data analysis were conducted using IBM SPSS Advanced Statistics 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), and significance was set at a predetermined alpha level ($p < 0.05$).

RESULTS

The research findings have been given under two subheadings: (i) Characteristics of experimental groups, (ii) interaction effect on milk components. Descriptive statistics of the experimental cows are presented in Table 1.

Table 1. The descriptive statistics

Table 1. Tanımlayıcı istatistikleri

Cows ¹	Min	Max	Mean	SD
DMI, kg/d	19.27	23.63	22.59	1.42
Age, mo	21.30	54.90	43.25	5.44
Parity	1.00	3.00	1.76	0.47
DIM, d	2.00	859.00	221.05	222.73
Gestation, d	47.00	249.00	144.25	48.49
SCC, cells/mL	322.000	557.857	444.981	54.183
Milk yield, Lt/d	33.13	48.90	39.39	1.95
Solid, %	12.27	13.44	12.82	0.27
Fat, %	3.38	4.36	3.87	0.2
True protein, %	3.16	3.48	3.31	0.09
Casein, %	2.32	2.67	2.48	0.08
Lactose, %	4.75	5.21	4.97	0.10
MUN, mg/dL	8.56	15.97	11.59	1.62

¹DMI: dry matter intake, DIM: days in milk, SCC: somatic cell count, MUN: milk urea nitrogen

Characteristics of Experimental Groups

Table 2 displays the statistical characteristics of clusters categorized by SCC and MY. Notably, clusters with low SCC (SCC₀) exhibited a mean of 386.925 ± 30.840 cells/mL (95% CI: 379.160 to 394.690), contrasting with high SCC clusters (SCC₁) with a mean of 480.840 ± 27.970 cells/mL (95% CI: 475.350 to 486.335). Similarly, clusters representing low milk yield (MY₀) showed a mean of 37.92 ± 1.14 Liters/day (95% CI: 37.68 to 38.16), while those with high milk yield (MY₁) had a mean of 41.02 ± 1.24 Liters/day (95% CI: 40.74 to 41.30).

Table 2. The statistical characteristics of clustures for somatic cell count and milk yield

Table 2. Somatik hücre sayısı ve süt verimi bakımından kümelerin istatistiksel karakteristikleri

Items ¹	N	Min	Max	Mean \pm SD	%95 CI	
					Lower	Upper
SCC ₀ (cells /mL)	63	322.000	433.500	386.925 \pm 30.840	379.160	394.690
SCC ₁ (cells /mL)	102	435.000	557.850	480.840 \pm 27.970	475.350	486.335
MY ₀ (Liters /d)	87	33.13	39.43	37.92 \pm 1.14	37.68	38.16
MY ₁ (Liters /d)	78	39.56	48.90	41.02 \pm 1.24	40.74	41.30

¹SCC₀: low in somatic cell count, SCC₁: high in somatic cell count, MY₀: low in milk yield, MY₁: high in milk



Table 3 provides a comprehensive summary of mean values for SCC and MY across various experimental groups. In the combined experimental groups, the mean SCC is 444.981 cells/mL, and the mean MY is 39.39 liters/day/cow. The control group exhibits a mean SCC of 388.453 cells/mL and a mean MY of 38.37 liters/day/cow. The experimental group SCC1 shows a mean SCC of 481.310 cells/mL and a mean MY of 37.65 liters/day/cow. For the high MY group MY1, the mean SCC is 385.241 cells/mL, and the mean MY is 41.29 liters/day/cow. Lastly, the experimental group SCC1MY1 displays a mean SCC of 480.311 cells/mL and a mean MY of 40.86 liters/day/cow.

Table 3. The mean values of somatic cell count and milk yield of the groups

Table 3. Gruplarının somatik hücre sayısı ve süt verimi ortalama değerleri

Factors ¹	N	SCC (cells/mL)		MY (Liters/d/cow)	
		Means	SD	Means	SD
(y)	165	444.981	54.183	39.39	1.95
(1)	33	388.453	30.435	38.37	0.80
(a)	54	481.310	30.279	37.65	1.23
(b)	30	385.241	31.705	41.29	1.77
(ab)	48	480.311	25.429	40.86	0.74

1(y): The combination of the experimental groups, **(1):** SCC0MY0 as control group (CON), **(a):** SCC1 as high somatic cell count, **(b):** MY1 as high milk yield, **(ab):** SCC1MY1 as high somatic cell count with high milk yield

Interaction Effect on Milk Components

Table 4 present the significant findings of the interaction effect analysis between SCC and MY regarding DMI and NE intake. For DMI, both SCC and MY significantly influence intake (p-values: 0.02 and 0.01, respectively), with SCCxMY showing non-significance (p = 0.431). Significant effect sizes (η^2) indicate a medium effect for SCC ($\eta^2=0.06$) and a high effect for MY ($\eta^2=0.63$), while the effect size for the combined SCCxMY ($\eta^2=0.01$) is not statistically significant, suggesting a small effect. Similarly, for NE intake, SCC and MY significantly influence intake (p-values: 0.02 and 0.01, respectively), while SCCxMY is not significant (p = 0.431). The SEM for NE intake is 11.19 Mcal/d. These findings highlight MY's substantial influence on intake measures compared to SCC, which has a large effect as known.

Table 4. The interaction effect of somatic cell count and milk yield on dry matter and net energy intake

Table 4. Somatik hücre sayısı ve süt verimi etkileşiminin kuru madde ve net enerji alımı üzerine etkisi

Items ²	Factors					P-Values			Eta squared (η^2) ¹		
	CON	SCC	MY	SCCxMY	SEM	SCC	MY	SCCxMY	SCC	MY	SCCxMY
DMI (kg/d)	18.53	18.18	19.94	19.73	19.02	0.02	0.01	0.431	0.06	0.63	0.01
NE intake(Mcal/d)	10.90	10.70	11.73	11.60	11.19	0.02	0.01	0.431	0.06	0.63	0.01

¹Effect sizes, "large" when $d \geq 0.08$, "medium" when $d \geq 0.05$, and "small" when $d \geq 0.02$ (Cohen, 1992), ²DMI: dry Matter intake; NE: net energy

Table 5 presents significant findings on the intricate interplay between SCC and MY concerning various milk components, while Figure 1 illustrates the estimated marginal means of lactose levels resulting from their interaction. An increase in SCC is associated with elevated levels of solid content (12.91%), fat (3.93%), true protein (3.34%), casein (2.51%), and MUN (11.99 mg/dL), along with a reduction in lactose concentration (4.95%). Furthermore, an increase in MY significantly impacts solid content (12.83%) and casein levels (2.50%), while decreasing fat (3.87%) and lactose concentrations (4.94%), highlighting MY's role in shaping these milk components. Notably, the interaction effect of SCC and MY results in a significant increase in lactose



concentration (5.06%, $p = 0.01$), indicating a dynamic synergy between SCC and MY. This interaction demonstrates a medium effect size ($\eta^2 = 0.06$), underscoring their collective impact on lactose concentration.

Table 5. The interaction effect of somatic cell count and milk yield on milk components

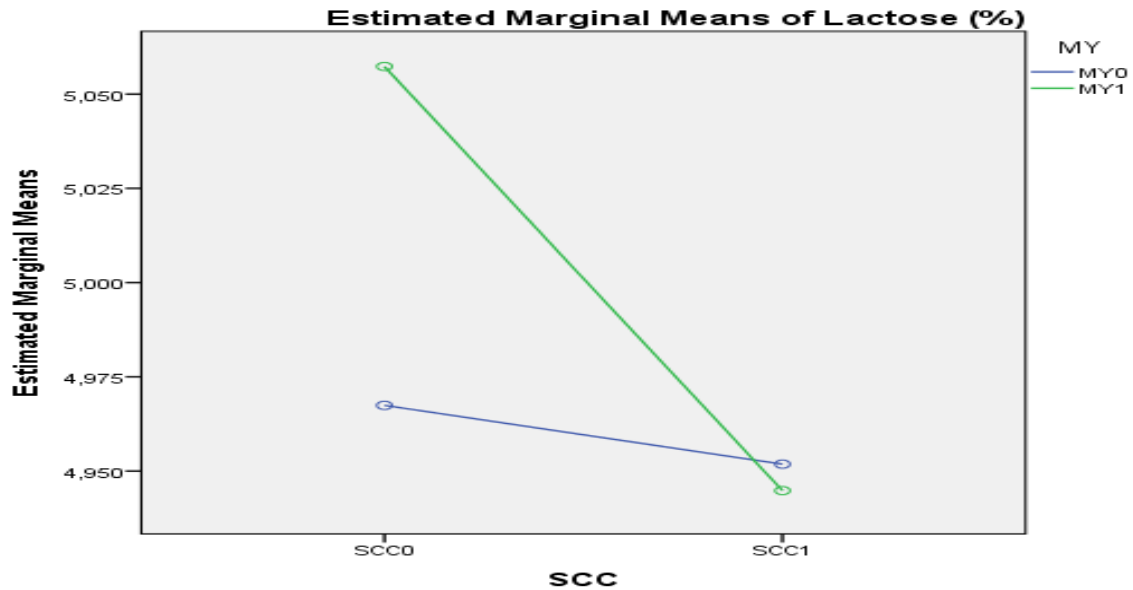
Table 5. Somatik hücre sayısı ve süt verimi etkileşiminin süt bileşenleri üzerine etkisi

Items	Factors				SEM	P-Values			Eta squared (η^2) ¹		
	CON	SCC	MY	SCCxMY		SCC	MY	SCCxMY	SCC	MY	SCCxMY
Solid (%)	12.80	12.91	12.83	12.70	0.02	0.01	0.04	0.76	0.05	0.03	0.01
Fat (%)	3.88	3.93	3.87	3.76	0.02	0.01	0.01	0.29	0.04	0.05	0.01
Tru Prot. (%)	3.26	3.34	3.33	3.26	0.01	0.01	0.76	0.97	0.18	0.00	0.00
Casein (%)	2.46	2.51	2.50	2.42	0.01	0.01	0.05	0.13	0.16	0.02	0.02
Lactose (%)	4.97	4.95	4.94	5.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.10	0.04	0.06
MUN (mg/dL)	11.03	11.99	11.98	10.84	0.13	0.01	0.68	0.72	0.10	0.00	0.00

¹Effect sizes, "large" when $d \geq 0.08$, "medium" when $d \geq 0.05$, and "small" when $d \geq 0.02$ (Cohen, 1992)

Figure 1. Estimated marginal means of lactose concentration in response to the interaction between somatic cell count and milk yield

Şekil 1. Somatik hücre sayısı ve süt verimi arasındaki etkileşime bağlı olarak laktöz konsantrasyonunun tahmini marjinal ortalamaları



DISCUSSION and CONCLUSION

Our study aimed to investigate the interaction effect of SCC and MY on various milk components to gain insights into milk quality dynamics. The results confirmed a notable interaction effect, highlighting the importance of jointly considering SCC and MY for understanding milk composition. Both SCC and MY significantly influenced DMI and NE intake, with MY showing a more pronounced effect, as expected. Effect sizes for SCC and MY in DMI and NE intake were moderate and high, respectively. The intricate interplay between SCC and MY significantly affected solid (%), fat (%), true protein (%), casein (%), MUN (mg/dL), and lactose (%) concentration. Specifically, the interaction effect led to an increased lactose concentration, indicating dynamic synergy between SCC and MY. These results align with our study's objectives and support the hypothesized interaction effect between SCC and MY on milk components. The greater impact of MY on DMI and NE intake is consistent with expectations, underscoring its significance in dairy farm economics. The observed influences on milk components highlight the importance of comprehensively understanding SCC and MY interactions.



Comparisons with existing literature highlight both consistencies and novel contributions. Consistent with prior studies (Stocco et al., 2020; Ndahetuye et al., 2020; Costa et al., 2020), our findings reaffirm the impact of SCC on milk quality. However, a significant novel contribution of our study lies in elucidating the substantial influence of MY on milk components, particularly the unexpected increase in lactose concentration when interacting with SCC (Goncalves et al., 2020; Leitner et al., 2004; Malek dos Reis et al., 2013; Pakrashi et al., 2023; Santman-Berends et al., 2021; Yalçın and Çakmak, 2022; Waller 2021; Waller et al., 2020). This unique finding challenges conventional perspectives and emphasizes the need for a more nuanced understanding of these interactions in the context of udder health. Previous research has consistently highlighted the potential of lactose concentration as an indicator for early detection of udder health issues (Pyorala, 2003; Ebrahimie et al., 2018; Antanaitis et al., 2021). Our study supports this notion while uncovering a contradiction concerning MY. Contrary to earlier findings, we observed a significant increase in lactose levels when interacting with SCC in cows with high MY. This suggests a complex relationship between lactose, MY, and SCC, underscoring the necessity for further investigation. Furthermore, our study emphasizes the intricate relationship between SCC and milk composition. Elevated SCC, indicative of potential udder health challenges, has been consistently associated with alterations in milk components (Rowe et al., 2024; Schwarz et al., 2020). Recognizing this link enhances our ability to implement targeted interventions for maintaining optimal udder health. Our findings also highlight the pivotal role of MY in modulating the impact of SCC on milk composition. Cows with higher milk yields exhibit distinct patterns in lactose concentration, further emphasizing the need for tailored approaches in managing udder health.

Potential explanations for the findings include the immune response reflected in SCC, as indicated by previous studies (Stocco et al., 2020; Ndahetuye et al., 2020; Costa et al., 2020). The significant impact of MY on milk quality suggests physiological changes in cows that affect milk composition, as suggested by researches (Hennessy et al., 2020; Gorelik et al., 2021). Considering alternative explanations and potential confounding variables is essential, necessitating further investigation into the intricate mechanisms shaping milk quality. These findings have broader implications for dairy management practices, highlighting the interdependence of SCC and MY in shaping milk quality.

The dynamic interaction between SCC and MY underscores the necessity for holistic approaches in dairy management. While our study focused on elucidating the interplay between SCC and MY in shaping milk composition, it is crucial to recognize the growing interest in lactose-free milk driven by consumer concerns regarding lactose intolerance. However, a notable limitation of our study is the lack of specific assessment regarding the presence of genetic traits necessary for producing lactose-free milk in the studied animals. Future research endeavors could explore the feasibility and implications of integrating lactose-free gene editing techniques into dairy cow breeding programs, enabling a more comprehensive understanding of the impact of SCC and MY on lactose content. Acknowledging limitations, such as the specificity of the studied population and potential unaccounted variables, is essential for transparent interpretation of the results. Future studies should address these limitations to enhance the robustness of findings. Building upon this study, future research should delve into specific mechanisms governing the interaction between SCC and MY, exploring potential biomarkers and molecular pathways. Additionally, investigating the practical applications of these findings in on-farm management and diagnostics would significantly contribute to the field.

In conclusion, this study investigated the interaction between somatic cell count and milk yield on milk composition in lactating dairy cows. Our findings highlight a significant interaction effect, emphasizing the need to consider both factors to understand milk quality. The interplay between somatic cell count and milk yield affected milk components, including solids, fat, true protein, casein, milk urea nitrogen, and lactose, with a significant increase in lactose concentration. Our research underscores the importance of considering the interaction between somatic cell count and milk yield, rather than their individual effects, to better understand milk composition. We also found discrepancies in previous studies on lactose levels when accounting for MY, indicating the need for further investigation.

ACKNOWLEDGEMENTS

Acknowledgements: -

Data availability: Data will be made available upon reasonable request.



Author contributions*: -

Competing interests.: -

Ethical statement: Researcher declared it that "all animal procedures were conducted in accordance with EU Directive for animal experiments (European Union, 2010), ARRIVE guidelines (Kilkenny et al., 2010) and national regulation on the protection of experimental animals used for experimental "

Financial support.: -

Article description: This article was edited by Editor Çağrı KANDEMİR.

REFERENCES

- Alhussien MN, Dang AK. 2018. Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals: An overview. *Veterinary World*, 11(5), 562. [https://doi: 10.14202/vetworld.2018.562-577](https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.562-577)
- Antanaitis R, Juozaitienė V, Jonike V, Baumgartner W, Paulauskas A. 2021. Milk lactose as a biomarker of subclinical mastitis in dairy cows. *Animals*, 11(6), 1736. <https://doi.org/10.3390/ani11061736>
- Ataallahi M, Cheon SN, Park GW, Nugrahaeningtyas E, Jeon JH, Park KH. 2023. Assessment of stress levels in lactating cattle: Analyzing cortisol residues in commercial milk products in relation to the temperature-humidity index. *Animals (Basel)*, 13(15). 2407. <https://doi.org/10.3390/ani13152407>
- Azooz MF, El-Wakeel SA, Yousef HM. 2020. Financial and economic analyses of the impact of cattle mastitis on the profitability of Egyptian dairy farms. *Veterinary World*, 13(9), 1750-1759. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1750-1759>
- Bach A, Terre M, Vidal M. 2020. Decomposing efficiency of milk production and maximizing profit. *Journal of Dairy Science*, 103(6), 5709-5725. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17304>
- Bozic M, Wolf CA. 2022. Negative producer price differentials in federal milk marketing orders: Explanations, implications, and policy options. *Journal of Dairy Science*, 105(1), 424-440. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20664>
- Brito LF, Bedere N, Douhard F, Oliveira HR, Arnal M, Penagaricano F, Schinckel AP, Baes CF, Miglior F. 2021. Genetic selection of high-yielding dairy cattle toward sustainable farming systems in a rapidly changing world. *Animal*, 15 Suppl 1, 100292. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100292>
- Bronzo V, Lopreiato V, Riva F, Amadori M, Curone G, Addis MF, Cremonesi P, Moroni P, Trevisi E, Castiglioni B. 2020. The role of innate immune response and microbiome in resilience of dairy cattle to disease: The mastitis model. *Animals*, 10(8), 1397. <https://doi.org/10.3390/ani10081397>
- Carvalho-Sombra TCF, Fernandes DD, Bezerra BMO, Nunes-Pinheiro DCS. 2021. Systemic inflammatory biomarkers and somatic cell count in dairy cows with subclinical mastitis. *Veterinary Animal Science*, 11, 100165. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100165>
- Cohen J. 1992. Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 98-101. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10768>
- Costa A, Neglia G, Campanile G, De Marchi M. 2020. Milk somatic cell count and its relationship with milk yield and quality traits in Italian water buffaloes. *Journal of Dairy Science*, 103(6), 5485-5494. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18009>
- Ebrahimie E, Ebrahimi F, Ebrahimi M, Tomlinson S, Petrovski KR. 2018. A large-scale study of indicators of sub-clinical mastitis in dairy cattle by attribute weighting analysis of milk composition features: highlighting the predictive power of lactose and electrical conductivity. *Journal of Dairy Research*, 85(2), 193-200. <https://doi.org/10.1017/S0022029918000249>
- Goncalves JL, Kamphuis C, Vernooij H, Araujo JP, Grenfell RJ, Juliano L, Anderson KL, Hogeveen H, Dos Santos MV. 2020. Pathogen effects on milk yield and composition in chronic subclinical mastitis in dairy cows. *The Veterinary Journal*, 262, 105473. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105473>



- Grace D, Wu F, Havelaar AH. 2020. Foodborne diseases from milk and milk products in developing countries- Review of causes and health and economic implications. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 9715-9729. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18323>
- Gorelik OV, Galushina PS, Knysh IV, Bobkova EY, Grigoryants IA. 2021. Relationship between cow milk yield and milk quality indicators. *Earth and Environmental Science*, Vol. 677, No. 3, p. 032013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/3/032013>
- Gussmann M, Denwood M, Kirkeby C, Farre M, Halasa T. 2019. Associations between udder health and culling in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 171, 104751. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104751>
- Hall MB. 2023. Corrected milk: Reconsideration of common equations and milk energy estimates. *Journal of Dairy Science*, 106(4): p. 2230-2246.
- Hennessy D, Delaby L, Van den Pol-Van Dasselaar A, Shalloo L. 2020. Increasing grazing in dairy cow milk production systems in Europe. *Sustainability*, 12(6), 2443. <https://doi.org/10.3390/su12062443>
- Leitner G, Merin U, Silanikove N. 2004. Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats. *Journal of Dairy Science*, 87(6), 1719-1726. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73325-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73325-1)
- Lim DH, Mayakrishnan V, Lee HJ, Ki KS, Kim TI, Kim Y. 2020. A comparative study on milk composition of Jersey and Holstein dairy cows during the early lactation. *Journal of Animal Science Technology*, 62(4), 565-576. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.4.565>
- Malek dos Reis CB, Barreiro JR, Mestieri L, Porcionato MA, Dos Santos MV. 2013. Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. *BMC Veterinary Research*, 9, 67. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-67>
- Nainggolan R, Perangin-Angin R, Simarmata E, Tarigan AF. 2019. Improved the performance of the K-means cluster using the sum of squared error (SSE) optimized by using the Elbow method. *Journal of Physics: Conference Series*.
- National Academies of Sciences Engineering and Medicine. 2021. Nutrient requirements of dairy cattle: Eighth revised edition. The National Academies Press. <https://doi.org/doi:10.17226/25806>
- Neculai-Valeanu AS, Ariton AM. 2022. Udder health monitoring for prevention of bovine mastitis and improvement of milk quality. *Bioengineering (Basel)*, 9(11), 608. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9110608>
- Ndahetuye JB, Artursson K, Bage R, Ingabire A, Karege C, Djangwani J, Persson Y. 2020. Microbiological quality and safety of milk from farm to milk collection centers in Rwanda. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 9730-9739. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18302>
- Odorcic M, Rasmussen MD, Paulrud CO, Bruckmaier RM. 2019. Milking machine settings, teat condition and milking efficiency in dairy cows. *Animal*, 13(S1), s94-s99. <https://doi.org/10.1017/S1751731119000417>
- Pakrashi A, Ryan C, Gueret C, Berry DP, Corcoran MT, Keane MT, Mac Namee B. 2023. Early detection of subclinical mastitis in lactating dairy cows using cow-level features. *Journal of Dairy Science*, 106(7), 4978-4990. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22803>
- Pegolo S, Giannuzzi D, Bisutti V, Tessari R, Gelain M, Gallo L, Schiavon S, Tagliapietra F, Trevisi E, Marsan PA. 2021. Associations between differential somatic cell count and milk yield, quality, and technological characteristics in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 104(4), 4822-4836. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19084>
- Puerto MA, Shepley E, Cue RI, Warner D, Dubuc J, Vasseur E. 2021. The hidden cost of disease: Impact of the first incidence of mastitis on production and economic indicators of primiparous dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(7), 7932-7943. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19584>
- Pyorala S. 2003. Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis. *The Veterinary Research*, 34(5), 565-578. <https://doi.org/10.1051/vetres:2003026>



- Rowe S, House JK, Zadoks RN. 2024. Milk as diagnostic fluid for udder health management. *Australian Veterinary Journal*, 102(1-2), 5-10. <https://doi.org/10.1111/avj.13290>
- Santman-Berends I, Van den Heuvel KWH, Lam T, Scherpenzeel CGM, Van Schaik G. 2021. Monitoring udder health on routinely collected census data: Evaluating the short- to mid-term consequences of implementing selective dry cow treatment. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 2280-2289. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18973>
- Schwarz D, Santschi DE, Durocher J, Lefebvre DM. 2020. Evaluation of the new differential somatic cell count parameter as a rapid and inexpensive supplementary tool for udder health management through regular milk recording. *Preventive Veterinary Medicine*, 181, 105079. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105079>
- Sehested J, Gaillard C, Lehmann JO, Maciel GM, Vestergaard M, Weisbjerg MR, Mogensen L, Larsen LB, Poulsen NA, Kristensen T. 2019. Extended lactation in dairy cattle. *Animal*, 13(S1), s65-s74. <https://doi.org/10.1017/S1751731119000806>
- Sharun K, Dhama K, Tiwari R, Gugjoo MB, Iqbal Yatoo M, Patel SK, Pathak M, Karthik K, Khurana SK, Singh R, Puvvala B, Amarpal Singh R, Singh KP, Chaicumpa W. 2021. Advances in therapeutic and managerial approaches of bovine mastitis: A comprehensive review. *Veterinary Quarterly*, 41(1), 107-136. <https://doi.org/10.1080/01652176.2021.1882713>
- Singla A, Karambir M. 2012. Comparative analysis & evaluation of euclidean distance function and manhattan distance function using k-means algorithm. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering (IJARSSE)*, 2(7), 298-300.
- Stocco G, Summer A, Cipolat-Gotet C, Zanini L, Vairani D, Dadousis C, Zecconi A. 2020. Differential somatic cell count as a novel indicator of milk quality in dairy cows. *Animals*, 10(5), 753. <https://doi.org/10.3390/ani10050753>
- Soufleri A, Banos G, Panousis N, Fletouris D, Arsenos G, Kougioumtzis A, Valergakis GE. 2021. Evaluation of factors affecting colostrum quality and quantity in Holstein dairy cattle. *Animals (Basel)*, 11(7), 2005. <https://doi.org/10.3390/ani11072005>
- SPSS Inc. 2011. IBM SPSS Statistics Base 20. Chicago, IL: SPSS Inc.
- Yalçın H, Çakmak T. 2022. İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısı ve Bazı Parametrelerin Araştırılması. *MJAVL Sciences*. 11 (2) 81-88. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1092994>
- Tan PN, Steinbach M, Kumar V. 2006. Data mining introduction. People's Posts and Telecommunications Publishing House, Beijing.
- Tosun HI. 2021. TRCI bölgesinde süt sağırıcılığı işletmelerinin karlılık ve etkinlik analizi Ondokuz Mayıs Üniversitesi. PhD Thesis
- Tosun HI, Ceyhan V. 2015. Current situation in dairy industry and feed efficiency of professional dairy farms of Turkey. *Sustainable Agriculture and Environment Proceeding Book*, 175.
- Tricarico JM, Kebreab E, Wattiaux MA. 2020. Sustainability of dairy production and consumption in low-income countries with emphasis on productivity and environmental impact. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 9791-9802. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18269>
- Waller KP, Lundberg A, Nyman AK. 2020. Udder health of early-lactation primiparous dairy cows based on somatic cell count categories. *Journal of Dairy Science*, 103(10), 9430-9445. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18346>
- Zigo F, Vasil M, Ondrasovicova S, Vyrostkova J, Bujok J, Pecka-Kielb E. 2021. Maintaining optimal mammary gland health and prevention of mastitis. *Frontier Veterinary Science*, 8, 607311. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.607311>.

Derya TÜRK¹ , Kadir ERTE¹ , Fisun KOÇ^{1*} 

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Namık Kemal University, Tekirdağ, 59100, Türkiye

Effect of Ensiling Time on Microbial Composition and Aerobic Stability of Total Mixture Ration[#]

ABSTRACT

Objective: In this study, the effects of ensiling total mixed ration (TMR) on aerobic stability properties were investigated.

Material and Methods: In the study, half of the TMR with 55% DM content was fresh and the other half was subjected to aerobic stability test after being ensiled for 30, 60 and 90 days. The analyses of chemical and microbiological parameters in feed samples were carried out at 0, 12, 24, 48, 72 and 96 hours of aerobic stability. At the same time, making the T200 IR imaging brand evaluation results in each treatment group at 1 m from the silage samples were recorded with a thermal imaging camera.

Results: In the study, crude protein (CP), crude ash (CA), ether extract (EE), starch, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) values of TMR decreased as the ensiling time increased ($P<0.001$). The pH, dry matter (DM), lactic acid (LA) values decreased but $\text{NH}_3\text{-N}$ and $\text{NH}_3\text{-N}/\text{TN}$ values increased with the duration of aerobic stability. Ensiling had positive effects on microbial composition and yeast and mould values decreased ($P<0.000$).

Conclusion: As a result of this research, although 55% KM TMR is best consumed fresh, ensiling is better in terms of aerobic stability.

Keywords: Aerobic stability, ensiling time, temperature sensor, thermal camera, total mixed ration

Silolama Süresinin Toplam Rasyon Karışımının Mikrobiyal Kompozisyonu ve Aerobik Stabilitesi Üzerine Etkisi

Öz

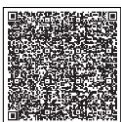
Amaç: Bu araştırmada, toplam rasyon karışımı (TRK)'nın silolanmasının aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Metot: Araştırmada %55 KM içeriğine sahip TRK'nın yarısı taze olarak, diğer yarısı 30, 60 ve 90 gün silolandıktan sonra, aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. Aerobik stabilitenin 0., 12., 24., 48., 72. ve 96. saatlerinde yem örneklerinde kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin analizler yürütülmüştür. Aynı zamanda, T200 IR marka termal kamera ile 1 m mesafeden silaj örneklerinde her muamele grubunda görüntüleme yapılarak değerlendirme sonuçları kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler ThermoCAM software programında değerlendirilmiştir.

Bulgular: Araştırmada silolama süresi arttıkça TRK'nın ham protein (HP), ham kül (HK), ham yağ (HY), nişasta, nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) değerleri düşmüştür ($P<0.001$). Aerobik stabilite süresine bağlı olarak pH, kuru madde (KM), laktik asit (LA) değerleri düşmüş ancak $\text{NH}_3\text{-N}$ ve $\text{NH}_3\text{-N}/\text{TN}$ değerleri artmıştır. Mikrobiyal kompozisyon üzerine silolamanın olumlu etkileri olmuş maya ve küf değerleri düşmüştür ($P<0.000$).

Sonuç: Araştırma sonucunda %55 KM TRK'nın taze olarak tüketilmesi en ideali olmakla birlikte, aerobik stabilite açısından silolanmasının daha iyi olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelime: Aerobik stabilite, silolama süresi, sıcaklık sensörü, termal kamera, toplam rasyon karışımı



How to cite:

Türk D, Erten K, Koç F. (2024) Effect of Ensiling Time on Microbial Composition and Aerobic Stability of Total Mixture Ration. Journal of Animal Production, Vol: 65 (2): 119-129, <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1532368>





INTRODUCTION

A total mixed ration (TMR) is a balanced food supply that satisfies the daily dietary needs of animals kept indoors throughout the year. It includes grass, cereal grains, protein sources, by-products, minerals, vitamins, and additives (Türkgeldi et al., 2023). A significant part of TMR consists of roughage (silage, pulp, etc.) with high water content. Therefore, the combination of materials with high water content makes TMR favourable for aerobic spoilage. The microorganism load from each of the materials is transferred to the TMR (Ashbell et al., 2002). In recent years, it has become a common practice to ferment, i.e. ensiling, TMRs consisting of high-moisture by-products. Previous studies have shown that the aerobic stability of ensiled TMRs is better than fresh TMRs (Nishino and Hattori, 2007; Wang and Nishino, 2008). This also facilitates longer storage and transport of TMR. On the other hand, the microbial composition of TMR is one of the important factors on aerobic stability (Weinberg et al., 2011; Tian et al., 2023).

The studies on this subject have shown that yeasts are microorganisms that affect aerobic stability and yeast counts above 5 log₁₀ cfu g⁻¹ are associated with a decrease in the aerobic stability of silage and TMR (Pahlow et al., 2003; Wilkinson and Davies, 2013; Soycan Önenç et al., 2019). Kung (2005) reported a negative correlation between the aerobic stability of TMR and yeast counts. There are studies suggesting that ensiling of TMR decreases yeast counts and improves aerobic stability. In a study by Wang and Nishino (2008), it was reported that yeast counts decreased to levels below the detection limit (<10² cfu/g) when the ensiling period was extended to 30 days or more. In this study, the chemical and microbiological composition of fresh and ensiled TMR and its effects on aerobic stability were evaluated.

MATERIAL and METHODS

Material

The material for the experiment was obtained from Namık Kemal University, Faculty of Agriculture Faculty of Science, Research and Application Farm. A total of 120 kg of TMR with 55% DM content, the content and composition of which are given in Table 1, was transported to the laboratory.

Table 1. Ingredients and composition of the TMR

Table 1. TRK'nın içerik ve kompozisyonu

Item	DM%
Corn silage	24.41
Corn grain (high moisture)	18.23
Alfalfa hay	13.08
DDGS (corn)	5.36
Cottonseed	5.89
Canola meal	5.04
Barley	3.37
Rice bran	3.98
Wheat bran (fine)	2.43
Sugar beet pulp	0.57
Wheat straw	2.47
Sunflower meal	1.5
Sunflower grain	0.92
Soybean peel	0.93
Molasses	0.89
Orange pulp	3.46
Maceration water	5.12
CaCO ₃	0.62
Vit + Min premix	0.42
Ecomass	0.42
Buffer (Sodium bicarbonate)	0.3
NaCl	0.21
K ₂ CO ₃	0.20
OmniGen AF	0.14
Toxin binder	0.04
TOTAL	100.00

TMR: Total mixed ration, DM: Dry matter

The material was then divided into 2 treatment groups (fresh and ensiled TMR) of 60 kg. TMR samples of 20 kg in 3 replicates were exposed to the open air and chemical and microbiological analyses were carried out at



0, 24, 48, 72 and 96 hours of aerobic stability. In the other treatment group, TMR samples were ensiled in 500 g packages for 30, 60 and 90 days. CAS CVP 260 PD vacuum machine was used for vacuum packaging of the feeds.

Chemical and Microbiological Analyses

The pH, dry matter (DM), lactic acid (LA), water-soluble carbohydrate (WSC), lactic acid bacteria (LAB), yeast and mould counts were performed at 0, 12, 24, 48, 72 and 96 hours of aerobic stability period. Chemical and microbiological analyses were performed on triplicate samples. Dry matter was determined by oven drying for 48 h. The pH in fresh material and silage samples was measured according to the British Standard method (Anonymous, 1986). The ammonia nitrogen (NH₃-N) content of silages was determined, according to Anonymous (1986). The WSC content of silages was determined Dubois et al. (1956). Lactic acid was determined by the spectrophotometric method (Anonymous, 1986). Crude protein (CP), crude ash (CA), ether extract (EE) and starch analysis were determined following the procedure of Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990). Neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were analyzed according to the method of Van Soest (1991). Lactic acid bacteria (LAB), yeast and mould counts were determined according to the methods reported by Seale et al. (1990).

Temperature Measurement of TMR

During aerobic stability, temperature changes in feed samples and ambient temperature were monitored with a hobo pentant data logger every 2 hours for 96 hours (Ranjit and Kung, 2000).

Statistical Analyses

In the statistical evaluation of the data obtained in the study, analysis of variance was used and Duncan multiple comparison test was applied to determine the difference between groups (Soysal, 1993). Statistica package programme (1999) was used for this analysis.

RESULTS

The results of chemical and microbiological analyses of TMR samples before ensiling

The results of chemical and microbiological analyses of TMR samples before ensiling are given in Table 2. The pH (4.72), DM (55.09% FM), CP (17.00% DM), CA (7.01 % DM), EE (3.86% DM), NDF (39.19% DM), ADF (20.16% DM), WSC (6.59 g/kg DM), NH₃-N (0.89 g/kg DM), NH₃-N/TN (38.62 g/kg DM), LA (28.00 g/kg DM), LAB (4.59 cfu/g DM) and yeast contents (4.99 cfu/g DM). No mould was detected in the fresh material.

Table 2. Chemical and microbiological analysis values of TMR before ensiling

Tablo 2. Silolama öncesi TRK'nın kimyasal ve mikrobiyolojik analiz değerleri

Chemical composition	
pH	4.72
DM, FM%	55.09
CP, DM%	17.00
CA, DM%	7.01
EE, DM%	3.86
NDF, DM%	39.19
ADF, DM%	20.16
WSC, g/kg DM	6.59
NH ₃ -N, g/kg DM	0.89
NH ₃ -N/TN g/kg DM	38.62
LA, g/kg DM	28.00
Microbiological composition	
LAB, cfu/g DM	4.59
Yeast, cfu/g DM	4.99
Mould, cfu/g DM	0

DM: Dry matter, FM: Fresh material, CP: Crude protein, CA: Crude ash, EE: Ether extract, NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber, WSC: Water soluble carbohydrate, NH₃-N: Ammonia nitrogen, TN: Total nitrogen, LA: Lactic acid, LAB: Lactic acid bacteria, cfu: colony forming unit



Results on crude nutrient and cell wall contents of fresh and ensiled TMR

The results of the analyses of crude nutrient and cell wall contents of fresh and ensiled TMR are given in Table 3. The DM % content of TMR was between (55.73-57.80). The highest DM value was obtained in TMR ensiled for 60 days ($P<0.001$). The CP content of TMR changed between 13.60-17.42 (% DM), the highest value was found on the 30th day of ensiling, while the lowest value was found on the 90th day, the difference between the groups was statistically significant ($P<0.001$).

The highest CA content was found in the fresh samples at the beginning of ensiling, this value decreased with ensiling and the lowest value was determined at 90th day, the difference between the groups was found statistically significant ($P<0.001$). Ether extract values ranged between 3.72-4.03 (% DM), although there was an increase in EE value with ensiling, the lowest value was determined at 90th day and the difference between the groups was statistically significant ($P<0.001$). The starch content decreased with the ensiling of TMR and the lowest value was determined on the 90th day and the difference between the groups was statistically significantly ($P<0.001$).

Table 3. Values related to crude nutrient and cell wall contents of TMR (DM%)

Tablo 3. TRK'nin ham besin madde ve hücre çeperi içeriklerine ilişkin değerler (%KM)

Ensiling Time	Parameters						
	DM, %	CP	CA	EE	Starch	ADF	NDF
0	55.88b	16.39b	7.01a	3.86c	23.99a	20.16c	28.24c
30 day	55.73b	17.42a	6.73b	3.93b	21.08c	21.84b	29.18b
60 day	57.80a	16.01c	6.74b	4.03a	21.13b	22.23a	29.45a
90 day	55.85b	13.60d	6.41c	3.72d	18.67d	18.93d	26.98d
SEM	0.262	0.422	0.064	0.034	0.567	0.400	0.292
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

DM: Dry matter, CP: Crude protein, CA: Crude ash, EE: Ether extract, NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber, a-d The difference between the means shown with different letters in the same column is statistically significant ($P<0.001$).

The ADF content ranged between 18.93-22.23 (% DM), the lowest ADF value was determined at day 90 and the highest at day 60 and the difference between the groups was statistically significant ($P<0.001$). NDF content ranged between 26.98-29.45 (% DM), the lowest NDF value was detected on day 90 and the highest on day 60, in this context, it was similar to ADF and the difference between the groups was found statistically significant ($P<0.001$).

Results on chemical and microbiological parameters during aerobic stability of fresh and ensiled TMR

The results of the analysis of fermentation parameters of fresh and ensiled TMR are given in Table 4. The pH value decreased with the ensiling of TMR, the highest pH value was found in fresh TMR and the lowest pH value was found on the 30th day of ensiling and the difference between the groups was statistically significant ($P<0.001$). The highest $\text{NH}_3\text{-N}$ content was detected at 96 h of aerobic stability in unensiled and 90 days ensiled TMR groups.

The lowest $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ values were determined at the 0th hour of the ensiled materials and at the 0th hour of the materials ensiled for 30 and 90 days, and at the 0th and 24th hours of 60 days ensiling. The difference between the groups was statistically significant ($P<0.001$). The $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ content of ensiled and unensiled TMR varied between (36.04-55.21 g/kg DM), the lowest value was found at 30 days of ensiling (0th hour) and the highest value was found at 90 days of ensiling (96th hour) and the difference between the groups was statistically significant ($P<0.001$).



Table 4. Changes in pH, DM, LA, WSC, NH₃-N and NH₃-N/TN content of TMR during aerobic stability
 Tablo 4. Aerobik stabilite süresince TRK'nin pH, KM, LA, SÇK, NH₃-N ve NH₃-N/TN içeriğindeki değişiklikler

Ensiling Time	AS (hour)	pH	DM	LA	WSC	NH ₃ -N	NH ₃ -N/TN
0	0	4.72d	55.00h	28.00a	6.59j	0.89b	38.62ef
	24	4.76cd	64.07fg	23.89b	6.81i	0.93ab	40.62def
	48	4.81ab	63.78fg	23.80b	13.2a	0.96ab	41.11def
	72	4.78bc	70.16de	21.84bc	8.40e	0.94ab	42.02def
	96	4.85a	71.93cde	21.62bc	11.7b	1.02a	44.50bcde
30 day	0	4.33l	59.33gh	27.34a	6.00n	0.89b	36.04f
	24	4.54f	74.02cd	20.69cde	6.45l	0.93ab	37.91ef
	48	4.59e	80.45ab	18.99defg	6.56k	0.96ab	38.36ef
	72	4.62e	84.16a	18.17efgh	5.40ö	0.94ab	39.21ef
	96	4.59e	83.33a	18.97defg	4.95p	1.02a	39.99def
60 day	0	4.40k	57.80h	20.16cdef	8.58d	0.89b	39.70ef
	24	4.51fgh	69.60de	16.72ghii	7.62g	0.89b	41.53def
	48	4.53fg	76.33bc	15.35ii	9.79c	0.99ab	43.78cdef
	72	4.53fg	81.28ab	14.36i	7.65g	0.98ab	44.35bcde
	96	4.49ghi	72.09cde	16.30hii	7.34ı	1.01a	45.27bcde
90 day	0	4.38k	55.85h	20.81cd	7.59h	0.89b	47.92abcd
	24	4.45ij	68.93def	16.74ghii	5.88o	0.93ab	50.38abc
	48	4.46ii	68.30ef	17.05ghi	5.40ö	0.96ab	50.39abc
	72	4.41jk	81.28ab	17.70fghi	6.33m	0.93ab	52.12ab
	96	4.48hii	69.07def	16.90ghii	8.29f	1.02a	55.21a
SEM		0,024	1.427	0.594	0.328	0.009	0.857
<i>P</i>							
Ensiling Time (ET)		0,000	0.000	0.0000	0.000	0.998	0.000
Air Exposure Time (T)		0,000	0.000	0.0000	0.000	0.004	0.004
ET x T		0,000	0.000	0.0002	0.000	0.153	0.090

AS: Aerobic stability (Air exposure time), DM: Dry matter, LA: Lactic acid, WSC: Water soluble carbohydrate, NH₃-N: Ammonia nitrogen, TN: Total nitrogen, ^{a-p}: The difference between the means shown with different letters in the same column is statistically significant (P<0.001), SEM: Standard error of means

The content of WSC ranged between (4.95-13.2 g/kg DM), the lowest amount of WSC was observed at the 30th day, 96th hour of ensiling, while the highest amount was determined at the 48th hour in the fresh group and the difference between the groups was found statistically significant (P<0.001). Lactic acid content varied between (14.36-28.00 g/kg DM) and LA content decreased with ensiling. The lowest LA content was observed at 72 hours of the 60th day of ensiling, while the highest was determined at 0 hour in fresh samples. The difference between the groups was statistically significant (P<0.001).

Results on microbiological parameters during aerobic stability of fresh and ensiled TMR

The microbiological parameters of fresh and ensiled TMR during aerobic stability are given in Table 5. The amount of LAB ranged between (3.25-6.66 cfu/g DM), the highest LAB content was found in fresh feeds at 96th hour, while the lowest value was found at 90th day, 0th hour. The difference between the groups was statistically significant (P<0.001). Yeast content varied between (2.65-6.32 cfu/g DM).

The yeast values of ensiled TMRs were found to be lower (P<0.001). Ensiling time positively affected the yeast content and the lowest yeast values were detected in forages ensiled for 30 days (P<0.001). The ensiling time positively affected the mould content and no mould was detected in feed samples ensiled for 90 days (P<0.001).



Table 5. Microbiological analysis values of TMR during aerobic stability (cfu/g DM)

Tablo 5. TRK'nın aerobik stabilite süresince mikrobiyolojik analiz değerleri (kob/g KM)

Ensiling Time	AS (hour)	LAB	Yeast	Mould
0	0	4.86b	5.12abc	0.00e
	24	5.09b	5.18ab	0.00e
	48	4.51bc	4.71abcd	0.99d
	72	4.34bcde	4.15bcde	0.99d
	96	6.66a	6.32a	2.18a
30 day	0	4.81b	4.23bcde	0.00e
	24	4.67b	3.49cde	0.00e
	48	4.71b	2.65e	0.00e
	72	4.53bc	4.03bcde	1.37c
	96	4.04bcde	4.05bcde	1.94b
60 day	0	5.00b	4.55bcd	0.00e
	24	5.06b	4.44bcd	0.00e
	48	4.64bc	3.77bcde	0.00e
	72	4.46bcd	4.13bcde	0.99d
	96	4.50bc	4.45bcd	0.99d
90 day	0	3.25e	3.44de	0.00e
	24	4.45bcd	4.42bcd	0.00e
	48	3.56cde	3.47de	0.00e
	72	4.45bcd	3.44de	0.00e
	96	3.38de	3.62bcde	0.00e
SEM		0.116	0.132	0.112
<i>P</i>				
Ensiling Time (ET)		0.000	0.000	0.000
Air Exposure Time (T)		0.021	0.001	0.000
ET x T		0.000	0.014	0.000

AS: Aerobic stability (Air exposure time), DM: dry matter, LAB: Lactic acid bacteria, cfu: colony forming unit, ^{a-e} The difference between the means shown with different letters in the same column is statistically significant ($P < 0.001$), SEM: Standard error of means.

Results on sensor data during aerobic stability of fresh and ensiled TMR

The results of the sensor data of fresh and ensiled TMR during aerobic stability are given in Table 6. According to the results of the evaluation of the sensor data of fresh and ensiled TMR during aerobic stability, it can be said that all feed samples were stable during the aerobic period.

Table 6. Results related to sensor data during aerobic stability of fresh and ensiled TMR

Tablo 6. Taze ve silolanmış TRK'nın aerobik stabilite süresince sensör verileri ile ilgili bulgular

Ensiling Time	Temperature °C	Air Exposure Time (hour)				
		0	24	48	72	96
Fresh TMR	Ambient	18.81	17.80	17.38	17.56	16.70
	Sensor	18.71	16.86	16.40	16.64	16.13
30 day	Ambient	15.86	15.00	14.71	15.38	15.57
	Sensor	13.41	12.45	12.69	13.99	14.13
60 day	Ambient	23.20	16.62	18.43	17.76	17.48
	Sensor	23.58	15.09	17.00	16.05	16.05
90 day	Ambient	19.09	15.19	16.81	16.90	17.95
	Sensor	19.52	13.61	14.10	14.55	15.99

Results of thermal camera images during aerobic stability of fresh and ensiled TMR

Thermal camera images of fresh and ensiled TMR during aerobic stability are presented in Figure 1.

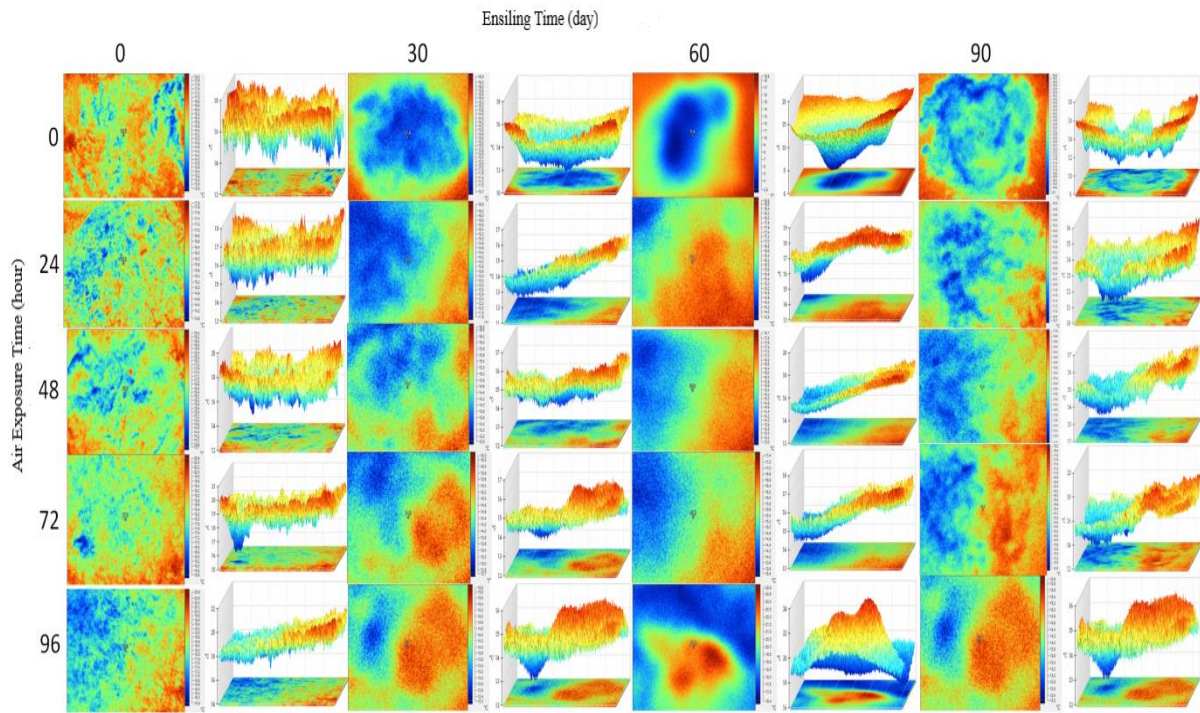


Figure 1. Thermal camera images of fresh and ensiled TMR during aerobic stability

Şekil 1. Taze ve silolanmış TRK'nın aerobik stabilite süresince termal kamera görüntüleri

DISCUSSION

Aerobic stability is characterised as the length of time an opened silage or TMR remains unheated and unspoilt. The methods of monitoring TMR temperature are the same as the methods used to measure silage aerobic stability. In studies on this subject, different methods are used. In some studies, feed temperature was measured once a day and evaluated (Saarisalo et al., 2006; Pursiainen and Tuori, 2008; Heikkila et al., 2010; Jaakkola et al., 2010). In other studies, the ambient temperature and TMR temperature over a 7-day period were evaluated by measuring the temperature twice a day manually or at 10-minute intervals by a data logger (Pursiainen and Tuori, 2008). Monitoring temperature automatically with sensor data allows more detailed temperature curves to be determined and aerobic stability to be defined in terms of hours required for a given temperature increase. The upper limit for aerobic stability may vary according to researchers. According to some studies, aerobic spoilage was evaluated when the feed temperature exceeded the ambient temperature by 1 °C (Adesogan and Salawu, 2004), 2 °C (Xie et al., 2022) or 3 °C (Pauly and Wyss, 2018). In this study, 1 °C above the ambient temperature was considered as a condition for aerobic spoilage. The graphs of the sensor data showed that fresh and ensiled TMR samples remained stable throughout the aerobic stability period. In the studies carried out on this subject, it was determined that aerobic stability was lower especially in TMRs with a DM content lower than 45% (Coşkuntuna et al., 2022). In recent years, thermal cameras have started to be used in the evaluation of aerobic stability of both silage and TMRs during aerobic stability. The results of the studies indicate that thermal cameras can be used as an evaluation method during the aerobic stability period (Addah et al., 2012; Koç et al., 2018; Ünal et al., 2018; Okur et al., 2022).

In the study, temperature increases were found to be lower in the thermal camera when sensor data and thermal camera images were evaluated. There are points to be considered in the evaluations related to temperature measurements. The specific heat capacity and thermal conductivity of a feed depends mainly on the moisture concentration in the feed (Muck et al., 2003; Berk, 2018). High moisture feed needs more energy than feed with lower moisture content for the same temperature change. Furthermore, the size of the feed and



the isolation around the feed affect the measured temperature rise. Therefore, temperature readings are highly dependent on the conditions under which the measurement is performed. The low water activity limits the growth of microorganisms in the feed. At the same time, the generated temperature in the slow deterioration of a small sample can be lost in the environment without causing a detectable temperature rise. In these cases, the feed will spoil, but no deterioration will be detected in the temperature record. Weinberg et al. (2011), a study on aerobic stability of grain feeds (81.6% DM) found that grains were detected to be mouldy even though the temperature increase in the grains was less than 2 °C. In the present study, the fact that the temperature increase during aerobic stability did not exceed 2 °C above the ambient temperature and at the same time no mould was detected in the feeds supports the sensor and thermal camera data. The aerobic stability of TMR depends on the composition of the feed, microbial content, ambient temperature, water activity, nutrients and oxygen and the presence of growth inhibitors (Muck et al., 2003; Kung, 2005). The conditions in the field are often different from aerobic stability measurements carried out in the laboratory. However, the results obtained from small scale trials can help to obtain data on the problems to be encountered in practice. Temperature rise in TMR is complex and heterogeneous at the microorganism level. The silages that go into the composition of TMR may have been exposed to oxygen for several days before mixing into TMR. Furthermore, other microorganisms are added together with other feed ingredients present in the TMR. Microorganisms are not evenly spread in the TMR. Different feed ingredients can vary greatly in terms of their microbial composition. Under field conditions it is often not possible to analyse the density of microorganisms in feed. Spoilage is noticeable by a bad odour or visually. Yeast or mould growth are typical signs of spoilage that can be detected at farm level. The TMR ingredients used have a high number of microorganisms that can cause rapid deterioration of TMR. Even feed ingredients with low moisture content can host large numbers of aerobic spoilage microorganisms that are dormant as long as the water activity is low enough (Rose et al., 2012). According to the results of the study, moulds were not detected in the feeds during the 96-hour aerobic stability period. Moulds are eukaryotic, usually aerobic microorganisms (Driehuis and Oude Elferink, 2000). Moulds are harmful microorganisms because most of them can produce mycotoxins. The contamination of TMR by moulds is mostly caused by mouldy silages. They can be visually detected in the surface layers of silages due to poor sealing and compaction of silages (Pahlow et al., 2003). Mould growth occurs in the later stages of silage aerobic spoilage (Driehuis and Oude Elferink, 2000). The consequences of mycotoxin intake by animals can be serious (Koivunen and Huuskonen, 2018; Ogunade et al., 2018), so it is generally accepted practice to completely avoid feeding visually mouldy forages. Removing mouldy spots or the mouldy surface layer from silage results in a significant amount of additional work and feed loss. If separation is not carefully done, mouldy silage is mixed into the TMR. At this point, it is also important to evaluate the aerobic stability of the silages added to TMR. The highest yeast count was detected at 96th hour of aerobic stability in fresh TMRs when the yeast contents of TMRs were evaluated. In ensiled TMRs, yeast values decreased depending on the ensiling time. Yeasts are microorganisms effective on aerobic stability. They are eukaryotic microorganisms that normally reproduce by budding (Pahlow et al., 2003). They can grow under both anaerobic and aerobic conditions and can ferment sugars to ethanol (Pahlow et al., 2003). Yeast counts above 5 log₁₀ cfu g⁻¹ were found to be associated with decreased aerobic stability of silage and TMR (Wilkinson and Davies, 2013; Soycan Önenç et al., 2019; Shah et al., 2024). A negative correlation was found between the aerobic stability of TMR and yeast counts (Kung, 2005). Similar results were found when the research results were evaluated. Rinne et al. (2018) showed in a study that the addition of water can reduce the aerobic stability of TMR. The activity of water is one of the main factors that increase microbial activity. At the at the same time, the silages added to TMR affect the moisture content. During this process aerobic microorganisms multiply. It is assumed that silage stability is linearly related to TMR stability (Kung, 2005). Therefore, the effect of silage DM on TMR stability is much greater than increasing the moisture content of TMR (Holmes and Bolsen, 2009). In this study, 55% DM content of TMR samples may not have caused a significant difference in aerobic stability between fresh and ensiled forages. In general, all factors affecting the aerobic stability of silage and TMR may have multiple interactions. Weiss et al. (2016) also concluded that it is not possible to predict the outcome of silage fermentations with certainty, especially due to the complexity of the silage ecosystem.



CONCLUSION

The results of this study provide strong evidence that ensiling TMR significantly enhances its aerobic stability and extends its shelf life. Ensiled TMR not only demonstrates lower yeast and mold counts but also maintains stable temperature levels, all of which contribute to delaying spoilage. These findings have important practical implications for livestock farmers and feed producers, particularly those who rely on large-scale TMR production and storage. The ability to store TMR for extended periods without compromising its nutritional quality or stability is crucial for efficient feed management and reduces feed wastage.

However, the study also suggests that there may be a balance to strike between aerobic stability and nutrient preservation. While longer ensiling periods enhance stability, they can also result in nutrient degradation, particularly in terms of CP and starch content. Therefore, farmers and feed managers should consider the optimal ensiling duration to maximize both the nutritional value and stability of TMR, depending on their specific feeding schedules and storage needs.

ACKNOWLEDGEMENTS

Acknowledgements: -

Data availability: Data will be made available upon reasonable request.

Author contributions*: All authors contributed equally to the preparation of the article.

Competing interests.: There is no conflict of interest between the authors in this study.

Ethical statement: Researcher declared it that "all animal procedures were conducted in accordance with EU Directive for animal experiments (European Union, 2010), ARRIVE guidelines (Kilkenny et al., 2010) and national regulation on the protection of experimental animals used for experimental "

Financial support.: -

Article description: This article was edited by Editor Çağrı KANDEMİR.

REFERENCES

- Addah W, Baah J, Okine EK, McAllister T A. 2012. Use of thermal imaging and the in situ technique to assess the impact of an inoculant with feruloyl esterase activity on the aerobic stability and digestibility of barley silage. *Canadian Journal of Animal Science*, 92(3), 381-394.
- Adesogan AT, Salawu MB. 2004. Effect of applying formic acid, heterolactic bacteria or homolactic and heterolactic bacteria on the fermentation of bi-crops of peas and wheat. *Journal of Science of Food and Agriculture* 84: 983-992.
- Agma Okur A, Gozluklu K, Okur E, Okuyucu B, Koc F, Ozduven ML. 2022. Effects of apple vinegar addition on aerobic deterioration of fermented high moisture maize using infrared thermography as an indicator. *Sensors*, 22(3):771.
- Anonymous 1986. *The Analysis of Agricultural Material*, Reference Book: 427. London, Pp. 428.
- AOAC. 1990. In K. Helrich (Ed.), *Official Methods of Analysis* (15th ed.). Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Ashbell G, Weinberg ZG, Hen Y, Filya I. 2002. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 28, 261–263.
- Berk Z. 2018. *Physical Properties of Food Materials*. In: *Food Process Engineering and Technology*. A volume in *Food Science and Technology*. Elsevier Inc. pp. 7-25. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373660-4.00001-6> (Cited 13 April 2020).
- Coşkuntuna L, Erten K, Koç F. 2022. Toplam rasyon karışımının silolanmasının aerobik stabilite özellikleri üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4), 933-942.
- Driehuis F, Oude Elferink SJWH. 2000. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: A review. *Veterinary Quarterly*, 22: 212-216.



- Dubois M, Giles KA, Hamilton JK, Rebes PA, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356.
- Heikkilä T, Saarisalo E, Taimisto AM, Jaakkola S. 2010. Effects of dry matter and additive on wilted bale silage quality and milk production. In: Schnyder, H. et al. (Eds.) *Grassland in a changing world: proceedings of the 23th General Meeting of the European Grassland Federation*, Kiel, Germany August 29th - September 2nd 2010. *Grassland Science in Europe* 15: pp. 500-502.
- Holmes BJ, Bolsen KK. 2009. What's new in silage management. In: Broderick,
- Jaakkola S, Saarisalo E, Heikkilä T. 2010. Aerobic stability and fermentation quality of round bale silage treated with inoculants or propionic acid. Schnyder, H. et al. (Eds.) *Grassland in a changing world: Proceedings of the 23th General Meeting of the European Grassland Federation*, Kiel, Germany August 29th - September 2nd 2010. *Grassland Science in Europe* 15: 503-504.
- Koç F, Özdüven ML, Demirci AŞ, Şamlı HE. 2018. Mısır silajlarında saha şartlarında aerobik stabilite süresince mikrobiyal kompozisyondaki değişikliklerin termal kamera görüntüleme tekniği ile değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*. 21 (2): 167-174
- Koivunen E, Huuskonen A. 2018. Silorehun hometoksiinit ja niiden vaikutukset nau- doilla. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 19/2018. *Luonnonvarakeskus*, Helsinki, Finland. pp. 24. Available at: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-562-2> (Cited 24 November 2019).
- Kung L. Jr. 2005. Aerobic Stability of Silages. *Proc. of the Conference on Silage for Dairy Farms*. Harrisburg. Available at: https://www.academia.edu/6566050/Aerobic_Stability_of_Silages (Cited 20 October 2019).
- Muck RE, Moser LE, Pitt RE. 2003. Postharvest factors affecting ensiling. In: Buxton, D.R., Muck, R.E. & Harrison, J.H., (Eds.) *Silage Science and Technology*. Agronomy Publication No 42, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin USA. pp. 251-304.
- Nishino N, Hattori H. 2007. Resistance to aerobic deterioration of total mixed ration silage inoculated with and without homofermentative or heterofermentative lactic acid bacteria. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(13), 2420-2426.
- Ogunade M, Martinez-Tupia C, Queiroz OCM, Jiang Y, Drouin P, Wu F, Vyas D, Adesogan AT. 2018. Silage review: Mycotoxins in silage: Occurrence, effects, prevention, and mitigation. *Journal of Dairy Science* 101: 4034-4059.
- Pahlow G, Muck RE, Driehuis F, Elferink SJO, Spoelstra, SF. 2003. Microbiology of ensiling. *Silage Science and Technology*, 42, 31-93.
- Pauly T, Wyss U. 2018. Methodology of ensiling trials and effects of silage additives. In: Gerlach, K. & Südekum, K.-H. (Eds.). *Proceedings of the XVIII International Silage Conference*, 24-26-July 2018, Bonn, Germany. p.196-209.
- Pursiainen P, Tuori M. 2008. Effect of ensiling field bean, field pea and common vetch in different proportions with whole-crop wheat using formic acid or an inoculant on fermentation characteristics. *Grass and Forage Science* 63: 60-78.
- Ranjit NK, Kung Jr L. 2000. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci.* 83, 526–535.
- Rinne M, Franco M, Kuoppala K, Seppala A, Jalava T. 2018. Response to total mixed ration stabilizers depends on feed quality. In: Gerlach, K. & Südekum, K.-H. (Eds.). *Proceedings of the XVIII International Silage Conference*, 24-26 July 2018, Bonn, Germany. p.538-539.
- Rose D, Bianchini A, Martinez B, Flores R. 2012. Methods for reducing microbial contamination of wheat flour and effects on functionality. *Cereal Foods World* 57: 104-109.
- Saarisalo E, Jalava T, Skyttä E, Haikara A, Jaakkola S. 2006. Effects of dry matter and additive on wilted bale silage quality and milk production. *Agricultural and Food Science* 15: 185-199.



- Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF, 1990. Methods for the microbiological analysis of silage. Grovfoder (Sweden).
- Seppala A, Maki M, Orkola S, Rinne M. 2015. Aerobic stability of crimped barley ensiled with organic acids. In: Uden, P. (Ed.) Proceedings of the 6th Nordic feed science conference, Uppsala, Sweden, 4-5 June, 2015. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Nutrition and Management. Report 291: 71- 76.
- Shah A.A, Qian C, Liu Z, Wu J, Sultana N, Mobashar M, Wanapat M, Zhong X 2021. Evaluation of biological and chemical additives on microbial community, fermentation characteristics, aerobic stability, and in vitro gas production of SuMu No. 2 elephant grass. J. Sci. Food Agric.101, 5429–5436.
- Soycan Önenç S, Korkmaz Turgud F, Turan Uçman A. 2019. Kekik ve kimyon uçucu yağlarının yonca silajlarının fermentasyon kalitesi, aerobik stabilite ile yem değeri üzerine etkileri. Hayvansal Üretim, 60(2), 117-123.
- Soysal Mİ. 1993. Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları), Yayın No: 95, Ders Kitabı No: 64, T. Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tekirdağ.
- Statistics for the Windows Operating System 1999. Stat Soft Inc., Tulsa, OK, USA.
- Türkgeldi B, Koç F, Lackner M, Okuyucu B, Okur E, Palangi V, Esen S. 2023. Infrared thermography assessment of aerobic stability of a total mixed ration: An innovative approach to evaluating dairy cow feed. Animals, 13(13):2225.
- Ünal Ö, Koç F, Okur AA, Okur E, Özdüven ML. 2018. Mısır ve buğday silajlarının termal kamera görüntüleme tekniği kullanılarak aerobik stabilitesinin değerlendirilmesi. Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 33(1): 55-63.
- Van Soest PV, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74(10), 3583-3597.
- Wang F, Nishino N. 2008. Resistance to aerobic deterioration of total mixed ration silage: Effect of ration formulation, air infiltration and storage period on fermentation characteristics and aerobic stability. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(1), 133-140.
- Weinberg ZG, Chen Y, Miron D, Raviv Y, Nahim E, Bloch A, Miron J. 2011. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film—A commercial scale experiment. Animal Feed Science and Technology, 164(1-2), 125-129.
- Weiss K, Kroschewski B, Auerbach H. 2016. Effects of air exposure, temperature and additives on fermentation characteristics, yeast count, aerobic stability and volatile organic compounds in corn silage, Journal of Dairy Science 10: 8053-8069.
- Wilkinson J M, Davies DR. 2013. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. Grass and Forage Science, 68, 1–19.
- Xie Y, Wang L, Li W, Xu S, Bao J, Deng J, Wu Z, Yu Z. 2022. Fermentation quality, In vitro digestibility, and aerobic stability of total mixed ration silage in response to varying proportion alfalfa silage. Animals. 2022; 12(8):1039.

Ibrahim Halil GÜMÜS^{1,2} , Ezgi SENSES² , Arda SÖZCÜ^{1*} 

¹Tekinler Agriculture Company, Izmir, 35170, Türkiye

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Uludağ University, Bursa, 16100, Türkiye

Improving Egg Production, Quality and Eggshell Hygiene by Supplementation of Sage (*Salvia officinalis*) and Lavender (*Lavandula angustifolia*) Essential Oils into Drinking Water

ABSTRACT

Objective: This study was performed to evaluate the effects of sage (*Salvia officinalis*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oils (EO) supplementation into drinking water on egg production, quality and eggshell hygiene in laying hens.

Material and Methods: A total of 300 Nick Brown laying hens between 30 and 38 of age were used in a completely randomized design in three treatments and ten replicates. The treatments consisted of: control group, sage EO, lavender EO supplementation group. EOs were supplemented into drinking water (0.3 mL/L).

Results: A lower value of egg production, egg weight, egg mass and deteriorations in feed conversion ratio, eggshell breaking strength and thickness were observed in lavender EO group (P<0.05). However, the number of total aerobic mesophilic bacteria, *Coliform spp.*, and yeast and mold of eggshell was reduced by supplementation of sage and lavender EO, compared to the control group (P<0.001).

Conclusion: Current findings showed that the supplementation of sage EO could be effective for improving egg production, and eggshell strength; however lavender EO negatively affected the productivity. A specific beneficial effect of both sage and lavender EOs observed for eggshell hygiene, when compared to the control group.

Keywords: Egg production, feed conversion ratio, eggshell breaking strength, eggshell hygiene, *Salvia officinalis*, *Lavandula angustifolia*, essential oil

İçme Suyuna Adaçayı (*Salvia officinalis*) ve Lavanta (*Lavandula angustifolia*) Esansiyel Yağ İlavesiyle Yumurta Verimi, Kalitesi ve Yumurta Kabuk Hijyeninin Artırılması

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, yumurtacı tavuklarda içme suyuna adaçayı (*Salvia officinalis*) ve lavanta (*Lavandula angustifolia*) esansiyel yağları ilavesinin yumurta verimi, kalitesi ve yumurta kabuk hijyeni üzerine etkilerinin değerlendirilmesi için yürütülmüştür.

Materyal ve Metot: Tesadüf parselleri deneme deseninde yürütülen bu çalışma 300 adet Nick Brown yumurtacı tavuk ile 30-38 haftalık yaş döneminde, üç deneme grubu ve on tekrerrür (her tekrerrürde on adet tavuk) ile tamamlanmıştır. Deneme grupları: kontrol grubu, adaçayı esansiyel yağı ilavesi, lavanta esansiyel yağı ilavesi. Esansiyel yağlar içme suyuna 0.3 mL/L düzeyinde ilave edilmiştir.

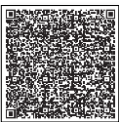
Bulgular: Lavanta esansiyel yağı ilave edilen deneme grubunda yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve yumurta kütlelerinin daha düşük olduğu, yemden yararlanma oranı, kabuk kırılma direnci ve kabuk kalınlığında kötüleşme meydana geldiği gözlemlenmiştir (P<0.05). Ancak, kontrol grubu ile kıyaslandığında, adaçayı ve lavanta esansiyel yağları ilavesi kabuk yüzeyindeki toplam aerobik mezofilik bakteri, *Coliform spp.* ve küf-maya popülasyonunu azaltıcı yönde etki etmiştir (P<0.001).

Sonuç: Elde edilen bulgular adaçayı esansiyel yağı ilavesinin yumurta verimi ve kabuk kırılma direncini artırma için etkili olabileceğini, ancak lavanta esansiyel yağı ilavesinin ise performansı olumsuz yönde etkilemiştir. Kontrol grubu ile kıyaslama yapıldığında, hem adaçayı hem de lavanta esansiyel yağının kabuk hijyeni üzerine özel bir olumlu etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelime: Yumurta verimi, yemden yararlanma, kabuk kırılma direnci, kabuk hijyeni, *Salvia officinalis*, *Lavandula angustifolia*, esansiyel yağ

How to cite:

Gümüş H, Senses E, Sözcü A. (2024) Improving Egg Production, Quality and Eggshell Hygiene by Supplementation of Sage (*Salvia officinalis*) and Lavender (*Lavandula angustifolia*) Essential Oils into Drinking Water. Journal of Animal Production, Vol: 65 (2): 130-139, <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1548932>





INTRODUCTION

In animal production, the usage of antibiotics as growth promoter parameters has been banned in many countries, mainly in European Union countries, since 2006 (Butaye et al., 2000; O'Neill, 2016). Therefore, a huge interest has been focused on feed additives which could have potential to be new alternative instead of antibiotics for beneficial effects in poultry production (Garcia et al., 2019; Gholami-Ahangaran et al., 2022; Ürüşan, 2023). Among these alternatives, herbal additives, also called as phytogetic feed additives, have been increasingly gained importance due to their possible stimulating effects for productive performance, physiological and health status of birds (Gholami-Ahangaran et al., 2022).

Aromatic and medicinal plants, spices could be used as phytogetic additives in different forms of dried plant, plant extracts, essential oils (EO) as singly or combined forms, and supplemented into feed or drinking water (Bozkurt et al., 2014). EOs are produced by plants and have aromatic properties with fragile and volatile compounds. The chemical composition, and the content and level of active compounds could vary depending on plant species (Hippenstiel et al., 2011). It is known that these herbal sources are a rich source of biologically active substances, containing more than 8000 phytochemicals, such as phenols, flavonoids, saponins, tannins, essential oils (Yadav et al., 2016). Depending on these phytochemicals, some beneficial effects, for example anti-oxidative, anti-fungal, anti-carcinogenic, anti-inflammatory, and antimicrobial effects, could be provided (Bahmani et al., 2014; Gholami-Ahangaran et al., 2020).

Sage (*Salvia officinalis*) is a member of the *Labiatae/Lamiaceae* plant family, and easily grow in many areas having ideal conditions (Bahtiyarca Bagdat et al., 2017). It is largely used in human nutrition due to its therapeutic ability (Alekish et al., 2017), comprising phytochemical compounds, alkaloids, carbohydrates, fatty acids, asparagine, glutamine, carotene, steroids, poly acetylenes, terpenes/terpenoids, phenolic substances (e.g., tannins, coumarins, flavonoids), glycosidic derivatives (saponins, cardiac glycosides, flavonoid glycosides,), and waxes (Ghorbani and Esmailizadeh, 2017; Hrebień-Filisińska and Bartkowiak, 2021). The EO of sage mainly includes the monoterpenes eucalyptol, alpha- and beta thujone, borneol (Landjev, 2010). These compounds could provide pharmacological effects, as anti-inflammatory, anti-cancer and antioxidant, as well as a neuroprotective and wound-healing effects (Fu et al., 2013). According to the potential beneficial effects of sage, previous studies investigated the potential effects of sage leaves and/or extracts in poultry nutrition. Some significant improvements were observed in sperm quality and productivity in roosters (Ommati et al., 2013), average daily weight gain (Levkut et al., 2010), and blood biochemical parameters (Piesova et al., 2012) as well as for reducing the total number of Enterobacteriaceae (Rasouli et al., 2020; Galamatis et al., 2021).

Lavender (*Lavandula angustifolia*), is also known as Common Lavender, French lavender, English Lavender, Garden Lavender, is one of the important aromatic and medicinal plants which is a flowering plant from the *Lamiaceae* family. The roots, leaves and fruits of the lavender could be used as medicinal plant, as well as essential oil could be produced by fresh flowers and/or the inflorescence stage. It has been highlighted that lavender EO contains more than 100 components (Martucci et al., 2015); the main compound of lavender EO is lavandula (1%–3%) which is rich in linalyl acetate and linalool. The lavender EO also includes rosmarinic acid and coumarin (Lis-Balchin, 2002; Marín et al., 2016). On the other hand, Bakhsha et al. (2014) reported the components of lavender EO are mainly; carvacrol (26.2%), limonene (19.6%), 1,8-cineole (11.8%), and the minor componenets are terpinen-4-ol (7.6%), spathulenol (4.9%), α -pinene (4.2%), p-cymene (4.2%), caryophyllene oxide (2.7%) and terpinolene (2.6%). Lavender is largely used in food, drugs, cosmetics sectors (Danh et al., 2013). It is well known that the lavender has strong antimicrobial properties as nematicidal, antifungal, anti-mite, and antiviral activity (Adaszyńska-Skwirzyńska et al., 2021). Depending on these effects, lavender could potentially inhibit the proliferation of pathogenic bacteria's, and stimulates the growth of the beneficial microbiota (Alali et al., 2013; De Rapper et al., 2016). Besides it has therapeutic effects such as anti-oxidative, anti-depressant, anti-inflammatory, analgesic, tranquilizing, hypnotic, and anti-carcinogenic activity and also antioxidant and immune-stimulating effects (Carrasco et al., 2016; De Rapper et al., 2016; Adaszyńska-Skwirzyńska and Szczerbińska, 2019).

According to available knowledge, the hypothesis of this study is the supplementation of sage (*Salvia officinalis*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) EO into drinking water would be effective for enhancement of productive performance, egg quality parameters, and providing an inhibition of eggshell microbiota.



MATERIAL and METHODS

A total of 300 Nick Brown genotype laying hens at 30 weeks of age were used in the experiment. This study was carried out in research house of a commercial facility located in İzmir, Turkey. Ten sub-groups were created for each experimental group and each sub-group contained 10 laying chickens

The laying hens were divided into control group and two experimental groups with EO supplementation including sage (*Salvia officinalis*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) supplementation. The drinking water was supplemented with sage and lavender EOs (Greenext Global Organic Chemistry, İzmir, Turkey) at a concentration of 0.3 mL/L between 30 and 38 weeks of age with daily basis. Each experimental group was equipped with 10 liter tanks that were connected with nipple drinkers. The active components of sage and lavender EOs, according to the information given by the manufacture, are shown in the Table 1. A standard commercial layer diet (17.8% CP and 2815 ME kcal/kg) was used. The basal ration was formulated mainly with soybean meal and maize according to the National Research Council (NRC, 1994).

Table 1. The active compounds of sage (*Salvia officinalis*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) EOs

Çizelge 1. Adaçayı (*Salvia officinalis*) ve lavanta (*Lavandula angustifolia*) esansiyel yağlarının aktif bileşenleri

EOs	Compounds	%
Lavender EO	L-Linalool	37.42
	Linalyl acetate	26.38
	Terpinene	4.59
	Caryophyllene	3.37
	Lavandulyl acetate	2.90
Sage EO	1,8-Cineole	37.56
	Camphor	24.26
	β-Caryophyllene	8.15
	Borneol	8.14
	Thymol	2.85

The nutrient content and content of the diet was expressed in Table 2. Feed and water were offered ad-libitum during experimental period. All hens were provided with a constant lighting schedule applied as 16 hours lighting period and 8 hours' dark period.

Table 2. Composition and nutrient content of the basal diet

Çizelge 2. Rasyon bileşimi ve besin madde içeriği

Ingredients	%	Nutrient content	
Corn	62.5	Metabolizable energy (kcal/kg ⁻¹)	2823
Soybean meal, 48%	22.8	Crude protein (%)	17.8
Soybean oil	2.0	Calcium (%)	4.15
Limestone	10.0	Available phosphorus (%)	0.55
NaCl	0.35		
Di-calcium phosphate	1.6		
L-Lysine-HCl	0.05		
DL-methionine	0.20		
Premix*	0.50		

* Vitamin premix provided per kg of diet: Vitamin A: 2.40 mg; Vitamin D3: 75.00 µg; Vitamin E: 5.00 mg; Vitamin K3: 2.20 mg; Vitamin B1: 1.50 mg; Vitamin B2: 4.00 mg; Vitamin B3: 8.00 mg; Vitamin B5: 35.00 mg; Vitamin B6: 2.50 mg; Vitamin B9: 0.50 mg; Vitamin B12: 10.00 µg; Vitamin H2: 0.15 mg; Choline: 468.70 mg; Mn: 80.00 mg; Fe: 75.00 mg; Zn: 64.00 mg; Cu: 6.00 mg; Se: 0.30 mg.

Laying Performance Parameters

The body weight of hens was individually weighed at 30 and 38 weeks of age. The number of eggs was recorded as daily basis by collecting manually in each pen. The egg production was given as hen-day egg production (HDEP), whereas daily feed intake and egg weight were monitored on weekly basis. Egg mass was given as ratio between the egg weight with HDEP. Feed conversion ratio were calculated by rating between feed intake and egg mass.



Egg Quality Parameters

At 38 weeks of age, to determine the egg quality, 30 eggs per experimental group (randomly selected 3 eggs from each replicate) were subjected to exterior and interior quality analysis. The eggs were weighed with ± 0.01 g precision, and then measured for the length and width by digital caliper (± 0.01 mm precision, Mitutoyo, 300 mm, Neuss, Germany). These values were used for calculation of egg shape index according to the formula given by Reddy et al. (1979):

$$\text{Egg shape index (\%)} = (\text{Egg width/Egg length}) \times 100$$

Eggshell breaking strength was measured by using an eggshell force reader machine (Egg Force Reader, Orka Food Technology, Israel). Then, the eggs were broken on a glass table to measure interior egg quality parameters. Egg yolk diameter, albumen width and length, were measured with digital caliper (Mitutoyo, 300 mm, Neuss, Germany), whereas the height of yolk and albumen were determined by using a tripod micrometer. The formulas given at below were used to calculate yolk index, albumen index, and Haugh unit (Heiman and Carver, 1936; Haugh, 1937; Funk, 1948):

$$\text{Yolk index} = (\text{Yolk height/Yolk diameter}) \times 100$$

$$\text{Albumen index} = (\text{Albumen height}/(\text{Albumen length} + \text{Albumen width})/2) \times 100$$

$$\text{Haugh unit} = 100 \times \log(\text{Albumen height} + 7.57 - 1.7 \times \text{Egg weight}^{0.37})$$

Then, egg yolk color was measured with DSM egg yolk color fan (Roche Ltd., Switzerland), ranging from the lightest (score 1) to the darkest yolk color (score 15). The yolk weight was determined by weighing with ± 0.01 g precision. The eggshells were washed and exposed a drying process for 24 h at 105°C in an oven (Nuve FN-500, Ankara, Turkey), and then weighed. Albumen weight was determined by subtracting the sum of yolk and shell weights from the egg weight. The thickness of eggshell was determined of measuring the thickness of the upper, middle, and lower end of the shell egg using a special caliper, and it was given as the average thickness of these three parts of the shell.

Microbial analysis

The eggshell samples ($n=5$ samples from each experimental group) with an amount of 10 g were collected and then out in a sterile containers containing 50 mL of phosphate buffered saline solution, and homogenized for 2 minutes with a vortex. To numerate of bacteria in eggshell samples, the decimal dilutions were made in sterile test tubes with containing 9 ml of phosphate buffered saline (0.1%).

For enumeration of total mesophilic aerobic bacteria and coliforms, Plate Count Agar and Violet Red Bile Lactose Agar (Merck, Germany) were used. From each dilution, duplicate pour plates were created. For 24 to 48 hours, plates were incubated at 37°C . Coliform bacteria were counted as pink-red colonies from the appropriate dilution, and all colonies from the appropriate dilution were counted as mesophilic aerobic bacteria (Harrigan, 1998).

Potato Dextrose Agar with 10% tartaric acid added was used for mold and yeast counts, and duplicate pour plates were created from each dilution. After five days of incubation at 22°C , colonies with a soft mucoid consistency with oval or rounded edges were classified as yeast, while colonies with a mycelium that resembled "puffy cotton" were classified as mold (Andrew, 1992).

Statistical Analysis

Data obtained in the study was subjected to statistical analysis using the general linear model (GLM) procedure in a completely randomized design in three treatments and ten replicates (ten birds per replicate, Minitab 17).

The following statistical model was used to determine the effects of the treatment:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_{ij} + e_{ij}$$

where μ = general mean, e_{ij} = random error, α_i = effect of EOs treatments, and Y_{ij} = response variable.

The means were given with the standard error of the mean (SEM). The differences among treatment groups were analyzed by Duncan's multiple range tests. Differences were considered significant at $P \leq 0.05$.



RESULTS and DISCUSSION

The effects of sage and lavender EO supplementation into drinking water on performance parameters were presented on Table 3. Performance data indicated that there were no significant differences between feed consumption, and body weight of laying hens in the experimental groups ($P>0.05$). During experimental period, HDEP, egg weight, egg mass and feed conversion ratio were found to be improved in the sage EO supplementation and control groups, compared to the lavender EO supplementation group ($P<0.01$).

Table 3. The effects of sage (*Salvia officinalis*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) EO supplementation into drinking water on performance parameters

Çizelge 3. İçme suyuna adaçayı (*Salvia officinalis*) ve lavanta (*Lavandula angustifolia*) esansiyel yağı ilavesinin performans parametreleri üzerine etkileri

Performance parameters	Experimental groups			P-value
	Control	Sage EO	Lavender EO	
Hen-day egg production (%)	86.6 ± 0.6 ^{ab}	87.3 ± 0.6 ^a	85.6 ± 0.6 ^b	0.035
Egg weight (g)	63.9 ± 2.7 ^a	63.6 ± 2.7 ^a	60.30 ± 2.3 ^b	<0.001
Egg mass (g/hen/day)	54.4 ± 1.4 ^a	53.7 ± 1.2 ^a	51.0 ± 1.0 ^b	<0.001
Feed consumption (g/hen/day)	121.7 ± 12.2	117.8 ± 10.2	119.4 ± 14.1	0.217
Feed conversion ratio (feed/egg)	2.24 ± 0.03 ^b	2.19 ± 0.04 ^b	2.34 ± 0.02 ^a	0.002
Body weight at 30 wks of age (g)	1827.5 ± 65.3	1840.3 ± 79.7	1833.0 ± 67.0	0.212
Body weight at 38 wks of age (g)	1771.8 ± 81.4	1817.5 ± 94.6	1833.5 ± 79.6	0.068

a, b—values in rows with different letters differ significantly ($P < 0.01$)

The supplementation of sage EO provided an increment in HDEP (87.3%), whereas the lavender EO resulted in a lower of HDEP (85.6%), compared to the control group (86.6%). Current results agree with previous studies performed by Saleh et al. (2021) and Todorava et al. (2024) who found an increment in egg production with sage supplementation into feed. This stimulating effect was attributed to the content of phytoestrogens in sage, which possibly affected the oviduct development and subsequently provided an increment in egg productivity.

In the control and sage EO supplementation group, an increment in egg weight and egg mass was observed and this increment possibly provided an improvement in feed conversion ratio. This hypothesis was earlier confirmed by Nobakht et al. (2011), Sayedpiran et al. (2011). Despite no significant differences were observed for feed consumption between experimental groups, a more efficient of feed conversion ratio was observed in the control (2.24) and sage EO supplementation group (2.19) than the lavender EO supplementation group (2.34; $P<0.01$). When compared to the control group, sage EO provided any beneficial effect for feed conversion ratio, but lavender EO supplementation caused deterioration in feed conversion ratio, and also other performance parameters including HDEP, egg weight and egg mass. In contrast, in a previous study dietary supplementation of lavender EO with an amount of 350 mg/kg feed provided a significant improved in feed conversion ratio in broilers (Nasiri-Moghaddam et al., 2012). On the other hand, the supplementation of Lavender stoechas (200, 400 and 600 ppm) provided any improvement in feed conversion ratio in laying hens in another study (Salari et al., 2014).

When compared to the control group, laying hens in sage and lavender EO supplementation groups showed a tendency to gain more body weight, despite the non-significant differences between for body weight at 38 weeks of age in the experimental groups. On the other hand, previous studies reported an increment in body weight when the diet was supplemented with different essential oils (Hernandez et al., 2004; Traesel et al., 2011). Hernandez et al. (2004) explained this effect by appetite stimulation and improvement in digestive processes by sage supplementation.

These contradictions between the data reported in literature could be originated from the differences origin, content, used amount of the essential oil, supplementation type (into feed or drinking water), genotype, age, and health status of birds. Furthermore, some authors highlighted that the supplementation amount of essential oils could cause some toxic effects, especially with higher amount of essential oils, or amount of active compounds in essential oils (Krishan and Narang, 2014). Torki et al., (2021) claimed that a significant decline in egg production was observed in supplementation of *Lavandula angustifolia* and *Mentha spicata* (250 mg/kg lavender + 250 mg/kg mint) essential oil in laying hens due to possible toxicity of EOs. Therefore, more

toxicological studies focused on essential oils should be carried out to understand the metabolic and physiological pathways of essential oils. Our results clearly suggested that lavender EO possibly caused an inhibiting effect on performance parameters in laying hens.

In this study, the differences observed in the weight of yolk and albumen could be attributed to the egg weight. However, the percentage of yolk was found to be the lowest in lavender EO supplementation group (32.4%), then the control (35.1%) and sage EO supplementation (34.4%) groups ($P < 0.01$). These findings showed a consistence with the negative effect of lavender EO on egg production performance, which might be originated from a possible toxic effect of lavender. Eggshell breaking strength and eggshell thickness was found to be the lowest in the lavender EO group (1.871 kg/cm² and 0.539 mm respectively, $P < 0.05$). As mentioned previously, some of plant additives might be effective for regulation of calcium metabolism via stimulation of hormone secretion, and thereby an improvement in eggshell quality (Esenbuga and Ekinci, 2023). Furthermore, eggs obtained from laying hens in the sage EO group had darker color of yolk compared to the control and the lavender EO groups. This could be an indicator for sage as its effect for increment in transition of the pigments to the yolk, which previously suggested by Esenbuga and Ekinci, (2023).

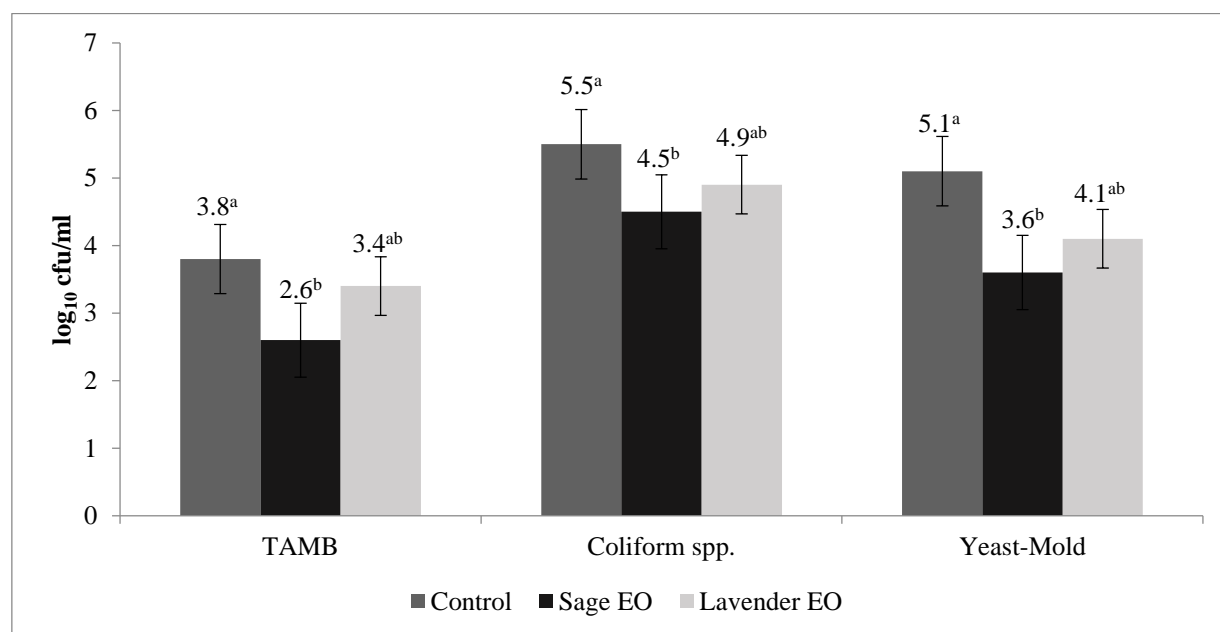


Figure 1. Eggshell bacterial load by sage (*Salvia officinalis*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) EO supplementation groups into drinking water, Bars represent mean \pm SE. ($P < 0.05$)

Şekil 1. İçme suyuna adaçayı (*Salvia officinalis*) ve lavanta (*Lavandula angustifolia*) esansiyel yağı ilave edilen gruplarda yumurta kabuğu bakteri yükü, Çubuklar ortalama \pm Standart hata'yı temsil etmektedir. ($P < 0.05$)

As shown in Figure 1, total number of total mesophilic aerobic bacteria's, *Coliform spp.*, and yeast and mold in eggshells were found to be lower in the sage and lavender EO supplementation groups than the control group ($P < 0.01$). This could be attributed to the antibacterial properties of both sage and lavender. A similar effect was also reported by Galamatis et al. (2021) who found a reduction in the total number of Enterobacteriaceae in eggshells by diet supplementation of 1.0% *Salvia officinalis* group compared to the control and supplementation of 0.5% *Salvia officinalis* groups.

CONCLUSION

Based on the current findings, it could be concluded that the supplementation of sage EO into drinking water (0.3 mL/L) might improve egg production, egg weight, feed conversion ratio and eggshell strength, and indeed it is more effective than lavender EO supplementation. On the other hand, both of sage and lavender EO could be used for providing eggshell hygiene by decreasing the microbial population of eggshell. However, regarding the decline in performance and quality parameters in lavender EO group, sage EO could be potentially recommended as phytobiotics additive in laying hens.



Acknowledgements: -

Data availability: Data will be made available upon reasonable request.

Author contributions*: All authors contributed equally to the preparation of the article.

Competing interests.: There is no conflict of interest between the authors in this study.

Ethical statement: Researcher declared it that "all animal procedures were conducted in accordance with EU Directive for animal experiments (European Union, 2010), ARRIVE guidelines (Kilkenny et al., 2010) and national regulation on the protection of experimental animals used for experimental "

Financial support.: -

Article description: This article was edited by Editor Çağrı KANDEMİR.

REFERENCES

- Adaszyńska-Skwirzyńska M, Szczerbińska D. 2019. The effect of lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oil as a drinking water supplement on the production performance, blood biochemical parameters, and ileal microflora in broiler chickens. *Poultry Science*. 98: 358-365.
- Adaszyńska-Skwirzyńska M, Szczerbińska D, Zych S. 2021. The Use of Lavender (*Lavandula angustifolia*) Essential Oil as an Additive to Drinking Water for Broiler Chickens and Its In Vitro Reaction with Enrofloxacin. *Animals*. 11(6): 1535. doi: 10.3390/ani11061535
- Alali WQ, Hofacre CL, Mathis GF, and Faltys G. 2013. Effect of essential oil compound on shedding and colonization of *Salmonella enterica* serovar Heidelberg in broilers. *Poultry Science* 92:836–841.
- Alekish MO, Ismail ZB, Awawdeh MS, Shatnawi S. 2017. Effects of intramammary infusion of sage (*Salvia officinalis*) essential oil on milk somatic cell count, milk composition parameters and selected hematology and serum biochemical parameters in Awassi sheep with subclinical mastitis. *Veterinary World* 10: 895–900.
- Andrew W. Manual of food quality control 4. Rev. 1. Microbiological analysis. FAO of the United Nations. Rome. FAO Food Nutr. 1992; pp. 14(4).
- AOAC International. Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th ed.; Association of Official Analytical Chemists: Gaithersburg, MD, USA, 2006.
- Bahmani M, Saki K, Rafeian Kopaei M. 2014. Medicinal plants of thyme land in Iran. Academic Publishing.
- Bağdat RB, Çinkaya N, Demiray KY, Bozdemir C, Çakır E. 2017. Common sage (*Salvia officinalis* L.) breeding studies in central Anatolian climatic conditions. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(3), 499-507.
- Bakhsha F, Mazandarani M, Aryaei M, Jafari SY, Bayate H. 2014. Phytochemical and anti-oxidant activity of *Lavandula Angustifolia* Mill. essential oil on preoperative anxiety in patients undergoing diagnostic curettage. *International Journal of Women's Health Reproduction Science*, 2, 268–271. <https://doi.org/10.15296/ijwhr.2014.42>
- Bozkurt M, Hippenstiel F, Abdel-Wareth AAA, Kehraus S, Küçükyılmaz K, Südekum HK. 2014. Effects of selected herbs and essential oils on performance, egg quality and some metabolic activities in laying hens- a review. *European Poultry Science* 78, 1-15.
- Butaye P, Van Damme K, Devriese LA, Van Damme L, Bael M, Lauwers S, Haesebrouck F. 2000. In vitro susceptibility of *Enterococcus faecium* isolated from food to growth-promoting and therapeutic antibiotics. *International Journal of Food Microbiology*, 54, 181–187. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(99\)00198-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(99)00198-1)
- Carrasco A, Martinez-Gutierrez R, Tomas V, Tudela J. 2016. *Lavandula angustifolia* and *Lavandula latifolia* essential oils from Spain: aromatic profile and bioactivities. *Planta Medica* 82:163–170.



- Danh LT, Han LN, Triet NDA, Zhao J. 2013. Comparison of chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of lavender (*Lavandula angustifolia* L.) essential oils extracted by supercritical CO₂, hexane, and hydrodistillation. *Food Bioprocess Technology*, 6: 3481-3489.
- De Rapper S, VanVuuren SF, Kamatou GPP, Viljoen AM, and Dagne E. The additive and synergistic antimicrobial effects of select frankincense and myrrh oils—a combination from the pharaonic pharmacopoeia. *Letters in Applied Microbiology*, vol.54, no.4, pp.352–358, 2012.
- Esenbuga N, Ekinçi O. 2023. Dietary Effects of Some Plant Extracts on Laying Performance, Egg Quality, and Some Blood Parameters in Laying Hens at Different Cage Densities. *Animals*, 13:3866. <https://doi.org/10.3390/ani13243866>
- Fu Z, Wang H, Hu X, Sun Z, Han C. 2013. The pharmacological properties of *Salvia* Essential oils. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(7): 122-127.
- Funk EM. 1948. The relation of yolk index determined in natural position to the yolk index as determined after separating the yolk from the albumen. *Poultry Science*, 27: 367.
- Galamatis D, Papadopoulos GA, Lazari D, Fletouris D, Petridou E, Arsenos GL, & Fortomaris PI. 2021. Effects of dietary supplementation of *Salvia officinalis* L. in organic laying hens on egg quality, yolk oxidative stability and eggshell microbiological counts. *Animals*, 11(9), 2502. DOI: 10.3390/ani11092502
- Garcia JAA, Correa RCG, Barros L, Pereira C, Abreu RMV, Alves M, Calhelha RC, Bracht A, Peralta RM, and Ferreira ICFR. 2019. Chemical composition and biological activities of *Jucara* (*Euterpe edulis* Martius) ,fruit by-products, a promising underexploited source of high-added value compounds. *Journal of Functional Foods*, 55: 325–332.
- Gholami-Ahangaran M, Ahmadi-Dastgerdi A, Karimi-Dehkordi M. 2020. Thymol and carvacrol; as antibiotic alternative in green healthy poultry production. *Plant Biotechnology Persa*, 2(1): 22–25. 10.29252/pbp.2.1.22
- Gholami-Ahangaran M, Ahmadi-Dastgerdi A, Azizi S, Basiratpour A, Zokaei M, Derakhshan M. 2022. Thymol and carvacrol supplementation in poultry health and performance. *Veterinary Medicine and Science* 8(1): 267–288.
- Ghorbani A, Esmaeilzadeh M. 2017. Pharmacological Properties of *Salvia officinalis* and its Components. *J. Tradit. Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 7:433–440. doi: 10.1016/j.jtcm.2016.12.014.
- Harrigan W. 1998. *Laboratory methods in food microbiology*. Academic Press, San Diego, CA.
- Haugh RR. 1937. The haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poult.*, 43: 552–555.
- Heiman V, Carver JS. 1936. Albumen index as a physical measurement of observed egg quality. *Poultry Science*. 15:141–148.
- Hernandez F, Madrid J, Garcia V, Orengo J, & Megias MD 2004. Influence of two plant extracts on broilers performance digestibility and digestive organ size. *Poultry Science*, 83(2), 169–174. DOI: 10.1093/ps/83.2.169
- Hippenstiel F, Abdel-Wareth AAA, Kehraus S, Südekum KH. 2011. Effect of selected herbs and essential oils and their active components on feed intake and performance of broilers—a review *Archiv für Geflügelkunde* 75, 226-234.
- Hrebień-Filisińska AM, & Bartkowiak A. 2021. Antioxidative effect of sage (*Salvia officinalis* L.) macerate as “green extract” in inhibiting the oxidation of fish oil. *Antioxidants*, 11(1), 100.
- Krishan G, & Narang A. 2014. Use of essential oils in poultry nutrition: A new approach. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 1, 156–162. <https://doi.org/10.5455/javar.2014.a36>
- Landjev I. 2010. *Encyclopedia of medicinal plants in Bulgaria* (Ed. Deleva N.) (p. 551). Trud Book Publishing House (Bulgaria).



- Levkut M, Marcin A, Lenhardt L, Porvaz P, Revajová V, Šoltysová B, Blanár J, Ševčíková Z, & Pist J. 2010. Effect of sage extract on alkaline phosphatase, enterocyte proliferative activity and growth performance in chickens. *Acta Veterinaria Brno*, 79(2), 177–183. DOI: 10.2754/avb201079020177
- Lis-Balchin M. 2002. Lavander. *The Genus Lavandula. Medicinal and Aromatic Plants– Industrial Profiles* (1st ed.). London: CRC Press.
- Marín I, Sayas-Barberá E, Viuda-Martos M, Navaro C, Sendra E. 2016. Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Essential Oils from Organic Fennel, Parsley, and Lavender from Spain. *Foods*, 5,18. Doi: 10.3390/foods5010018.
- Martucci JF, Gende LB, Neira LM, Ruseckaite RA. 2015: Oregano and lavender essential oils as antioxidant and antimicrobial additives of biogenic gelatin films. *Industrial Crops and Products*, 71, 205-213.
- Minitab 17 Statistical Software. [Computer software]State College, PA, USA: Minitab, Inc; 2013.
- Nasiri-Moghaddam H, Hassanabadi A, & Bidar N. 2012. Effects of increasing levels of lavender essential oil (*Lavandula angustifolia*) on performance and hematological traits of broilers. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 4, 115–121. (In Persian, with English abstract).
- Nobakht A, Norany J, & Safamehr AR. 2011. The effects of different amounts of *Mentha pulegium* L. (pennyroyal) on performance, carcass traits, hematological and blood biochemical parameters of broilers. *Journal of Medical Plants Research*, 5, 3763–3768.
- NRC 1994. National Research Council, Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, 1994 DC
- O'Neill J. 2016. Review on Antimicrobial Resistance: Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and Recommendations. Available. Accessed date: 09.09.2024
- Ommati MM, Zamiri MJ, Akhlaghi A, Atashi H, Jafarzadeh MR, Rezvani MR, & Saemi F. 2013. Seminal characteristics, sperm fatty acids, and blood biochemical attributes in breeder roosters orally administered with sage (*Salvia officinalis*) extract. *Animal Production Science*, 53(6), 548–554. DOI: 10.1071/AN12257
- Piesova E, Makova Z, Levkut M, Faixova Z, Pisl J, Marcin A, & Levkut M. 2012. The effects of sage extract feed supplementation on biochemical parameters, weight of internal organs and *Salmonella* counts in chickens. *Research in Veterinary Science*, 93(3), 1307–1308. DOI: 10.1016/j.rvsc.2012.04.011
- Rasouli B, Movahhedkhah S, Seidavi A, Haq QMI, Kadim I, Laudadio V, Mazzei D, & Tufarelli V. 2020. Effect of sage (*Salvia officinalis* L.) aqueous leaf extract on performance, blood constituents, immunity response and ileal microflora of broiler chickens. *Agroforestry Systems*, 94(4), 1179–1187. DOI: 10.1007/s10457-019-00401-8
- Reddy PM, Reddy VY, Reddy CV, Rap SP. 1979. Egg weight, shape index and hatchability in Khaki Campbell duck egg. *Indian Journal of Poultry Science*, 14: 26–31.
- Salari S, Taki A, Bojarpour M, Sari M, & Taghizadeh M. 2014. Effect of different levels of lavender essence on production performance and egg quality of laying hens. In *Proceedings of the International Symposium on Animal Science* (pp. 295-299) September 2014, Belgrade-Zemun.
- Saleh AA, Hamed S, Hassan AM, Amber K, Awad W, Alzawqari MH, & Shukry M. 2021. Productive performance, ovarian follicular development, lipid peroxidation, antioxidative status, and egg quality in laying hens fed diets supplemented with *Salvia officinalis* and *Origanum majorana* powder levels. *Animals*, 11(12), 3513. doi.org/10.3390/ani11123513
- Sayedpiran SA, Nobakht A, & Khodaei S. 2011. The effects of using of probiotic, organic acid and blends of some medicinal herbs on performance, egg quality, blood biochemical and immunity parameters of laying hens. *Veterinary Clinical Pathology (Veterinary Journal Tabriz)*, 5, 1111–1122.



- Todorava M, Grigorova S, Gjorgovska N. 2024. Effects of Sage (*Salvia officinalis* L.) Supplementation in Hen Diets on Laying Productivity, Egg Quality, and Biochemical Parameters. *Acta fytotechn zootecn*, 27, 2024(2): 143–150.
- Torki M, Mohebbifar A, Mohammadi H. 2021. Effects of supplementing hen diet with *Lavandula angustifolia* and/or *Mentha spicata* essential oils on production performance, egg quality and blood variables of laying hens. *Vet Med Sci*. 7: 184-193.
- Traesel CK, Wolkmer P, Schmidt C, Silva CB, Paim FC, Rosa AP, & Lopes ST. 2011. Serum biochemical profile and performance of broiler chickens fed diets containing essential oils and pepper. *Comparative Clinical Pathology*, 20(5), 453–460. DOI: 10.1007/s00580-010-1018-1
- Ürüşan H, 2023. Hepatoprotective effect of Artichoke (*Cynara scolymus*) in laying hens. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74(1): 5249–5258. <https://doi.org/10.12681/jhvms.28954> (Original work published April 11, 2023)
- Yadav AS, Kolluri G, Gopi M, Karthik, K, Singh Y. 2016. Exploring alternatives to antibiotics as health promoting agents in poultry-a review. *Journal of Experimental Biology*, 4(3): 368–383.

Haydar KARADAS¹ , Yasin KAHYA² , Ahmet UÇAR^{2*} 

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Yozgat Bozok University, Yozgat, 66100, Türkiye

²Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ankara University, Ankara, 06000, Türkiye

The Effect of Adding the Cracked Corn to the Ration at Finishing Period on Fattening and Morphological Traits in Male Quails

ABSTRACT

Objective: This research was conducted to determine the fattening performance of males from egg-type quails (*Coturnix coturnix japonica*) sorted as non-breeding stocks after 35 days using three different finisher rations.

Material and Methods: Three different rations were used as finisher feed: cracked corn (CC), broiler chick feed (BCF), and cracked corn- broiler chick feed (1:1) mixture (CC-BCF) for fattening 270 male quails. Quail fattening started with an average weight of 198 g and was carried out in cage pens with 3 replicates in each group and 30 male quails in each replicate. Quails were weighed individually on the 5th and 10th (40 and 45 days of age) days of the experiment. When the quails reached 45 days of age, some morphological traits were measured in a total of 135 quails, 15 randomly from each pen.

Results: The mean body weights of the CC, BCF, and CC-BCF groups at 40 and 45 days of age were determined 202.00, 227.21, and 222.81 g and 200.55, 231.79, and 229.04 g, respectively. While the CC group had the lowest fattening performance ($P<0.01$), the difference between the BCF and CC-BCF mixture groups was insignificant ($P>0.05$). In terms of carcass ratio, the highest value (75.2%) was observed in the BCF group and the lowest value (73.6%) in the CC group ($P<0.05$). The difference between the groups in terms of beak length, beak width, head length, head width, folding wing length, back length, tail length, body length, shank length, shank width, and middle finger length was insignificant ($P>0.05$). The lowest mean in terms of breast width (32.9 mm) was observed in the CC group, and the highest mean in terms of breast length (67.3 mm) was observed in the CC-BCF group ($P<0.01$). In terms of feed conversion ratio, the CC group (9.24) had the lowest average ($P<0.01$), while the BCF (5.80) and CC-BCF groups (6.00) had higher average ($P>0.05$). According to the discriminant analysis of morphological traits, the average reclassification success of quails in different finishing feed groups was 79.1%.

Conclusion: The study results showed that a 5-day fattening period is sufficient for male quails from 35 days of age and that adding cracked corn as cheap grain feed to expensive high-protein feeds during the finishing period can reduce feed costs by approximately 10-20% without causing any loss in fattening.

Keywords: Quail, fattening, corn, chick feed, morphology

Bitirme Döneminde Rasyona Kırık Mısır İlavesinin Erkek Bildircinlerde Besi ve Morfolojik Özellikler Üzerine Etkisi

ÖZ

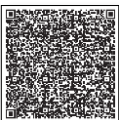
Amaç: Bu araştırma, 35. günden sonra üç farklı bitirme rasyonu kullanılarak damızlık dışı olarak ayrılan yumurta tipi bildircin erkeklerinin (*Coturnix coturnix japonica*) besi performanslarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot: Bitirme yemi olarak kırık mısır (CC), etlik civciv yemi (BCF) ve kırık mısır-civciv yemi (1:1) karışımı (CC-BCF) 270 erkek bildircinin besisi için üç farklı rasyon kullanılmıştır. Bildircin besisi, ortalama 198 g olarak başlatılmış ve her gruba ait 3 bölme ve her bölmede 30 hayvan tekerrür olacak şekilde yürütülmüştür. Denemenin 5. ve 10. (40 ve 45 günlük yaş) günlerinde bildircinler bireysel olarak tartılmıştır. Bildircinler 45 günlük yaşa eriştiklerinde her bölmeden rastgele 15 olmak üzere toplam 135 hayvanda bazı morfolojik özellikler belirlenmiştir.

Bulgular: CC, BCF ve CC-BCF gruplarında 40 ve 45 günlük yaşta canlı ağırlıklar sırasıyla 202.00, 227.21 ve 222.81 g ve 200.55, 231.79 ve 229.04 g olarak belirlenmiştir. CC grubu en düşük besi performansına sahip olurken ($P<0.01$), BCF ve CC-BCF grupları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Karkas oranı bakımından en yüksek değer (%75.2) BCF grubunda ve en düşük değer (%73.6) CC grubunda gözlenmiştir. Gruplar arasında gaga uzunluğu, gaga genişliği, kafa uzunluğu, kafa genişliği, katlanır kanat uzunluğu, sırt uzunluğu, kuyruk uzunluğu, vücut uzunluğu, incik uzunluğu, incik genişliği ve orta parmak uzunluğu özelliklerinde farklar önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). En düşük göğüs genişliği (32.9 mm) CC grubunda ve en yüksek göğüs uzunluğu (67.3 mm) CC-BCF grubunda gözlenmiştir ($P<0.01$). Yemden yararlanma oranı bakımından CC grubu (9.24) en düşük oranı alırken ($P<0.01$), BCF (5.80) ve CC-BCF (6.00) grupları daha yüksek ortalamaya sahip olmuştur ($P>0.05$). Morfolojik özelliklerin diskriminant analizi sonuçlarına göre bildircinlerin bitirme yemi gruplarına tekrar sınıflandırma başarıları %79.1 olmuştur.

Sonuç: Araştırma sonuçları, 35 günden itibaren erkek bildircinler için 5 günlük besi süresinin yeterli olduğunu ve bitirme döneminde pahalı yüksek protein içerikli yemlere kıyasla ucuz dane yem olarak kırılmış mısır ilavesinin beside bir kayba neden olmaksızın yaklaşık %10-20 kadar yem maliyetini düşürebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelime: Bildircin, besi, mısır, civciv yemi, morfoloji



How to cite:

Karadaş H, Kahya Y, Uçar A. (2024). The Effect of Adding the Cracked Corn to the Ration at Finishing Period on Fattening and Morphological Traits in Male Quails. Journal of Animal Production, Vol: 65 (2): 140-148, <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1552633>





INTRODUCTION

Since 2016, poultry meat has been the most consumed animal protein source in the world, with about 86% of it coming from chicken alone (Govoni et al. 2021). On the other hand, as the accessibility to food increases, the demand for products obtained from alternative poultry species also increases (Boz et al. 2022). Quail, one of the first alternative poultry species that comes to mind, has great potential for both egg and meat production due to its traits such as requiring less space for rearing, resistance to diseases and adverse environmental conditions, and reaching sexual maturity quickly (Uçar et al. 2020). Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) has a relatively fast growth rate compared to other alternative poultry species. Therefore, Japanese quails can be used efficiently for meat production. Quail fattening usually takes 5-6 weeks. During this period, it is recommended that quails be fed with high protein rations to promote rapid growth and weight gain (Serge-Olivier et al. 2021).

Japanese quails show rapid body development from hatching and reach sexual maturity within 5-6 weeks. It is critical to regularly monitor body weight and growth development and adjust feeding regimes according to these parameters. The growth in Japanese quail is faster in the early stages of life. As quails approach sexual maturity, their growth rate decreases, but they continue to gain live weight throughout fattening (Baumgartner, 1994; Nariç et al. 2010). The excess males of quails reared for breeding or egg production are fattened and reach slaughter age within 5-6 weeks (Alarslan, 2006). Quails are generally used as breeding stock in a ratio of 3:1 (female-male) and 2/3 of the male quails are separated as non-breeding stock (Erensayin et al. 2002; İpek et al. 2004; Karousa et al. 2015). Fattening these males for meat production has the potential to provide significant benefits in terms of reducing production costs, using resources efficiently, and generating additional income. In quails, sexual dimorphism is unlike other farm poultry, the females have larger body than males. Male quails remain at a lower in terms of live weight gain after the 4th week compared to female quails (Lukanov et al. 2021; Uçar, 2024a). The fact that the differences in growth and development observed in male and female quails may be due to muscle fibers, the structure of muscle bundles, and morphological differences (Kim et al. 2024) also necessitates studies on morphological development in this species. The fact that almost all of the females are reserved for egg production or breeding requires the fattening of the surplus males. Aiming to complete the fattening process with the lowest cost and highest yield in the shortest time is important in terms of economic efficiency. The feed ration used in fattening affects not only the live weight but also the morphology and carcass yield (Van Der Ziel and Visser, 2001; Özcan et al. 2021). On the other hand, the fattening capabilities of egg-type quails are limited. In addition, sex determination based on feather color can be done at the earliest at 3-4 weeks of age, which limits the remaining time for the fattening of male quails that are separated for breeding purposes. The average body weight of egg-type quails at 35-45 days of age is 200-250 g and their feed conversion ratio is 3.5-4 (Lukanov and Genchev, 2018; Vargas-Sánchez et al. 2018; Abou-Kassem et al. 2019; Bayril, 2023). In Türkiye, quails are generally raised for egg production rather than meat production (Uçar et al. 2020). Although it shows relatively lower fattening performance compared to meat quail genotypes in meat production (Tavaniello, 2014), the fact that excess males have to be separated as non-breeding stocks in egg-type quails requires questioning the fattening performance capabilities of this group with cost-effective rations.

This research aims to determine whether there will be a negative effect on fattening by adding cracked corn as a cheap grain feed to the ration at the end of the fattening period of male quail to reduce the costs. In this research compared the fattening performance and some morphological traits of male quails, which were separated as non-breeders after gender determination, at 35-45 days of age using 3 different finisher feeds.

MATERIAL and METHODS

A total of 270 male egg-type Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) were used in the experiment. All quails obtained from the incubation of eggs from the same batch were reared under the identical diet and environmental conditions until 35 days of age. At the beginning of the experiment, the quails were weighed and numbered individually, and randomly distributed into 3 groups, and fattening was started with similar weights. In the study, 3 finisher feed groups were formed: cracked corn (CC), broiler chick feed (BCF), and a 1:1 mixture of these two feeds (CC-BCF). Each finisher feed group had 3 replications and 30 quails in each replication. Quails were fed with cracked corn (CC; 6% Crude Protein, 3100 ME kcal/kg, cost: 0.19 \$/kg), broiler chick feed (BCF; 20% Crude Protein, 2900 ME kcal/kg, cost: 0.34 \$/kg), cracked corn broiler chick feed mixture (CC-BCF; 13% Crude Protein, 3000 ME kcal/kg, cost: 0.26 \$/kg).



Feed and water were given to the quail's ad-libitum. On the 5th and 10th days of the experiment (40th and 45th days of age), individual live weights of quails were determined, and the remaining feed at the end of the experiment was collected from the pens and weighed, thus calculating the feed conversion rate of each group. The cost per unit live weight gain was calculated by multiplying the feed conversion ratio and the finishing feed kg cost. When the quails reached 45 days of age, some morphological traits were measured in a total of 135 quails, 15 randomly selected from each pen. Within the scope of morphological traits, body length (cm), breast width (mm), breast length (mm), beak length (mm), beak width (mm), head width (mm), head length (mm), back length (mm), tail length (mm), shank length (mm), shank width (mm), middle finger length (mm) and folded wing length (mm) were determined using a digital calliper. Morphological measurements were performed on the right body parts of the quails by the same person, after the measurements were completed, the quails were slaughtered, and carcass weight (g) and carcass ratio (%) were determined (Uçar, 2024b).

IBM-SPSS Statistics 20 package program was used for statistical analyses. One-way analysis of variance (ANOVA) was used to compare live weight, carcass traits, feed conversion ratios, and morphological traits, and the Duncan multiple range test was used to determine statistically significant group means ($P < 0.05$). Discriminant analysis was used in multivariate analyse.

RESULTS

Statistically significant differences ($P < 0.05$) were found between the average live weights measured on both the 5th day (40 days of age) and the 10th day (45 days of age) of quail fattening according to the finisher feed groups (CC, BCF, and CC-BCF) (Table 1, Figure 1).

Table 1. Changes in live weight (g) of quails fed with different finisher feeds according to age*

Tablo 1. Farklı bitirme yemleri ile beslenen bıldırcınların yaşa göre canlı ağırlık (g) değişimi*

Groups	Fattening Days (Quail Age Days)		
	0 (35)	5 (40)	10 (45)
Cracked Corn (CC)	197.31 ^{aA} ± 2.79	202.00 ^{bA} ± 2.61	200.55 ^{bA} ± 2.54
Broiler Chick Feed (BCF)	198.71 ^{aB} ± 2.61	227.21 ^{aA} ± 2.50	231.79 ^{aA} ± 2.43
Mixed (CC-BCF)	197.94 ^{aB} ± 2.59	222.81 ^{aA} ± 2.50	229.04 ^{aA} ± 2.45

*: Differences between means, shown with different lowercase letters in each column and different uppercase letters in each row, are statistically significant ($P < 0.05$).

On the 5th and 10th days of feeding, the lowest live weight values were in the CC group (202.00 g and 200.55 g), and the highest values were in the BCF (227.21 g and 231.79 g) and CC-BCF (222.81 g and 229.04 g) groups (Table 1). The difference between the CC-BCF and BCF groups within each age (5 and 10 days) was insignificant ($P > 0.05$), however the differences between the CC group and both groups were significant ($P < 0.05$).

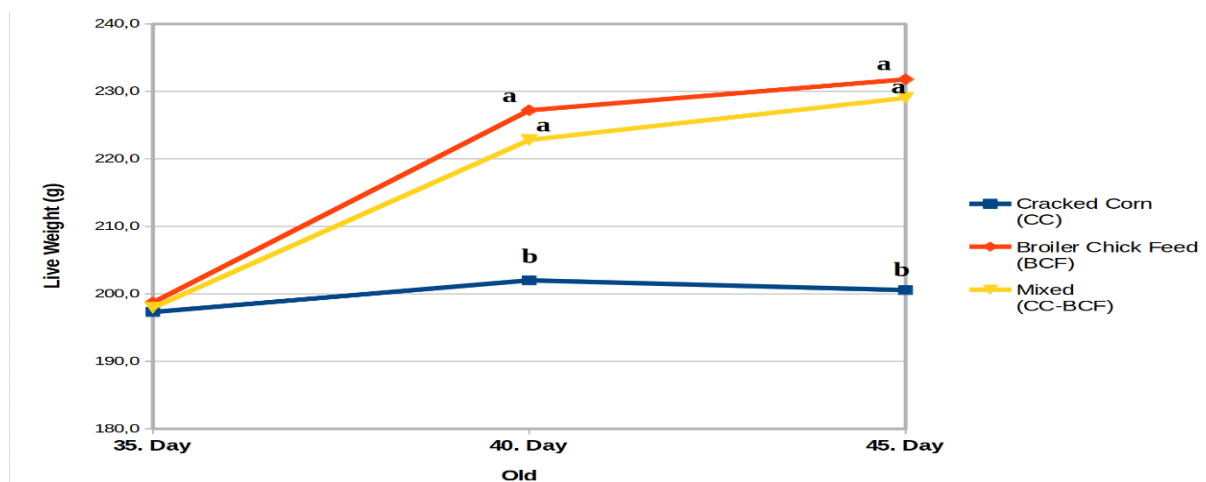


Figure 1. Changes in live weight of quails fed with different finisher feeds

Şekil 1. Farklı bitirme yemleri beslenen bıldırcınlarda canlı ağırlık değişimi



The differences between the average live weights determined on the 5th and 10th days of feeding in each feed groups were insignificant ($P>0.05$), but significant ($P<0.05$) between feed groups. The BCF and CC-BCF groups gained significant live weight compared to the initial weight of the study ($P<0.05$), no significant increase was achieved in the CC group on days 5 and 10 compared to the initial weight ($P>0.05$, Table 1). In terms of feed conversion ratio, at the end of the 10th day, the CC group (9.24) had the lowest mean, while the BCF (5.80) and CC-BCF (6.00) groups were similar. The values determined in terms of cost-effectiveness in male quail fattening, from best to worst, were observed in the CC-BCF (1.56 \$/kg), CC (1.76 \$/kg) and BCF (1.97 \$/kg) groups, respectively (Table 2).

Table 2. Values related to feed conversion ratio (FCR) and fattening costs*

Tablo 2. Yemden yararlanma oranı (FCR) ve besi maliyetlerine ilişkin değerler

	CC	BCF	CC-BCF
FCR	9.24	5.80	6.00
Feed Cost (\$/kg)	0.19	0.34	0.26
Cost of 1 kg Live Weight (\$)*	1.76	1.97	1.56

* Calculated by taking into account the performance of quail fattening between 35-45 days.

In terms of the effect of different finisher feeds on quail slaughter and carcass weight, the lowest values were determined in the CC group (202.21 g and 150.28 g), and the highest values were determined in the BCF (229.53 g and 172.58 g) and CC-BCF (233.26 g and 174.59 g) groups (Table 3). The difference between the groups fed BCF and CC-BCF in terms of slaughter and carcass weight was not significant ($P>0.05$), but the difference between both groups (BCF and CC-BCF) and the CC group was significant ($P<0.05$). In terms of carcass ratio, the difference between the CC (73.62%) and BCF (75.20%) groups were significant ($P<0.05$), but the differences between the CC-BCF (74.38%) group and other groups (CC and BCF) were statistically insignificant ($P>0.05$).

Table 3. Slaughter weight (g), carcass weight (g) and carcass ratios (%) of quails fed with different finisher feeds*

Tablo 3. Farklı bitirme yemleri ile beslenen bıldırcınların kesim (g), karkas ağırlığı (g) ve karkas oranları (%)*

Groups	Slaughter weight (g)	Carcass weight (g)	Carcass Ratio (%)
Cracked Corn (CC)	202.21 ^b ± 3.84	150.28 ^b ± 3.08	73.62 ^b ± 0.38
Broiler Chick Feed (BCF)	229.53 ^a ± 3.59	172.58 ^a ± 2.82	75.20 ^a ± 0.35
Mixed (CC-BCF)	233.26 ^a ± 3.89	174.59 ^a ± 3.17	74.38 ^{ab} ± 0.39

* Differences between means indicated with different letters in each column are statistically significant ($P<0.05$).

Beak length (mm), beak width (mm), head length (mm), head width (mm), folding wing length (mm), back length (mm), tail length (mm), shank length (mm), shank width (mm), middle finger length (mm) and body length (cm) of quails fed with different finisher feeds were not affected by the feed used ($P>0.05$). However, breast width (mm) and breast length (mm) traits were significantly ($P<0.05$) affected by the feed used (Table 4). There was no difference in the breast width between the BCF (35.37 mm) and CC-BCF (35.37 mm) groups ($P>0.05$), but the mean of the CC (32.90 mm) group was found to be significantly lower than both groups ($P<0.05$). There was no difference between CC (64.34 mm) and BCF (65.40 mm) in terms of breast length ($P>0.05$), while the CC-BCF (67.30 mm) group had the highest mean ($P<0.05$).



Table 4. Morphological traits of male quails fed with different finisher feeds*

Tablo 4. Farklı bitirme yemleri ile beslenen bıldırcınların morfolojik özellikleri*

	Cracked Corn (CC)	Broiler Chick Feed (BCF)	Mixed (CC-BCF)	SEM	P
Body Length (cm)	31.00	31.41	31.07	0.165	0.155
Breast Width (mm)	32.90 ^b	35.37 ^a	35.37 ^a	0.409	0.001
Breast Length (mm)	64.34 ^b	65.40 ^b	67.30 ^a	0.648	0.008
Beak Length (mm)	15.48	15.58	15.71	0.174	0.670
Beak Width (mm)	5.90	5.75	5.75	0.111	0.552
Head Width (mm)	14.92	15.28	15.01	0.175	0.302
Head Length (mm)	29.22	29.15	29.18	0.218	0.972
Back Length (mm)	87.61	88.91	89.99	0.988	0.253
Tail Length (mm)	47.55	49.50	48.45	0.759	0.182
Shank Length (mm)	26.70	26.08	26.31	0.286	0.302
Shank Width (mm)	4.34	4.39	4.41	0.570	0.681
Middle Finger Length (mm)	24.41	24.71	24.56	0.263	0.724
Fold Wing Length (mm)	106.38	107.33	108.18	0.684	0.195

* Differences between means shown with different letters in each row are statistically significant (P<0.05).

According to the discriminant analysis applied to the live weight and morphological traits of the quails at 45 days of age, the reassignment success of the quails to their own group was 79.1% on average. The highest correctly classification success was in the BCF and CC groups (82.2% and 82.2%), and the lowest classification success was in the CC-BCF mixture group (71.1%). The first principal component explained 60% of the total variation and the second principal component explained 30% of the total variation, and the highest misclassification rate (Table 5) was observed the CC-BCF to BCF (26.7%) and BCF to CC-BCF (13.3%) groups.

Table 5. Live weight and morphological characteristics of quails fed with different finishing feeds

Tablo 5. Farklı Bitirme yemleri ile beslenen bıldırcınların canlı ağırlık ve morfolojik özellikleri

Groups	Estimated Group Distribution				Toplam
	BCF	CC-BCF	CC		
Number	BCF	37	6	2	45
	CC-BCF	12	32	1	45
	CC	3	5	37	45
%	BCF	82.2	13.3	4.5	100.0
	CC-BCF	26.7	71.1	2.2	100.0
	CC	6.7	11.1	82.2	100.0

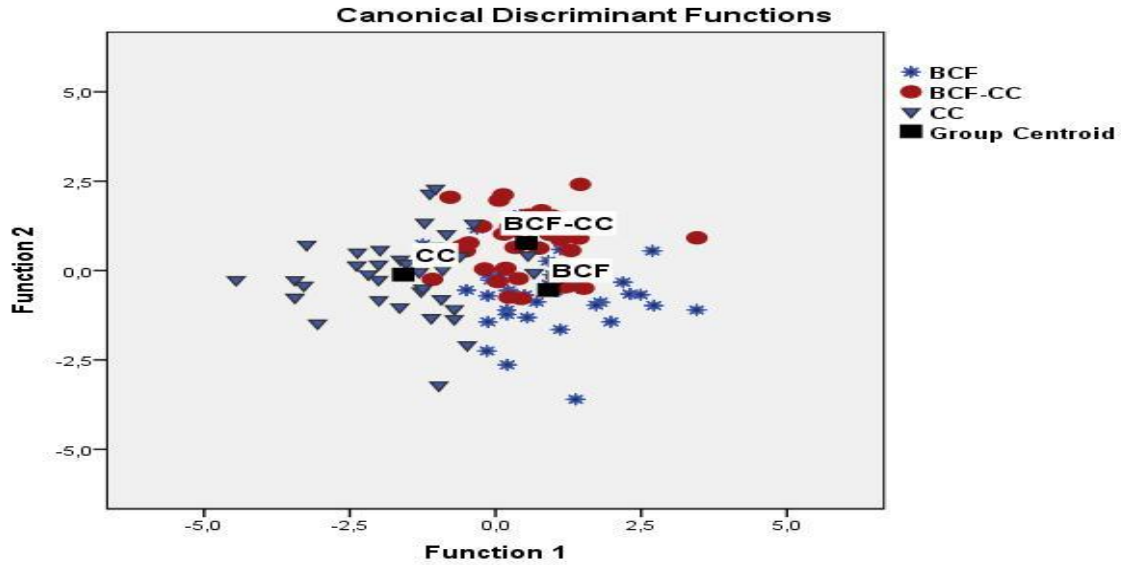


Figure 2. Scatter plots of quails fed with different finisher feeds according to their live weight and morphological traits. Şekil 2. Farklı bitirme yemleri ile beslenen bildircinların canlı ağırlık ve morfolojik özelliklerine göre serpilme diyagramı

DISCUSSION and CONCLUSION

The live weight gain of fattened Japanese quail males after 28 days of age, feed consumption begins to decrease after 35 days of age, the highest carcass yield is reached at 35 days of age, and the feed conversion rate decreases rapidly after 42 days of age (Şeker et al. 2007). In this study, the highest live weight gain was achieved between 35-40 days, with increases in CC, BCF, and CC-BCF groups being 4.69, 28.50, and 24.87 g, respectively. In the last five days, the CC group lost live weight (-1.45 g), while the BCF and CC-BCF groups gained only 4.58 and 6.23 g, respectively. The most appropriate slaughtering age for quails is 5-6 weeks, and quails slaughtered during this period have higher carcass yields than quails slaughtered in the following weeks (Abou-Kassem et al. 2019). After this age, feeding costs also increase by approximately 75% (Walita et al. 2017; Pavlova et al. 2023). The live weight gain in the 5th week of quail fattening corresponds to approximately one-fifth of the total live weight. However, feed consumption in the 5th week is one-third of the total feed consumption (Alarslan, 2006; Lukanov et al. 2021). Consistent with the above reports, the findings of this study showed that a short fattening period of 5 days after 35 days of age is sufficient to produce male quail at the lowest cost.

Evaluating relatively cheap grain feed alternatives is important in reducing production costs (Başer and Yetişir, 2007). In quail farming, as in other poultry animals, the biggest cost is feed, which constitutes approximately 75-80% of the total cost (Çimrin and Tunca, 2012). Studies on the proportions of raw materials that make up the ration to reduce this cost can yield positive results (Tufan and Bolacalı, 2017; Abdel-Moneim et al. 2020; Özcan et al. 2021). In a fattening study conducted on quails with males and females together and males and females separately (Kul et al. 2006), it was observed that keeping males with females increased sexual activity, and this situation negatively affected live weight gain after 35 days of age. In this study, where male quails were fattened separately from females, live weight increased in the first 5 days, and a decrease in live weight gain was observed after 40 days of age. It can easily be thought that the main reason for this decrease in live weight gain is the onset of sexual activity.

Morphological measurements performed in this study show that the development of the bone-skeletal system in the egg-type quail males is largely completed by 35 days of age. Because at the end of the fattening period (45 days of age), no significant differences were observed in other morphological traits related to skeletal system except for the breast length and breast width, which were traits related to the amount of muscles in quails fed with different finisher feeds. It can be said that after the age of 35 days, CC as a finisher feed is sufficient to conserve bone and skeletal system when the Japanese quails are fed ad-libitum. However, as expected, it is clear that higher protein finisher feeds (BCF and CC-BCF) than the CC group were needed for muscle increase (meat production) at the end of the male quail feeding period.



There is a limited number research in literature (Chimezie et al. 2022; Jubril et al. 2022; Tulobaev et al. 2012) used morphometric traits of quail focused on growth and development period. The evaluation of morphological traits combined with multivariate analyses can provide new perspectives for a better understanding parameters of growth and development. The discriminant analyses showed that there is a strong effect on fattening and morphometric traits of male quails feeding by different rations at the finishing period. Both of the ANOVA and discriminant analysis results show that for monitorization of the fattening period in quail are sufficient as breast with and length traits.

In this study, it was determined that a 5-day-old quail fattening period was sufficient to provide live weight gain from 35 days of age. In addition, it was determined that the groups fed with BCF and CC-BCF were similar to each other in terms of live weight gain, carcass yield, and morphological development. On the other hand, the fattening male quail after 35 days of age with a mixing of CC-BCF (1.56 \$) instead of CC (1.76 \$) and BCF (1.97 \$) in a short period of 5 days reduced feed costs by approximately 10-20%. When all the findings were evaluated together, it is shown that there is no need to use relatively expensive high-protein contents in the fattening of egg-type male quails after 35 days of age, and adding cheap grain feeds to the ration is a good alternative for reducing feed cost in finishing period.

Acknowledgements: -

Data availability: Data will be made available upon reasonable request.

Author contributions*: All authors contributed equally to the preparation of the article.

Competing interests.: There is no conflict of interest between the authors in this study.

Ethical statement: The Animal Experiments Local Ethics Committee of Ankara University approved all the procedures performed in these studies; Approval no: 2024-10-79.

Financial support.: -

Article description: This article was edited by Editor Çağrı KANDEMİR.

REFERENCES

- Abdel-Moneim AME, Sabic EM, Abu-Taleb AM, Ibrahim NS. 2020. Growth performance, hemato-biochemical indices, thyroid activity, antioxidant status, and immune response of growing Japanese quail fed diet with full-fat canola seeds. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 1853-1862.
- Abou-Kassem DE, El-Kholy MS, Alagawany M, Laudadio V, Tufarelli V. 2019. Age and sex-related differences in performance, carcass traits, hemato-biochemical parameters, and meat quality in Japanese quails. *Poultry science*, 98(4), 1684-1691.
- Alarslan ÖF. 2006. *Modern Bıldırcın Üretim ve Temel Besleme İlkeleri*, Baskı, Ankara, 2006
- Başer E, Yetişir R. 2007. Tritikale ve kanatlı yemlerinde kullanımı. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 17(1): 19–24.
- Baumgartner J. 1994. Japanese quail production, breeding and genetics. *World's Poultry Science Journal*, 50(3), 227-235.
- Bayril T. 2023. Effects of dietary stevia and ginger extracts on fattening performance, organ weights and serum biochemical parameters in quails exposed to heat stress. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 32(2), 181-188.
- Boz MA, Erensoy K, Uçar A, Sarıca M. 2022. Beç tavuklarında yerleşim sıklığının büyüme, kesim ve karkas özelliklerine etkisi. *Hayvansal Üretim*, 63(1), 47-56.
- Chimezie VO, Akintunde AO, Ademola AA, Aina FA. 2022. Principal component analysis of bodyweight and morphometric traits in Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Aceh Journal of Animal Science*, 7(2), 47-52.
- Çimrin T, Tunca Rİ. 2012. Bıldırcın Beslemede Alternatif Yem ve Katkıların Kullanımı. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(3), 109-116.



- Desouzard O. 2013. Dünya tavuk eti ticareti; zorluklar, gelişmeler ve stratejiler. 2. Uluslararası Beyaz Et Kongresi Bildiri Kitabı, 1-16.
- Erensayın C, Başer E, Aktan S, Küçükylmaz K. 2002. Japon Bildircinlarında Erkek Dişi Oranının Üreme Performansı Üzerine Etkisi. Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 12(1): 51-54.
- Govoni C, Chiarelli DD, Luciano A, Ottoboni M, Perpelek SN, Pinotti L, Rulli MC. 2021. Global assessment of natural resources for chicken production. *Advances in Water Resources*, 154, 103987.
- İpek A, Sahan U, Yılmaz B. 2004. The effect of live weight, male to female ratio and breeder age on reproduction performance in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *South African Journal of Animal Science*, 34 (2).
- Jubril AE, Abubakar BY, Laura OB, Oyinlola KT. (2022). Evaluation of Body Weights and Morphometric Traits of Quails Fed Different Levels of Crude Protein. In Conference Proceedings. Securing Animal Agriculture Amidst Global Challenges, Jos, Nigeria.
- Karousa MM, Souad A, Elaithy A, Elgazar EA. 2015. Effect of housing system and sex ratio of quails on egg production, fertility and hatchability. *Benha veterinary medical journal*, vol. 28, no. 2:241-247.
- Kim DH, Lee J, Lee B, Lee K. 2024. Research Note: Muscle hypertrophy is associated with reversed sexual dimorphism in body size of quail. *Poultry Science*, 103(1), 103263.
- Kul S, Şeker I, Yildirim O. 2006. Effect of separate and mixed rearing according to sex on fattening performance and carcass characteristics in Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*). *Archives Animal Breeding*, 49(6), 607-614.
- Lukanov H, Genchev A. 2018. Fattening performance and slaughter traits in male Pharaoh Japanese quail. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(3), 476-479.
- Lukanov, H., Pavlova, I., & Genchev, A. (2021). Effect of different fattening period duration on meat productivity of domestic quails. *Agricultural Science & Technology (1313-8820)*, 13(4).
- Narıncı D, Karaman E, Firat MZ, Aksoy T. 2010. Comparison of non-linear growth models to describe the growth in Japanese quail. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(14), 1961-1966.
- Özcan C, Çimrin T, Yakar Y, Alaşahan S. 2021. The effects of dietary olive cake meal on fattening performance, carcass and slaughter traits in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(6), 1030-1036.
- Pavlova I, Lukanov H, Genchev A. 2023. Effect of Fattening Period Duration on Meat Productivity of Domestic Quails from Different Productive Types. *Poultry Science Journal*, 11(2), 223-231.
- SPSS, I. 2011. IBM SPSS statistics for Windows, version 20.0. New York: IBM Corp 440.
- Serge-Olivier KK, Mathieu B, Bi YBTD, Kamagate S, Angoué P. 2021. Influence of crude protein diet on growth performance and some blood biochemical parameters of grow-ing male Japanese quail in Côte d'Ivoire. *Journal of Scientific Research in Medical and Biological Sciences*, 2(1), 10-18.
- Şeker I, Bayraktar M, Kul S, Ozmen O. 2007. Effect of slaughter age on fattening performance and carcass characteristics of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *J.Appl. Anim. Res.*, 31:193–195.
- Tavaniello S. 2014. Effect of cross-breed of meat and egg line on productive performance and meat quality in Japanese quail (*Coturnix japonica*) from different generations. Univer-sity of Molise, PhD Thesis.
- Tufan T, Bolacali M. 2017. Effects of dietary addition of synbiotic on the performance, car-cass traits, and serum parameters of Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46, 805-813.
- Tulobaev A, Alpak H, Bektemirova D, Turdubaeva A. 2012. Morphometric development and changes in the growth and development dynamics of Japanese quail populations bred in Kyrgyzstan. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 36(4), 357-361.
- Uçar A, Erensoy K, Sarica M, Boz MA. 2020. The effect of egg weight on hatching in Pharaoh and Italian Japanese quails. *International Journal of Poultry-Ornamental Birds Science and Technology*, 1(1), 18-23.



- Uçar A. 2024a. The Effects of Rearing Systems on Incubation, Egg Production and Quality Traits in Pharaoh Quails. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(8), 1388-1395.
- Uçar A. 2024b. The effects of stocking density on growth, morphological development, behavior, and welfare parameters in pheasants (*Phasianus colchicus*). *Tropical Animal Health and Production*, 56(1), 18.
- van der Ziel CE, Visser GH. 2001. The effect of food restriction on morphological and metabolic development in two lines of growing Japanese quail chicks. *Physiological and Biochemical Zoology*, 74(1), 52-65.
- Vargas-Sánchez RD, Torrescano-Urrutia GR, Ibarra-Arias, FJ, Portillo-Loera JJ, Ríos-Rincón FG, Sánchez-Escalante A. 2018. Effect of dietary supplementation with *Pleurotus ostreatus* on growth performance and meat quality of Japanese quail. *Livestock Science*, 207, 117-125.
- Walita KZ, Tanganyika J, Mussah SR. 2017. Effect of sex, type of feed and age at slaughter on carcass yield characteristics of Japanese quails (*Coturnix Japonica*) in Malawi. *International Journal of Avian & Wildlife Biology*, 2(2), 50-53.

Kadir ERENŞOY ¹ * 

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, Samsun, 55139, Türkiye

Growth, Welfare and Leg Soundness Traits in Genetically Different ANADOLU-T Broiler Pure Lines and Hybrids #

ABSTRACT

Objective: This study aimed to investigate the growth, welfare and walking ability in broiler chickens from different genetic pure lines and hybrids.

Materials and Methods: A total of 112 broilers from each of the seven genotypes (A1, A2, A3, B1, B2, ANADOLU-T, ROSS-308) and both sexes were monitored from 0 to 42 days. Weekly body weight (BW), body length, shank length and diameter, welfare traits (foot pad dermatitis (FPD), hock burn (HB), breast burn (BB), finger crookedness (FC)), valgus-varus deformation (VVD), and gait score (GS) were measured.

Results: A1, A2, and A3 lines had lighter BW compared to the other genotypes, with ROSS-308 being heavier at 35 and 42 days. Welfare indicators showed significant genotype and sex effects, with males exhibiting higher levels of HB, BB, and FC compared to females. VV angulation increased with age, with ROSS-308 showing the highest angulation at 42 days. Gait scores were better in the A1 line at 28 days and A3 line at 35 and 42 days.

Conclusion: ANADOLU-T sire lines and hybrids had higher BW than dam lines from 21 days onwards. Overall poorer welfare and impaired walking ability were observed in sire lines and hybrids. On the other hand, VVD and gait score in ANADOLU-T sire lines could be used as selection criteria since they were not associated with BW.

Keywords: Body weight, performance, valgus, varus, foot-pad dermatitis, walking ability

Genetik Olarak Farklı ANADOLU-T Etlik Piliç Saf Hatları ve Hibritlerde Büyüme, Refah ve Bacak Sağlamlığı Özellikleri

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, genetik olarak farklı saf hat ve hibrit etlik piliçlerde büyüme, refah ve yürüme yeteneği özelliklerinin ortaya koyulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot: Çalışmada yedi genotipin (A1, A2, A3, B1, B2, ANADOLU-T, ROSS-308) her birinden toplam 112 piliç 42 gün boyunca yetiştirilmiştir. Haftalık canlı ağırlık (CA), vücut uzunluğu, incik uzunluğu ve çapı, refah özellikleri (ayak tabanı dermatiti (FPD), diz yanığı (DY), göğüs yanığı (GY), parmak çarpıklığı (PÇ)), valgus-varus deformasyonu (VVD) ve yürüyüş skoru (YS) özellikleri incelenmiştir.

Bulgular: Kesim yaşında A1, A2 ve A3 hatları diğer genotiplere kıyasla daha düşük CA'ya sahipken, ROSS-308 en ağır olmuştur. Refah göstergeleri genotip ve cinsiyetten önemli düzeyde etkilenmiş, erkekler dişilere kıyasla daha yüksek DY, GY ve PÇ'ye sahip olmuştur. VVD yaşla birlikte artmış, 42. günde ROSS-308 en yüksek angulasyonu göstermiştir.

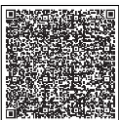
Yürüyüş skorları A1 hattında 28. günde, A3 hattında ise 35 ve 42 günlerde daha iyi bulunmuştur.

Sonuç: ANADOLU-T baba hatları ve hibritler 21. günden itibaren ana hatlarından daha yüksek CA'ya sahip olmuştur. Genel olarak baba hatları ve hibritlerde daha kötü refah ve yürüme kabiliyeti gözlenmiştir. Diğer yandan, ANADOLU-T baba hatlarında VVD ve yürüyüş skoru CA ile ilişkili olmadığından seleksiyon kriteri olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelime: Canlı ağırlık, performans, valgus, varus, ayak tabanı dermatiti, yürüme yeteneği

How to cite:

Erensoy K. (2024). Growth, Welfare and Leg Soundness Traits in Genetically Different ANADOLU-T Broiler Pure Lines and Hybrids. Journal of Animal Production, Vol: 65 (2): 149-161, <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1573738>





INTRODUCTION

Genetic selection of broilers has led to significant improvements in production traits such as growth rate and feed efficiency over the last few decades. However, intensive selection focused on growth performance has resulted on several welfare issues, particularly related to leg health and general welfare (Knowles et al. 2008; Kapell et al. 2012; Hartcher and Lum, 2019). Leg disorders such as tibial dyschondroplasia, valgus-varus deformity (VVD), foot-pad dermatitis and hock burn are common in modern broilers and the presence of genetic variation for these traits suggests that there is a genetic basis for these defects (Sanotra et al. 2001; Knowles et al. 2008; Akbas et al. 2009; Kapell et al. 2012; González-Cerón et al. 2015). Studies have shown that the associations between growth traits and leg health are commonly negative, suggesting that improvement in growth performance often occurs at the expense of leg health (Kapell et al. 2012; González-Cerón et al. 2015; Averós and Estevez, 2018). Faster growing broilers were more prone to valgus and tibial dyschondroplasia compared to their slower growing counterparts (Shim et al. 2012). Risk factors for poor locomotor activity include bird age, genotype, feeding practices, lighting regimes and stocking density (Knowles et al. 2008). Although genetic improvement and management practices can potentially reduce leg problems, implementation of these changes can reduce growth rates and production (Knowles et al. 2008; González-Cerón et al. 2015). These findings emphasize the need for a balanced approach to address leg health issues in broiler production.

Fast-growing broilers generally exhibit less locomotor activity, spend more time sitting and less time engaging in behaviors such as walking and standing. This inactivity is a major contributing factor to leg disorders and poor overall physical condition. Studies have shown that slower growing broilers tend to be more active and exhibit fewer leg problems, suggesting that reducing growth rates may improve welfare outcomes (Bessei, 2006; Dixon, 2020; Dawson et al. 2021).

The VVD may occur unilaterally or bilaterally and valgus cases are more common than varus in broilers (Leterrier and Nys, 1992; Shim et al. 2012; González-Cerón et al. 2015). The incidence of VVD varies significantly across studies, ranging from 1.75% to 66.0% (Leterrier and Nys, 1992; Shim et al. 2012, Paz et al. 2013, González-Cerón et al. 2015; Guo et al. 2019; Güz et al. 2019). Possible reasons for differences in the incidence of VVD between studies may be related to differences in growth rate, genetics, production system, lighting program, age, litter quality and diet composition (Bradshaw et al. 2002), but another important factor is the method of measuring VVD (van den Brand et al. 2022).

Walking ability in broiler chickens is closely linked to hock burns and footpad dermatitis. These are forms of contact dermatitis, often caused by poor litter quality, which can also lead to breast burns (de Jong et al., 2016; Granquist et al., 2019). Contact dermatitis are important welfare issues as they affect the overall health and productivity of poultry by causing pain and discomfort. The prevalence of these problems can vary depending on factors such as litter quality, stocking density and genetic background, with some genotypes being more susceptible to these conditions (Haslam et al., 2007; Saraiva et al., 2016; Kaukonen et al., 2016). Effective management practices, including maintaining optimum litter conditions and monitoring broiler health, are essential to reduce these welfare problems and improve broiler quality of life.

In fast-growing broiler chickens, lower activity levels are observed from the first week onwards, with a particularly sharp decline in walking distances by the third week (Reiter and Bessei, 2009). In this study, it was aimed to determine the changes in growth during 42 days, foot-leg problems and general welfare characteristics starting from the 4th week in relation to different growth levels in both pure lines and hybrid genotypes.

MATERIAL and METHODS

This study was carried out at Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Livestock Research and Application Farm. The broiler house was 9x40 m in size, environmentally controlled and consisted of 28 pens of 1.8x2.2 m in size. Seven different genotypes were used in the experiment. Five of them were ANADOLU-T pure lines (3 dam lines: A1 (58.3 g/d), A2 (57.8 g/d), A3 (56.5 g/d); 2 sire lines: B1 (67.1 g/d), B2 (66.9 g/d)), ANADOLU-T hybrid [(B2xB1)♂x(A2xA1)♀] (65.3 g/d) and ROSS-308 hybrid (72.6 g/d). The ANADOLU-T pure lines used in the study were obtained as the 8th generation (in 2022) progeny of elite flocks in Eskişehir Transitional Zone Agricultural Research Institute.



A total of 112 mixed sex chicks at day-old age of each genotype were tagged with a neck band and randomly allocated to 4 different pens (7 birds/m²). Each individual bird was considered as a replicate. In the pens, 8-10 cm wood shavings were used as litter and a feeder and 5 nipples were provided for each pen. All birds were subjected to standard broiler rearing procedure. The temperature was 33-34 oC at the day-old age and this was gradually reduced to 21oC until 4 weeks of age and maintained until 42 days. The lighting schedule was 24 hours for the first 3 days and gradually decreased by 1 hour each week to 18 hours at 6 weeks of age. All birds had free access to water and feed. The feeds were purchased from a commercial feed mill. All birds were fed with chick starter crumbs (3,000 kcal/kg ME; 23.0% CP; 1.35% dig. Lys; 1.00% dig. Met; 1.00% Ca; 0.50% aP for the first 10 days, and chick feed between 11 and 28 days (3,100 kcal/kg ME; 22.0% CP; 1.20% dig. Lys; 0.45% dig. Met; 0.95% Ca; 0.50% aP) and chicken feed between 29 and 35 days (3,100 kcal/kg ME; 21.0% CP; 1.10% dig. Lys; 0.40% dig. Met; 0.80% Ca; 0.45% aP) and finisher diet between 36 and 42 days (3,100 kcal/kg ME; 78.0% CP; 1.00% dig. Lys; 0.40% dig. Met; 0.80% Ca; 0.60% aP). All birds were vaccinated against New Castle-Infectious bronchitis and Gumboro diseases via drinking water at 10 and 16 days of the experiment, respectively.

Data collection. All chicks were individually weighed at day-old (using a 0.1 g scale, Shimadzu Corporation, Tokyo, Japan) and each subsequent week (using a 1 g scale, Jadever, JWQ-6 Digital Precision Scale, Northspring BizHub Industrial Building, Singapore). Shank length and diameter were measured at 28 and 42 days of age and chicken length was measured at 42 days. As described by Pishnamazi et al. (2008) and Galal et al. (2007), shank length (mm) was measured from the bottom of the foot pad to the top of the hock joint and shank diameter (mm) was measured from the middle part of the metatarsus with a digital caliper. Chicken length (cm) was measured with a tape meter as the length of the chicken from the tip of the beak to the tip of the middle finger by stretching the chicken lengthwise on a table.

For valgus-varus deformity (VVD) and gait score (GS), 56 birds of each genotype were used at 28, 35 and 42 days. The angulation (in degrees) of the tibiotarsal-tarsometatarsal joint was measured separately in both legs using a digital goniometer to determine VVD. One end of the goniometer was placed parallel along the tibiotarsus, while the other end was placed parallel along the tarso-metatarsus (van den Brand et al. 2022). All measurements were performed by a single person. Illustrations of healthy leg and valgus and varus deformities are shown in Figure 1.



Figure 1. Healthy leg, valgus and varus deformities in broilers

Şekil 1. Broylerde sağlıklı bacak, valgus ve varus deformiteleri

Gait scoring was carried out for each individual bird according to a 5-point scoring system as described by Kestin et al. (1992) (0: normal gait with no abnormality, 1: slightly abnormal gait that is difficult to define, 2: obvious and identifiable lameness that does not hinder the movement of the bird, 3: obvious lameness that affects the speed and maneuverability of the birds, 4: severe lameness that makes the bird reluctant to walk, 5: complete lameness in one or both legs, unable to walk).

Welfare traits were evaluated by the same observer in 56 birds of each genotype at 42 days of age according to a 4-point scoring system. Foot pad dermatitis (FPD), hock burn (HB) and breast burn (BB) were scored with the score 0 indicating no lesions and discoloration, 1 indicating mild lesions and discoloration, 2 indicating moderate lesions and discoloration, 3 indicating severe lesions and discoloration, and 4 indicating excessive burns and discoloration. For finger crookedness (FC), a score of 0 indicated that all fingers were intact, while scores of 1, 2, 3 and 4 indicated crookedness of 1-2, 3-4, 5-6 and 7-8 fingers, respectively (Sarica et al. 2022; Erensoy and Sarica, 2023).

The litter moisture content was determined by collecting samples from 3 different places in each pen at 42 days. From the homogeneous mixture of these samples, 100 g of the content was dried at 60°C for 48 hours and the moisture content (%) was calculated (Erensoy and Sarica, 2023).



Statistical analysis. The study was designed according to a random plots experimental design. All statistical analyses were performed using SPSS 21.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL). Each individual bird was used as the experimental unit. Weekly BW, chicken length, metatarsus traits and valgus-varus angulations were analyzed using General Linear Model (GLM) by including the main effects of genotype and sex in the model for each week. Litter moisture was also tested according to the one-way ANOVA procedure. Welfare traits (FPD, HB, BB, FC) and GS were analyzed in the Generalized Linear Model using the multinomial logit-link function with binomial distribution in a model including genotype and sex main effects. In addition, in the analysis of GS, BW for each week was included as a covariate in the model. When the significance value of the effects was $P \leq 0.05$, the means were compared using Tukey's HSD test. Pearson correlation test was used for the relationships between continuous characteristics and Spearman Rank correlation test for discrete or scored data. For the ease of discussion, the following identifiers were used to describe the relative strength of the correlations among observed traits: very weak ($r < 0.20$), weak ($r = 0.20-0.39$), moderate ($r = 0.40-0.59$), strong ($r = 0.60-0.79$), and very strong ($r = 0.80-0.99$) (Ith, 2014).

RESULTS

The weekly BW of broiler chicks from day 0 to day 42 are given in Table 1. At day-old age, A3 line and ROSS-308 chicks were the heaviest ($P < 0.001$), however ANADOLU-T and B2 line were heavier at 7 and 14 days ($P < 0.01$). The A1, A2 and A3 dam lines had lighter BW than the other genotypes from day 21 onwards ($P < 0.001$). The ROSS-308 hybrid was also heavier than the others at 35 and 42 days of age ($P < 0.001$). Male broilers were heavier than females in all weeks except day-old age ($P < 0.01$).

Table 1. Weekly body weight of broilers (g)

Tablo 1. Piliçlerin haftalık canlı ağırlığı (g)

Genotype	Sex	0-d	7-d	14-d	21-d	28-d	35-d	42-d
A1	F	41.8	139.6	375.3	745.4	1199.6	1693.7	2197.9
	M	41.8	144.9	405.4	835.6	1402.3	2058.3	2738.7
A2	F	37.1	128.8	347.5	701.0	1166.0	1686.0	2205.2
	M	37.9	131.0	366.8	745.7	1284.8	1941.1	2642.1
A3	F	43.3	123.5	332.6	671.8	1118.3	1596.5	2084.3
	M	42.7	132.2	364.4	762.4	1318.7	1949.5	2609.1
B1	F	40.8	145.1	403.0	814.0	1352.5	1963.8	2577.6
	M	41.1	146.1	416.4	893.0	1545.9	2362.6	3140.1
B2	F	42.3	155.1	417.0	849.1	1396.4	2022.6	2589.0
	M	42.4	154.1	432.5	891.6	1568.3	2307.7	3067.7
ANADOLU-T	F	40.9	155.4	418.5	828.9	1365.8	1935.0	2499.3
	M	41.3	159.9	444.0	922.9	1575.8	2316.8	3029.6
ROSS-308	F	42.1	125.8	363.1	787.1	1366.2	2077.5	2760.8
	M	43.6	140.7	433.9	927.3	1614.0	2524.1	3411.1
SEM		0.119	0.533	1.515	2.766	5.074	7.506	10.239
Effects								
Genotype		<0.001	0.006	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
A1		41.8 ^{abc}	142.1 ^b	389.2 ^c	787.1 ^b	1293.3 ^b	1862.3 ^c	2448.0 ^c
A2		37.5 ^d	129.9 ^c	357.2 ^d	723.6 ^c	1226.1 ^c	1815.0 ^c	2426.1 ^c
A3		43.0 ^a	128.3 ^c	350.1 ^d	721.6 ^c	1228.4 ^c	1790.5 ^c	2372.7 ^c
B1		40.9 ^c	145.5 ^b	408.7 ^{bc}	847.8 ^a	1435.4 ^a	2134.7 ^b	2818.7 ^b
B2		42.3 ^{ab}	154.6 ^a	424.1 ^{ab}	868.6 ^a	1475.3 ^a	2153.4 ^b	2808.7 ^b
ANADOLU-T		41.1 ^{bc}	157.4 ^a	430.2 ^a	872.0 ^a	1462.2 ^a	2110.2 ^b	2742.6 ^b
ROSS-308		42.7 ^a	132.5 ^c	394.6 ^c	849.6 ^a	1476.7 ^a	2276.5 ^a	3050.6 ^a
Sex		0.383	0.002	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Female		41.2	139.2	380.0	772.7	1283.8	1859.4	2424.4
Male		41.5	143.3	406.4	847.8	1461.6	2190.1	2925.5

F: Female, M: Male.

a-c: The differences between the means shown with different letters in the same column differ significantly according to Tukey's test ($P < 0.05$).



The length of broilers, shank length and diameter are given in Table 2. At 42 days, broiler length was not different among genotypes, but male broilers were longer than females ($P < 0.001$). The shank length and diameter were significantly different among genotypes at 28 and 42 days ($P < 0.001$). The B1 and ROSS-308 genotypes had the longest shank at 28 days, while ANADOLU-T and ROSS-308 had the longest shank at 42 days ($P < 0.001$). ROSS-308 genotype had thicker shank at 28 and 42 days ($P < 0.001$).

Table 2. Chicken length, shank length and diameter

Tablo 2. Tavuk boyu, incik uzunluğu ve apı

Genotype	Sex	Chicken length at 42-d (cm)	Shank length (mm)		Shank diameter (mm)	
			28-d	42-d	28-d	42-d
A1	F	57.1	66.0	76.9	9.9	11.6
	M	60.1	69.7	81.9	10.8	12.9
A2	F	58.0	65.6	75.5	9.5	10.7
	M	60.7	68.3	80.7	10.3	12.1
A3	F	57.1	63.5	76.2	10.1	11.1
	M	60.8	66.8	80.8	11.4	12.9
B1	F	53.6	68.5	78.5	10.3	11.3
	M	61.5	72.7	84.2	11.5	13.1
B2	F	58.5	66.1	78.4	10.3	11.1
	M	61.9	70.3	84.9	11.5	12.9
ANADOLU-T	F	54.8	68.3	79.6	10.3	11.3
	M	58.9	72.6	88.4	11.6	12.9
ROSS-308	F	56.3	69.5	80.4	10.9	12.2
	M	61.3	71.2	85.2	11.9	13.7
SEM		0.509	0.204	0.227	0.046	0.039
Effects						
Genotype		0.677	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
A1		58.5	67.8 ^{bcd}	79.3 ^{bc}	10.3 ^{cd}	12.2 ^b
A2		59.2	66.8 ^{cd}	78.0 ^c	9.9 ^d	11.4 ^c
A3		59.7	65.8 ^d	79.4 ^{bc}	11.0 ^{ab}	12.4 ^b
B1		56.8	70.8 ^a	80.7 ^{ab}	10.9 ^{ab}	12.0 ^b
B2		60.1	68.0 ^{bc}	81.5 ^{ab}	10.9 ^b	12.0 ^b
ANADOLU-T		56.3	69.9 ^{ab}	83.0 ^a	10.8 ^{bc}	11.9 ^b
ROSS-308		59.1	70.4 ^a	83.1 ^a	11.4 ^a	13.1 ^a
Sex		<0.001	0.007	<0.001	<0.001	<0.001
Female		56.4	66.8	78.0	10.2	11.3
Male		60.8	69.8	83.4	11.3	12.9

F: Female, M: Male.

a-d: The differences between the means shown with different letters in the same column differ significantly according to Tukey's test ($P < 0.05$).

Welfare characteristics of broiler chickens are given in Table 3. Neither genotype nor sex had a significant effect on FPD, but genotype and sex effects were significant for HB, BB and FC ($P < 0.001$). HB, BB and FC were higher in B2, B1 and ANADOLU-T lines, respectively ($P < 0.001$). Males also had higher HB, BB and FC values than females ($P < 0.001$). Litter moisture content differed significantly among genotypes and the litter of ANADOLU-T hybrids had higher moisture content than the others ($P < 0.001$, Figure 2).

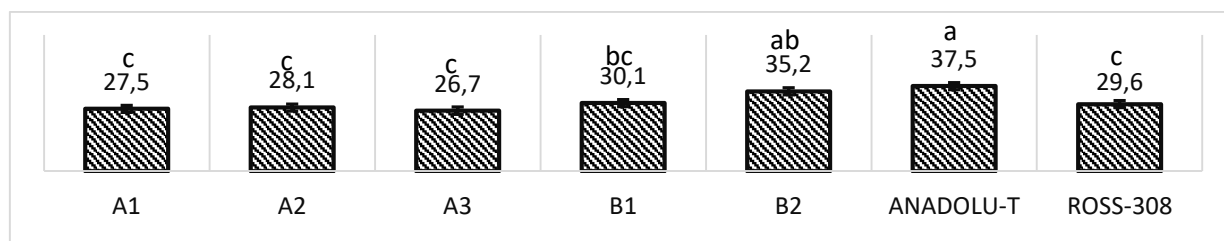
a-c Means shown with different letters in bar columns are significantly different according to Tukey's test ($P < 0.05$).

Figure 2. Litter moisture content (%)

Şekil 2. Altılık nem içeriği (%)



Table 3. Welfare traits of broilers

Tablo 3. Broyerlerin refah özellikleri

Genotype	Sex	FPD	Hock burn	Breast burn	Finger crookedness
A1	F	0.00	0.54	0.50	0.00
	M	0.00	0.88	0.77	0.00
A2	F	0.00	0.59	0.61	0.00
	M	0.00	1.00	1.07	0.00
A3	F	0.00	0.78	0.61	0.00
	M	0.00	1.06	0.80	0.00
B1	F	0.00	1.21	0.96	0.00
	M	0.00	1.85	1.12	0.00
B2	F	0.07	1.15	0.78	0.04
	M	0.13	1.90	0.95	0.21
ANADOLU-T	F	0.09	0.94	0.63	0.04
	M	0.03	1.56	0.72	0.28
ROSS-308	F	0.00	0.84	0.80	0.00
	M	0.00	1.10	0.88	0.07
SEM		0.006	0.024	0.025	0.009
Effects					
Genotype		0.994	<0,001	<0,001	<0,001
A1		0.00	0.70c	0.62b	0.00c
A2		0.00	0.80c	0.84ab	0.00c
A3		0.00	0.93c	0.71b	0.00c
B1		0.00	1.48ab	1.03a	0.00c
B2		0.10	1.49a	0.86ab	0.12ab
ANADOLU-T		0.06	1.22b	0.67b	0.15a
ROSS-308		0.00	0.96c	0.84ab	0.03bc
Sex		0,984	<0,001	<0,001	<0,001
Female		0.02	0.86	0.70	0.01
Male		0.02	1.30	0.89	0.08

F: Female, M: Male.

a–c: The differences between the means shown with different letters in the same column differ significantly according to Tukey's test ($P < 0.05$).

Valgus-varus angulation of the tibiotarsal-tarsometatarsal joint in broilers at different ages is given in Table 4. Valgus-varus angulation at 28 days was higher in ANADOLU-T hybrid (41.3o) and A3 line (41.1o) ($P < 0.001$). Sum of the angulation at 35 days was similar among genotypes. ROSS-308 hybrid had the highest angulation at 42 days (56.6o) ($P < 0.001$). Male broilers had more valgus-varus angulation for both leg than female at 28, 35 and 42 day ($P < 0.001$). Valgus-varus angulation in broilers increased with advancing age (Figure 3).

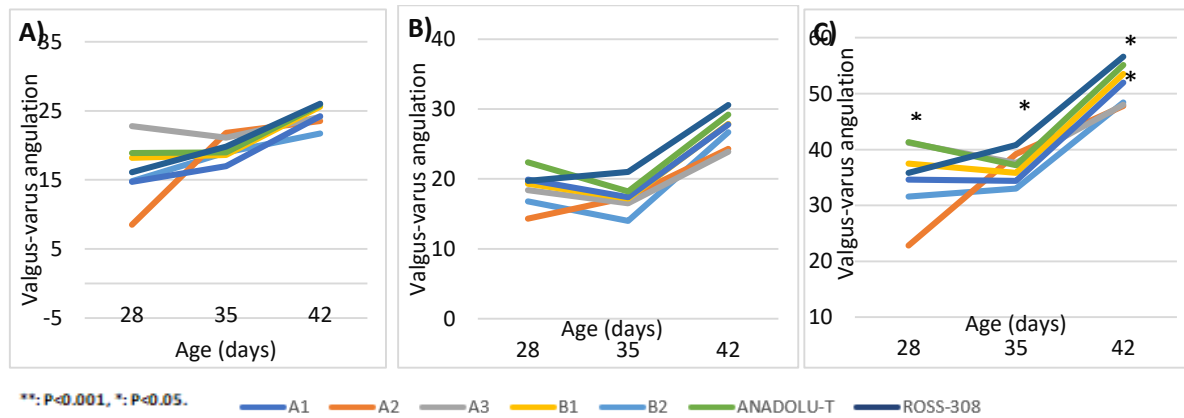


Figure 3. Changes in the valgus-varus angulation (in degrees) in left (A), right (B) and sum of both leg (C) in broilers with advancing age

Şekil 3. Broyerlerde yaş ilerledikçe sol (A), sağ (B) ve her iki bacağıın toplamında (C) valgus-varus açılanmasının (derece cinsinden) değişimi



Table 4. Sum of the valgus-varus angulation (in degrees) of the tibiotarsal-tarsometatarsal joint in broilers at different ages

Tablo 4. Farklı yaşlardaki piliçlerde tibiotarsal-tarsometatarsal eklemin valgus-varus açılanmasının (derece cinsinden) toplamı

Genotype	Sex	28-d	35-d	42-d
A1	F	26.3	26.3	46.3
	M	37.3	40.3	50.6
A2	F	23.1	35.8	46.9
	M	22.4	43.1	48.8
A3	F	38.7	32.6	45.2
	M	42.2	39.8	49.2
B1	F	37.0	35.0	53.6
	M	38.2	36.9	53.5
B2	F	33.1	32.6	49.0
	M	36.3	36.5	55.2
ANADOLU-T	F	35.8	35.6	52.3
	M	50.5	40.0	59.6
ROSS-308	F	31.3	34.7	49.6
	M	39.5	45.3	62.2
SEM		0.722	0.719	0.678
Effects				
Genotype		<0.001	0.095	<0.001
A1		31.5 ^b	33.0	48.4 ^b
A2		22.8 ^c	39.2	47.8 ^b
A3		41.1 ^a	37.6	48.0 ^b
B1		37.5 ^{ab}	35.8	53.6 ^{ab}
B2		34.6 ^{ab}	34.4	52.0 ^{ab}
ANADOLU-T		41.3 ^a	37.3	55.1 ^{ab}
ROSS-308		35.9 ^{ab}	40.7	56.6 ^a
Sex		<0.001	<0.001	<0.001
Female		31.8	33.2	49.2
Male		37.9	40.5	53.9

F: Female, M: Male.

a-c: The differences between the means shown with different letters in the same column differ significantly according to Tukey's test ($P < 0.05$).

The gait scores of broiler chickens are given in Table 5. The A1 line at 28 days and A3 line at 35 and 42 days showed the better walking ability than other genotypes ($P < 0.001$). Male broilers had lower walking ability than females at all ages.

The correlations between VVD deformity and body and production characteristics of broiler chickens at different ages are given in Table 6. There was a positive correlation between VVD and BW ranging from 0.43-0.57 at 28 and 35 days and a correlation with gait score at 0.30, 0.66 and 0.32 at 28, 35 and 42 days, respectively. The VDD at 35 days was positively correlated with BW (0.39) and GS (0.43) in the A2 line. In the A3 line, there was a significant but weak correlation between VVD and GS at 35 days. There were no significant correlations between VVD and other traits in line B1. In B2 line, VVD and shank length were correlated at 0.38. In ANADOLU-T hybrid, VVD was weakly positively correlated with BW and chicken length (0.34 to 0.39) and moderately positively correlated with shank diameter (0.46). ROSS-308 was moderate to weak associated with BW at 35 and 42 days and shank length at 28 and 42 days.



Table 5. Gait scores of broilers at different ages

Tablo 5. Farklı yaşlardaki piliçlerin yürüyüş puanları

Genotype	Sex	28-d	35-d	42-d
A1	F	1.50	2.08	2.54
	M	1.59	2.50	2.96
A2	F	1.84	2.08	2.65
	M	2.67	2.81	2.76
A3	F	1.31	1.46	2.15
	M	2.23	2.30	2.66
B1	F	1.96	2.77	2.91
	M	2.19	2.88	3.15
B2	F	1.63	2.54	2.91
	M	2.57	3.10	3.19
ANADOLU-T	F	2.11	2.38	3.00
	M	2.31	2.53	3.13
ROSS-308	F	1.75	2.58	2.85
	M	2.12	2.88	3.04
SEM		0.043	0.036	0.034
Effects				
Genotype		<0.001	<0.001	<0.001
A1		1.54 ^b	2.28 ^{cd}	2.74 ^{ab}
A2		2.22 ^a	2.42 ^{bcd}	2.71 ^{ab}
A3		1.95 ^{ab}	2.05 ^d	2.50 ^b
B1		2.05 ^a	2.82 ^a	3.00 ^a
B2		2.07 ^a	2.80 ^{ab}	3.05 ^a
ANADOLU-T		2.19 ^a	2.44 ^{abc}	3.05 ^a
ROSS-308		1.96 ^{ab}	2.75 ^{ab}	2.96 ^a
Sex		0.016	0.002	0.001
Female		1.76	2.31	2.75
Male		2.23	2.69	2.95

Table 6. Relationships between foot-leg health, welfare and body traits in broilers

Tablo 6. Etlik piliçlerde ayak-bacak sağlığı, refahı ve vücut özellikleri arasındaki ilişkiler

Genotypes	Traits	Valgus-varus deformity		
		28-d	35-d	42-d
A1	Body weight	0.432*	0.574*	0.282
	Chicken length			0.196
	Shank length	0.313*		0.033
	Shank diameter	0.255		0.270
	Gait score	0.302*	0.659*	0.317*
A2	Body weight	-0.112	0.391*	0.079
	Chicken length			0.114
	Shank length	-0.053		0.089
	Shank diameter	-0.235		-0.031
	Gait score	-0.097	0.430*	0.219
A3	Body weight	-0.049	0.297	0.181
	Chicken length			0.005
	Shank length	-0.103		0.143
	Shank diameter	0.074		0.135
	Gait score	-0.018	0.326*	0.056
B1	Body weight	0.135	0.252	0.087
	Chicken length			-0.122
	Shank length	0.385		0.006
	Shank diameter	0.303		0.164
	Gait score	-0.042	0.097	0.029
B2	Body weight	-0.007	-0.008	0.140
	Chicken length			0.210
	Shank length	-0.104		0.381*
	Shank diameter	0.252		0.278
	Gait score	0.190	0.196	0.102
ANADOLU-T	Body weight	0.386*	-0.119	0.185
	Chicken length			0.342*
	Shank length	0.328		0.134
	Shank diameter	0.464*		0.106
	Gait score	0.204	0.256	0.277
ROSS-308	Body weight	0.283	0.301*	0.401*
	Chicken length			0.207
	Shank length	0.456*		0.316*
	Shank diameter	0.198		0.420*
	Gait score	0.132	0.125	0.080

**; P<0.001, *; P<0.05.



DISCUSSION

Genetic selection in broilers has primarily focussed on improving production traits such as growth rate and feed efficiency. This intensive selection has resulted in significant improvements in body weight and overall productivity. When comparing the 1991 and 1957 broiler lines, a 420% increase in body weight was observed at 42 days of age and 85-90% of this improvement was attributed to genetic selection (Zuidhof et al. 2014). However, this fast growth has led to some unfavourable effects, especially in terms of foot-leg health and overall welfare of broilers (Bessei, 2006).

The breeding of fast growing broiler chickens started in Turkey in 2015 and the selection of 5 pure lines is currently in progress at Eskişehir Transitional Zone Agricultural Research Institute. While a balanced selection has been implemented for reproductive traits and BW in the dam lines (A1, A2, A3 lines), the sire lines (B1 and B2 lines) have focused on body weight and feed efficiency (Erensoy et al. 2020; Sarica et al. 2021a; Erensoy and Sarica, 2022; Erensoy and Sarica, 2023). Crossbreeding studies in ANADOLU-T pure lines showed the possibility of over 10% heterosis for growth traits in their 4-way hybrids (Erensoy and Sarica, 2023). In previous studies, BW at 42 days for A1, A2, A3, B1 and B2 lines, ANADOLU-T and ROSS-308 hybrids were 2557.8-2624.4 g, 2474.6-2538.6 g, 2390.7-2444.5 g, 2795.1-2828.8 g, 2724.1-2753.6 g, 2777.3 g and 3083.2 g, respectively (Sarica et al. 2021b; Erensoy and Sarica, 2023). In our study, 42-days BW values were consistent with the previous studies. The differences in BW between dam and sire lines are due to line-specific selection strategies (Erensoy and Sarica, 2023). Selection for BW and feed efficiency in sire lines made them superior to dam lines. On the other hand, the fact that ROSS-308 is superior to both ANADOLU-T hybrid and pure lines in terms of BW is due to its very effective selection history for fast growth over long generations (Siegel, 2014; Zuidhof et al. 2014; Tallentire et al. 2018; Hartcher and Lum, 2020).

The main objective in the selection of broilers for BW and feed efficiency is to enhance the amount of breast meat (Zuidhof et al., 2014). The chicken lengths at 42 days were not different among the genotypes, indicating that the increase in the amount of breast meat causes enlargement in the breast area rather than the length of the bird. Erensoy et al. (2019) reported that ANADOLU-T pure sire lines had longer and thicker shank than the dam lines, but two-way hybrids were superior to both dam and sire lines with respect to shank characteristics. In our study, ROSS-308 and ANADOLU-T hybrids and sire lines had longer and thicker shank lengths than the dam lines. Since it is known that there are strong phenotypic and genetic associations between 6-week BW and shank length and diameter in broiler chickens (Singh and Jilani, 2008), this was probably related to more resilient shank traits developing in parallel with higher BW. Shank length and girth are two important traits for skeletal development in broilers (Gao et al. 2010; Guo et al. 2019), so they may be directly or indirectly related to VVD (Guo et al. 2022). Although shank length and diameter were lower in the A2 line, this was not directly related to the change in VVD at 28 and 42 days. Furthermore, in all genotypes except ROSS-308 hybrid, shank traits at 28 and 42 days were also not strongly correlated with VVD and were often negligible. This indicates that the shank traits of ANADOLU-T pure lines and their hybrids develop in harmony with BW without any increase in VVD with advancing age.

It is well known that the development of contact dermatitis is linked to genetics (Haslam et al. 2007; Kapell et al. 2012), body weight (Santos et al. 2022; Erensoy and Sarica, 2023) and litter moisture level (over 30%) (Erensoy et al. 2021; Sarica et al. 2022). In our study, neither genetic differences nor sex caused any difference on FPD. However, HB and BB were affected by both genetic background and sex. The higher levels of HB and BB in ANADOLU-T and sire lines (B1 and B2) were probably due to the fact that these birds were reared in pens with higher moisture content. Although all pens had the same litter characteristics (litter material, thickness and management), the reasons for the differences in moisture levels between the pens were not clear. On the other hand, as reported by Erensoy and Sarica (2023), weak to moderate relationships between BW, HB and BB for ANADOLU-T pure lines and hybrids and ROSS-308 may also have contributed to this situation.

In broiler chickens, fast growth significantly affects the incidence and severity of VVD deformity, which is more common in fast-growing broilers than in slow-growing ones (Shim et al. 2012). The VVD was higher in male birds than in females, in agreement with Leterrier and Nys (1992). In our study, although VV angulation did not evolve in parallel with the growth rate of the genotypes at 28 days, it was higher in sire lines and hybrids than in dam lines due to heavier BW at 42 days. However, BW contributed moderately to VVD development only in A1 and ANADOLU-T hybrid at 28 days and ROSS-308 at 42 days, and the variation in VV angulation in other genotypes was independent of BW. The B1 and B2 lines have been selected for heavier BW, breast yield and feed efficiency in each generation (Sarica et al. 2016; Erensoy et al. 2020; Erensoy and Sarica, 2022; Erensoy and Sarica, 2023). In these lines, the BW was not phenotypically associated with VVD at any age, which means that an increase in BW would not be accompanied by VVD and favor the sustainability of body robustness in the breeding process. We may also suggest that ANADOLU-T hybrids produced by 4-way crossing from pure lines would allow the



production of more robust birds despite increased BW, as BW is not associated with VVD at 35 and 42 days. However, these phenotypic relationships are also influenced by the environment. As a point of emphasis, previous studies have shown that leg problems are heritable. However, while genetic correlations between leg problems and growth are contradictory, the magnitude of the association is very low and ranges from slightly negative to slightly positive (Le Bihan-Duval et al. 1997; Kapell et al. 2012; Rekaya et al. 2013). In this respect, we underline the importance of exploring the genetic determinism of BW and foot-leg traits in ANADOLU-T pure lines. This would allow the monitoring of the genetic evolution trend and the degree of correlation with other traits, and contribute to the success of selection.

GS is a trait that indicates the overall fitness of the overall locomotion system and walking ability of the bird (Kapell et al. 2017), and the phenotypic expression of this trait may be the result of the complex effect of BW, VVD, FPD, HB and shank traits. Walking ability deteriorated with advancing age in all genotypes, and males were worse than females at all ages, in line with Sørensen et al. (2000) and Rasmussen et al. (2022). The higher GS at day 28 in the A2 line implies that other factors than BW are involved in the phenotypic expression of GS at earlier ages. However, the effect of increased BW on GS with advancing age seems to have become more pronounced (van der Eijk et al. 2023). This is because sire lines and hybrids that were heavier at 42 days also had higher GS. At 35 days of age, the high ($r=0.66$), medium ($r=0.430$) and low ($r=0.326$) correlations between GS and VVD in lines A1, A2 and A3, respectively, indicate that improvement in the phenotype of GS would contribute to reduce VV angulation. However, there was no significant correlation between VVD and GS at any age in sire lines and hybrids.

CONCLUSIONS

This study revealed the age-related changes in growth, welfare and leg soundness in ANADOLU-T pure lines and hybrid and ROSS-308 genotype and the correlations between some traits. As expected, sire lines and hybrids had higher body weight than dam lines from 21 days onwards. Overall poorer welfare and impaired walking ability were observed in sire lines and hybrids, probably due to their increased BW. On the other hand, the leg soundness traits, valgus-varus deformity and gait score in ANADOLU-T sire lines could be used as selection criteria since they were not associated with BW. However, this could be confirmed by further studies to identify the genetic determinism of the traits and the correlations between them in pure sire lines.

Acknowledgements: The authors wish to thank the workers and technical staff of Eskişehir Transitional Zone Research Institute, and Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Livestock Research and Application Farm.

Data availability: Data will be made available upon reasonable request.

Author contributions*: All authors contributed equally to the preparation of the article.

Competing interests.: There is no conflict of interest between the authors in this study.

Ethical statement: The Animal Experiments Local Ethics Committee of Ondokuz Mayıs University approved all the procedures performed in these studies; Approval no: 2022/36, 23.06.2022.

Financial support.: -

Article description: This article was edited by Editor Çağrı KANDEMİR.

REFERENCES

- Akbas Y, Yalcin S, Ozkan S, Kirkpinar F, Takma C, Gevrekçi Y, Güler HC, Turkmüt L. 2009. Heritability estimates of tibial dyschondroplasia, valgus-varus, foot-pad dermatitis and hock burn in broiler. *Arch. Geflügelkd.* 73: 1-6.
- Averós X, Estevez I. 2018. Meta-analysis of the effects of intensive rearing environments on the performance and welfare of broiler chickens. *Poultry Science* 97(11): 3767-3785. <https://doi.org/10.3382/ps/pey243>
- Bessei W. 2006. Welfare of broilers: a review. *World's Poultry Science Journal* 62(3): 455-466. <https://doi.org/10.1017/S0043933906001085>
- Bradshaw RH, Kirkden RD, Broom DM. 2002. A review of the aetiology and pathology of leg weakness in broilers in relation to welfare. *Avian and Poultry Biology Reviews* 13(2): 45-104.
- Dawson LC, Widowski TM, Liu Z, Edwards AM, Torrey S. 2021. In pursuit of a better broiler: a comparison of the inactivity, behavior, and enrichment use of fast-and slower growing broiler chickens. *Poultry Science* 100(12), 101451. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101451>



- Dixon LM. 2020. Slow and steady wins the race: The behaviour and welfare of commercial faster growing broiler breeds compared to a commercial slower growing breed. *PLoS one* 15(4), e0231006. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231006>
- Erensoy K, Sarica M, Noubandiguim M, Yamak US, Tekgüler A, Öztekin YB, Karaköse T. 2019. The relationship between metatarsus (shank) and some body characteristics in broiler pure line and cross genotypes. XVIII European Symposium on The Quality of Eggs and Egg Products, İzmir, Türkiye, 23 - 26 Haziran 2019, pp. 145-149.
- Erensoy K, Noubandiguim M, Cilavdaroglu E, Sarica M, Yamak US. 2020. Correlations between breast yield and morphometric traits in broiler pure lines. *Brazilian Journal of Poultry Science* 22(01), eRBCA-2019. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1148>
- Erensoy K, Sarica M, Noubandiguim M, Aslan R. 2021. The effects of intermittent feeding and cold water on welfare status and meat quality in broiler chickens reared under daily heat stress. *Tropical Animal Health and Production* 53(6), 553. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02998-4>
- Erensoy K, Sarica M. 2022. Fast growing broiler production from genetically different pure lines in Turkey. 1. Parental traits: growth, feed intake, reproduction, and hatching traits. *Tropical Animal Health and Production* 54(5), 322. <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03319-z>
- Erensoy K, Sarica M. 2023. Fast growing broiler production from genetically different pure lines in Turkey. 2. Broiler traits: growth, feed intake, feed efficiency, livability, body defects and some heterotic effects. *Tropical Animal Health and Production* 55(1), 61. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03461-2>
- Galal A, Ahmed AMH, Ali UM, Younis HH. 2007. Influence of naked neck gene on laying performance and some hematological parameters of dwarfing hens. *International Journal of Poultry Science* 6(11): 807-813. <https://doi.org/10.3923/ijps.2007.807.813>
- Gao Y, Du ZQ, Feng CG, Deng XM, Li N, Da Y, Hu XX. 2010. Identification of quantitative trait loci for shank length and growth at different development stages in chicken. *Animal Genetics* 41(1):101-104. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2009.01962.x>
- González-Cerón F, Rekaya R, Anthony NB, Aggrey SE. 2015. Genetic analysis of leg problems and growth in a random mating broiler population. *Poultry Science* 94(2): 162-168. <https://doi.org/10.3382/ps/peu052>
- Guo Y, Tang H, Wang X, Li W, Wang Y, Yan F, Kang X, Li Z, Han R. 2019. Clinical assessment of growth performance, bone morphometry, bone quality, and serum indicators in broilers affected by valgus-varus deformity. *Poultry Science* 98(10): 4433-4440. <https://doi.org/10.3382/ps/pez269>
- Guo Y, Huang H, Zhang Z, Ma Y, Li J, Tang H, Ma H, Li Z, Li W, Liu X, Kang X, Han R. 2022. Genome-wide association study identifies SNPs for growth performance and serum indicators in Valgus-varus deformity broilers (*Gallus gallus*) using ddGBS sequencing. *BMC Genomics* 23(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s12864-021-08236-3>
- Güz BC, Molenaar R, De Jong IC, Kemp B, Van Den Brand H, Van Krimpen M. 2019. Effects of dietary organic minerals, fish oil, and hydrolyzed collagen on growth performance and tibia characteristics of broiler chickens. *Poultry Science* 98(12): 6552-6563. <https://doi.org/10.3382/ps/pez427>
- Hartcher KM, Lum HK. 2020. Genetic selection of broilers and welfare consequences: a review. *World's Poultry Science Journal* 76(1): 154-167. <https://doi.org/10.1080/00439339.2019.1680025>
- Haslam SM, Knowles TG, Brown SN, Wilkins LJ, Kestin SC, Warriss PD, Nicol CJ. 2007. Factors affecting the prevalence of foot pad dermatitis, hock burn and breast burn in broiler chicken. *British Poultry Science* 48(3): 264-275. <https://doi.org/10.1080/00071660701371341>
- Ith P. 2014. Guideline for interpreting correlation coefficient. McSeveny, R. Conway, S. Wilkes, M. Smith (Eds.), *International Mathematics for Middle Year 5*, Pearson Australia. <https://www.slideshare.net/phannithrupp/guideline-for-interpreting-correlation-coefficient.>, Accessed 10th October 2024.
- Kapell DNRG, Hill WG, Neeteson AM, McAdam J, Koerhuis ANM, Avendaño S. 2012. Twenty-five years of selection for improved leg health in purebred broiler lines and underlying genetic parameters. *Poultry Science* 91(12): 3032-3043. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02578>
- Kapell DNRG, Hocking PM, Glover PK, Kremer VD, Avendaño S. 2017. Genetic basis of leg health and its relationship with body weight in purebred turkey lines. *Poultry Science* 96(6): 1553-1562. <https://doi.org/10.3382/ps/pew479>
- Kestin SC, Knowles TG, Tinch AE, Gregory NG. 1992. Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *The Veterinary Record* 131(9): 190-194. <https://doi.org/10.1136/vr.131.9.190>



- Knowles TG, Kestin SC, Haslam SM, Brown SN, Green LE, Butterworth A, Pope SJ, Pfeiffer D, Nicol CJ. 2008. Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention. *PLoS one* 3(2), e1545. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001545>
- Le Bihan-Duval E, Beaumont C, Colleau JJ. 1997. Genetic relationships between twisted legs and growth or conformation traits in broiler chickens. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 114(1-6): 239-259. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.1997.tb00510.x>
- Leterrier C, Nys Y. 1992. Clinical and anatomical differences in varus and valgus deformities of chick limbs suggest different aetio-pathogenesis. *Avian Pathology* 21(3): 429-442. <https://doi.org/10.1080/03079459208418861>
- Pishnamazi A, Renema RA, Zuidhof MJ, Robinson FE. 2008. Effect of initial full feeding of broiler breeder pullets on carcass development and body weight variation. *Journal of Applied Poultry Research* 17(4): 505-514. <https://doi.org/10.3382/japr.2008-00062>
- Rasmussen SN, Erasmus M, Riber AB. 2022. The relationships between age, fear responses, and walking ability of broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science* 254, 105713. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2022.105713>
- Reiter K, Bessei W. 2009. Effect of locomotor activity on leg disorder in fattening chicken. *Berliner und Munchener tierärztliche wochenschrift* 122(7-8): 264-270. <https://doi.org/10.2376/0005-9366-122-264>
- Rekaya R, Sapp RL, Wing T, Aggrey SE. 2013. Genetic evaluation for growth, body composition, feed efficiency, and leg soundness. *Poultry Science* 92(4): 923-929. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02649>
- Sanotra GS, Lund JD, Ersbøll AK, Petersen JS, Vestergaard KS. 2001. Monitoring leg problems in broilers: a survey of commercial broiler production in Denmark. *World's Poultry Science Journal* 57(1): 55-69. <https://doi.org/10.1079/WPS20010006>
- Santos MN, Widowski TM, Kiarie EG, Guerin MT, Edwards AM, Torrey S. 2022. In pursuit of a better broiler: walking ability and incidence of contact dermatitis in conventional and slower growing strains of broiler chickens. *Poultry Science* 101(4), 101768. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101768>
- Sarıca M, Erensoy K, Oğuzhan E, Yeter B, Camcı Ö. 2021a. Effects of Male Selection for Body Weight on Performance of Offsprings in Broiler Pure-Lines. *Brazilian Journal of Poultry Science* 23(03), eRBCA-2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2021-1464>
- Sarıca M, Erensoy K, Özkan İ, Oğuzhan E, Çağlak S. 2021b. Growth and carcass traits of Anadolu-T broiler pure lines. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 9(11): 1980-1987. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i11.1980-1987.4575>
- Sarıca M, Karakoç K, Erensoy K. 2022. Effects of varying group sizes on performance, body defects, and productivity in broiler chickens. *Archives Animal Breeding* 65(2): 171-181. <https://doi.org/10.5194/aab-65-171-2022>
- Shim MY, Karnuah AB, Anthony NB, Pesti GM, Aggrey SE. 2012. The effects of broiler chicken growth rate on valgus, varus, and tibial dyschondroplasia. *Poultry Science* 91(1): 62-65. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01599>
- Siegel PB. 2014. Evolution of the modern broiler and feed efficiency. *Annual Review of Animal Biosciences* 2(1): 375-385. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022513-114132>
- Singh CB, Jilani MH. 2008. Inheritance of six-week body weight, shank length, keel bone length and breast angle in broiler chickens. *Pantnagar Journal of Research* 6(2): 279-280.
- Sørensen P, Su G, Kestin SC. 2000. Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science* 79(6): 864-870. <https://doi.org/10.1093/ps/79.6.864>
- Tallentire CW, Leinonen I, Kyriazakis I. 2018. Artificial selection for improved energy efficiency is reaching its limits in broiler chickens. *Scientific Reports* 8(1), 1168. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19231-2>
- van den Brand H, Molenaar R, Klaasen M. 2022. Research Note: Comparing methods to assess Valgus-Varus deformity in broiler chickens. *Poultry Science* 101(7), 101907. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101907>
- van der Eijk JA, Guzhva O, Schulte-Landwehr J, Giersberg MF, Jacobs L, de Jong IC. 2023. Individuality of a group: detailed walking ability analysis of broiler flocks using optical flow approach. *Smart Agricultural Technology* 5, 100298. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100298>
- Zuidhof MJ, Schneider BL, Carney VL, Korver DR, Robinson FE. 2014. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science* 93(12): 2970-2982. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04291>

Saliha AYAN¹  · Ayhan YILMAZ^{2*} 

¹Graduate School of Natural and Applied Sciences, Siirt University, Siirt, 56100, Türkiye

²Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Health Sciences, Bitlis Eren University, Bitlis, 13002, Türkiye

A Study on the Technical and Structural Characteristics of Nomadic Sheep Breeding Enterprises: Diyarbakır Province Example[#]

ABSTRACT

Objective: In this study it was investigated the structural, social and economic situations of the livestock activities of the nomads who use Diyarbakır as a winter shelter.

Materials and methods: The research group of this study consisted of 80 nomadic breeders engaged in nomadic livestock in the province of Diyarbakır. The places where the nomadic families stayed as winter quarters were visited, their lifestyles were observed, livestock activities were observed and surveys were made in the enterprises face to face.

Results: The presence of animal in the flocks evaluated were 560±12.73 for sheep; 36±0.77 for ram, 140±2.96 for female; 90±3.06 for male and 182±4.48 for lamb. The responses regarding twinning rate (%), two lambings per year (%), daily milk yield (l), lactation milk yield, and lamb market weight were 3.48±0.43, 1.74±0.24, 1.36±0.06, 210.38±11.02 and 39.86±0.82 respectively. In the research, especially the costs related to feed, market and animal health, and the problems related to their social life such as electricity, water and housing (88%), transportation (63%), education and health (30%) and market (14%) problems were prioritized. This brings with it many problems during migration. In addition, since nomads have not a marketing system, they have difficulties in marketing the animal products they obtain at a reasonable price.

Conclusion: Nomads encounter greater problems day by day while carrying out their livestock activities, existing production systems are ignored, and nomads have difficulty adapting to settled life. Thus, it becomes impossible for the social, cultural and economic characteristics of this branch of animal production, which is basically characterized by a lifestyle, to continue its existence

Keywords: Diyarbakır city, nomadic sheep breeding, nomadic routs, pasture, highland.

Göçer Koyunculuk İşletmelerinin Teknik ve Yapısal Özellikleri Üzerine Bir Çalışma: Diyarbakır İli Örneği

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada Diyarbakır ilini kışlak olarak kullanan göçerlerin hayvancılık faaliyetlerinin yapısal, sosyal ve ekonomik durumları araştırılmıştır.

Materyal ve Metot: Araştırmanın çalışma grubunu Diyarbakır ilinde göçer hayvancılık yapan 80 göçer (Koçer) yetiştirici oluşturmuştur. Göçer ailelerin kışlak olarak kaldıkları yerlere gidilmiş, yaşam tarzları ve hayvancılık faaliyetleri gözlenmiş ve yüz yüze anket yapılmıştır.

Bulgular: Değerlendirmeye alınan sürülerdeki koyun varlığı anaç koyun için 560±12.73; koç 36±0.77, dişi toklu 140±2.96; erkek toklu 90±3.06 ve kuzu 182±4.48 olarak belirlenmiştir. Koyunlarda ikizlik oranı (%), yılda iki kuzulama (%), günlük süt verimi (l), laktasyon süt verimi ve kuzu pazarlama ağırlığı (kg) ilişkin yanıtları sırasıyla 3.48±0.43, 1.74±0.24, 1.36±0.06, 210.38±11.02 ve 39.86±0.82 olmuştur. Araştırmada göç nedeniyle yaşanan sıkıntılarda ekonomik koşullara yönelik yem, pazarlama ve hayvan sağlığı öne çıkarken elektrik, su ve barınma (%88), ulaşım (%63), eğitim-sağlık (%30) ve pazar (%14) gibi problemlerine yönelik yanıtları öncelikli olmuştur. Bu da göç sırasında birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Ayrıca göçerler bir pazarlama sistemine sahip olmadıklarından elde ettikleri hayvansal ürünleri değer fiyatta pazarlamakta güçlük yaşamaktadır.

Sonuç: Göçerler hayvancılık faaliyetlerini yürütürken her geçen gün daha büyük sorunlarla karşılaşmakta, mevcut üretim sistemleri görmezden gelinmekte, yerleşik hayata uyumda zorlanmakta. Böylece özgün yapısıyla bu hayvansal üretim kolunun sosyal, kültürel ve ekonomik özelliklerinin varlığını devam ettirmesi imkânsız hale gelmektedir.

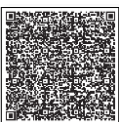
Anahtar Kelime: Diyarbakır ili, göçer koyunculuk, göç yolları, mera, yayla.

How to cite:

Ayan S, Yılmaz A. (2024). A Study on the Technical and Structural Characteristics of Nomadic Sheep Breeding Enterprises: Diyarbakır Province Example. Journal of Animal Production, Vol: 65 (2): 161-171, <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1510724>

[#]This article is summarized from the first author's master's thesis.

* Correspondence: ayilmaz@beu.edu.tr





GİRİŞ

Göçebelik insanlık tarihinde önemli bir dönemeçtir. Aynı zamanda doğada hayatta kalma mücadelesinde keşfedilen önemli yaşam stratejilerinden biridir. Basit bir şekilde ifade edilirse, göçebelikte doğal şartların yeterli gelmediği zamanlarda insanlar toplumsal kümeler halinde yer değiştirmiş, daha uygun coğrafyalar aramış, mevsimsel yer değiştirmeler yapmıştır. Böylece doğal şartların yeterli gelmemesi ve yaşamı zorlaştırmasına, insanlar göç ederek karşılık vermişlerdir. Bu, olağan bir davranış olarak belirmiştir; doğal şartların ortaya çıkardığı bir yaşam tarzıdır. Aynı zamanda göçebelik, bireysel değil, toplumsal grupların/kümelerin gerçekleştirdiği bir eylem olmasıyla karakterizedir (Gültekin ve Tan, 2017; Yılmaz ve Aktuğ, 2022). Türkiye'nin güney sınırlarında gerçekleştirilen bu faaliyet alanı rastgele gerçekleştirilen bir faaliyet değildir (Taşdelen, 1997). Göç yolları ve yerleri belirlenmiş ve göç, bir plan içerisinde gerçekleştirilmektedir. Batı, Orta, Güneydoğu Toros sıradağları, Süphan dağı, Bingöl ve Karacadağ dağları başlıca göçebe hayvancılık sahalarıdır (Beysanoğlu, 1992; Alagöz, 1993; Bazin, 1994; Kılıç, 2014). Güneydoğu Torosların soğuk hava kütlelerini durdurup bir set görevi yapması nedeniyle Türkiye-Suriye sınırı boyunca geniş alanlar ve Dicle vadisinin kar tutmayan kesimleri göçebeler için ideal kışlak değeri taşır. Yaylak ve Kışlak arasında geçen bu göçebe yaşam düzeni; sosyal, kültürel ve ekonomik olarak büyük etkiler oluşturmaktadır (Güney, 1993).

Güney Doğu Anadolu Bölgesinde göçebe hayvancılık temelde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğine dayalıdır. Bölgenin coğrafik yapısı ve çayır mera olanakları bu üretim yapısına uygundur. Başka bir deyişle bitkisel üretim yapılacak yer şekillerinin sınırlı olması bakımından Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde hayvansal üretim baskın bir sektör olarak ortaya çıkmakta ve önemli bir istihdam ve geçim kaynağı olmaktadır (Taşdelen, 1997; Savaş ve ark., 2019).

Göçer küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, otlatma ve kışlatma bakımından büyük koyun sürülerinin çeşitli mevsimlerde bölgeden bölgeye veya bölge içinde göç etmesi şeklindedir. Türkiye koyunculuk üretim sistemleri içinde önemli olan bu üretim sistemi, yerleşik köy sürüleri ve yayla koyuncululuğu üretim biçimiyle birlikte, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin çeşitlenen coğrafik ve iklimsel yapısı içinde uygulanan bir koyunculuk sistemidir. Bu üretim biçiminde değişen iklim özelliklerine göre hayvanların beslenme durumuna bir yer değiştirme geleneği oluşmuştur. Buna göre kış aylarında hava sıcaklığının nispeten yüksek olduğu bölgelerde; havaların ısınmaya ve otlak alanların kurumaya başladığı bu bölgelerden bu sefer Doğu Anadolu Bölgesinin yüksek, serin ve bol otlu meralarına doğru bir hareketlilik gerçekleştirilmektedir. İklimsel değişikliklerle özgünleşen bu döngü geleneksel olarak devam ettirilmekte ve sosyal, kültürel bir olguyla karakterize edilmektedir. Bu göçün ve üretim biçiminin önemli bir özelliği de, bireysel bir eylem olmaktan ziyade, sosyal gruplar halinde gerçekleştirilmesidir (Kutlu, 1987; Büyükcın Sayılır, 2012; Aksoy, 2020). Göçer hayvancılık aynı zamanda Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinin aşiret yapısı üzerinden temellendirilen bir yaşam biçimidir (Yılmaz ve ark., 2014).

Geçmiş dönemlerde bu topraklarda yaşayanlar için önemli bir ekonomik faaliyet ve geçim kaynağı olan göçebe hayvancılık önemini giderek yitirmektedir. Göçebe hayvancılık yapılan alanlar daralırken, göçebelerin sayısı da azalmaktadır. Araçlarla hayvan taşımada yaşanan güçlükler, resmi makamlarca göçer ailelerin yaya olarak hayvanlarını götürmelerine izin verilmemesi, yayla kiralamada yaşanan problemler, çoban bulamama, bazı yaylalara zaman zaman yasak konması, merada su ihtiyacının karşılanamaması, mera ve yayla yollarının olmaması veya doğal nedenlerle sıklıkla bozulması, üretilen ürünlerin değerinde pazarlanamaması, aile bireylerinin yeterince eğitim ve sağlık hizmeti alamamaları şeklinde sıralanabilmektedir (Tozlu Çelik ve Tüfekçi, 2024). Kuşkusuz ülkemizde göçer hayvancılıkla ilgili yaşanmakta olan problemleri Türkiye hayvancılığının genel sorunlarından ayırarak değerlendirmek mümkün görünmemektedir (Koyuncu ve ark., 2006; Bilginturan ve Ayhan, 2009).

Bu araştırmanın amacı Diyarbakır ilini kışlak olarak kullanan göçerlerin hayvancılık faaliyetlerinin yapısal, sosyal ve ekonomik durumlarını belirlemektir. Böylece giderek önemini kaybetmeye başlayan, sayıları azalan göçebelerin karşılaştıkları sorunları belirlemek ve olası hayvancılık uygulamalarında bu üretim kolunu dikkate alan yaklaşımların geliştirilmesine katkı sağlamaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Diyarbakır ili Türkiye'nin Güneydoğusunda 37°30' ve 38°43' kuzey enlemleri ile 40°37' ve 41°20'' 183 boylamları arasında yer almaktadır. İlin tarım ve sanayi sektörleri bakımından gelişmişlik derecesi ilçelere göre değişmektedir. Ortalama yıllık sıcaklık 15.8 °C olarak gerçekleşirken, en yüksek sıcaklığın 46.2 °C ve en düşük sıcaklık ise -24.2 °C olarak belirlenmiştir. Karla örtülü gün sayısı 12.4 ve ortalama yağışlı gün sayısı 88.5 tir. Yıllık yağış ortalaması 496 mm olup bazı yıllar yağış miktarı 200 mm'ye kadar düşmekte, bazı yıllarda ise 730 mm'ye kadar yükselmektedir. Güneydoğu Toroslarının daha çok yağış aldığı ve ilin güneyine inildikçe yağış miktarının azaldığı belirtilmektedir (DTİM, 2013).

Bu çalışmanın araştırma grubunu Diyarbakır ilinde göçer hayvancılık yapan 80 göçer (koçer) yetiştirici oluşturmuş olup Diyarbakır'ın Hani-Hazro-Kulp ilçeleri ile çevre köylerinde yürütülmüştür. Araştırmada göçer ailelerin kışlak olarak kaldıkları yerlere gidilmiş, yaşam tarzları ve hayvancılık faaliyetleri gözlenmiş ve bu amaçla işletmelere anket uygulanmıştır (Şekil 1). Araştırmanın yürütüldüğü kışlak alanlarındaki bütün göçer yetiştiricilere ulaşılmıştır. Anket sorularının hazırlanmasında Yılmaz ve ark. (2014) tarafından yapılan araştırmadan yararlanılmıştır. Anket soruları katılımcılarla yüz yüze görüşülerek uygulanmıştır..



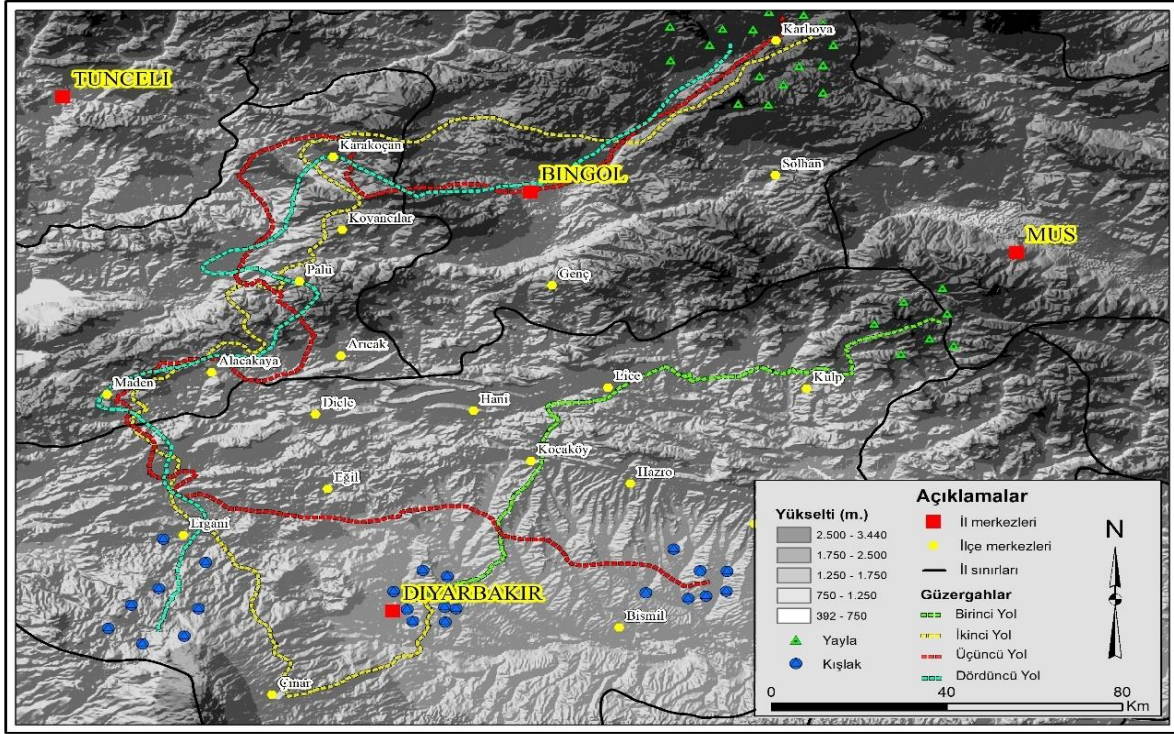
Şekil 1. Koçerlerde çadır hayatı ve anket uygulaması
Figure 1. Tent life of nomads and survey application

Elde edilen verilerin analizi SPSS v27 paket programında yapılmıştır (SPSS, 2020). Araştırmada evrenin tamamına ulaşılmıştır. Bu nedenle herhangi bir istatistik örnekleme işlemi yapılmamıştır. Anket soruları hem yapılandırılmış hem de yarı yapılandırılmış soru gruplarından oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda elde edilen veriler daha anlaşılır ve sentezlenebilir formlara dönüştürülerek istatistiksel değerlendirmeler ile basit ortalamalara ve oranlara dayandırılmıştır.

BULGULAR

Çoban tutma, göç yolları ve göç etme nedenleri

Yetiştiricilere çoban durumu, göç etme sebepleri ve göç yollarına ilişkin olarak birbirini takip eden sorular yöneltilmiştir. Sürülerin %45'inin dışarıdan çoban tuttuğu, %55'i ise aile içinden karşıladığını ifade etmiştir. Arazi varlığına ilişkin olarak %90-95'i arazilerinin olmadığını, geri kalan %5-10'luk kısmı ise tapulu araziye sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Göçerlerin göç yollarının belirlenmesine yönelik soruya, kışlak olarak Diyarbakır ilini kullananların ilkbahar sonu ve yaz başlangıcında Diyarbakır-Muş-Bingöl-Erzincan güzergâhlarından ilerleyerek bir göç hareketi gerçekleştirdikleri ifade edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Göç yolu güzergahı
Figure 2. Migration path route

Araştırmada göçer yetiştiricilerin göç etme sebeplerinin neler olduğuna dair açık uçlu sorulara verilen yanıtlar; mera alanlarının yetersizliği (%69), sıcaklık, kuraklık, su yetersizliği ve iklim şartları (%61), işsizlik (%32,5) ve alışkanlık (%14,0) olarak sıralanmaktadır. Yetiştiricilere göç etme sebeplerine yönelik yöneltilen açık uçlu soruya yanıtları; çoğunlukla mera ve iklim şartlarına göre yer değiştirme ihtiyacı duyduklarını, başka bir ifadeyle, hayvanların beslenme durumlarına göre göç ettiklerini ifade etmişlerdir. Yetiştiricilerin anılan soruya ilişkin yanıtlarında göç etme sebebi olarak “alışkanlık” ifadesine yer vermiş olmaları dikkat çekicidir. Dolayısıyla belirtilen göç nedenlerinin yanında göç nedeniyle önemli zorluklarla karşılaşmalarına rağmen bu geleneği devam ettirme alışkanlığına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Kısacası, bunu bir yaşam biçimine dönüştürmüş olmalarıdır. Göç zamanına ilişkin soruda yetiştiricilerin büyük çoğunluğu Mayıs-Haziran aylarında göçe başladıklarını, serin bölgelere intikal ettiklerini, Kasım ayından itibaren ise sıcak bölgelere döndüklerini ifade etmişlerdir.

Göç güzergahını belirleme ve konaklama

Yetiştiricilere “Göç edilecek yerler ve arazi ihtiyacı nasıl belirleniyor?” sorusuna yönelik yanıtları değerlendirildiğinde, göçerler göç edilecek yerleri önceden gidip gezdiklerini ve kiraladıklarını ifade etmişlerdir. Bazı yetiştiriciler göç edilecek yerlerin belirlenmesine yönelik yanıtları değerlendirildiğinde öncelikle bir arazi kiralama yoluna gittikleri anlaşılmaktadır. Göçerlerin büyük çoğunluğu (%61) önceden keşif yaptıklarını ve kiralama yoluna gittiklerini belirtmişlerdir. Göçerlerin aynı açık uçlu soruya yönelik yanıtlarında yer belirleme konusunda köy muhtarları, mandracılar ve birlikler gibi bazı iletişim kanallarını kullanmak suretiyle göç yerlerini belirlediklerini ifade etmişlerdir. Aşağıda göçerlerin anılan soruya ilişkin kendi yanıtları verilmektedir:

K1: Önceden keşif yapılarak kiralama yöntemiyle belirleniyor,

K5: Daha önceden anlaşmış olduğumuz köy sahipleri ve mandracılar aracılığıyla kiralyoruz

K9: Köy muhtarından mera kiralama yöntemiyle

K13: Birlik sayesinde göç yerlerimizi gidip görüyoruz ve kiralyoruz.

K16: Hayvan sayısına göre ve mera sahipleriyle pazarlık yapılarak belirleniyor.

Yetiştiricilerin önemli bir kısmı konaklamaya ilişkin yöneltilen soruya “Çadırlarda, köye yakın meralarda”, “çadırlarda”, “brandalarla kapatıp çadırlar kurarak konaklıyoruz”, “Kendi hazırladığımız derme çatma yapılar veya çadırlarda konaklıyoruz”, “Su kaynağına yakın yerlerde çadır kuruyoruz” şeklinde cevap vermişlerdir. Yetiştiricilerin %89'u çadırlarda ve %11'i kendi hazırladıkları derme çatma yapılar da kaldıklarını ifade etmişlerdir.



Yılmaz ve ark. (2014) Deniz ve Isparta illerinde göç edilecek yerleri köy muhtarları aracılığıyla kiraladıklarını barınmayı ise kiraladıkları meralarda çadır kurmak suretiyle (%93.55) sağladıklarını ifade etmişlerdir. Göç esnasında eşyaları traktörle taşımakta, yol boyunca konaklama problemi yaşadıkları için, birkaç gün süren yolculukları sırasında bir kez konaklayabilmektedirler ve göç sırasında sağım yapamamaktadırlar. Bu durum ise göçerler için büyük bir sorun arz etmektedir. Konargöçerlerin bir diğer sorunu ise ısınmak için yakacak odun bulamama problemidir. Yüksekliği fazla olan yerlerde yaz aylarında bile geceleri soğuk olduğu için yakacak odun için kuru ağaçların kesimine izin verilmesini istemektedirler.

“Göç sebebi ile yaşanan sıkıntılar nelerdir?” açık uçlu soruya elektrik, su ve barınma (%88), ulaşım (%63), eğitim ve sağlık (%30) ve pazar (%14) problemlerine yönelik yanıtları öne çıkmaktadır. Bu soruya yönelik yanıtlarda yetiştiricilerin %19’u yöre halkı tarafından kabul edilmediklerini belirtmişlerdir:

K1: Pazara ulaşım konusunda sıkıntı yaşıyoruz.

K14: Hastaneye ulaşmakta sıkıntı yaşıyoruz.

K45: Çocuklarımız eğitimde geri kalıyorlar.

K49: Ulaşım, elektrik, su sıkıntısı var.

K74: Barınma sıkıntımız var.

K70: Temizlik, ulaşım ve sağlık sıkıntılarımız var.

K12: Yöre halkı tarafından kabul görülmemişimiz.

Sürü mevcudu ve yönetimi

Sürülerdeki koyunların yaş ve cinsiyet durumuna yönelik yetiştiricilerin yanıtları Çizelge 1; yetiştiricilerin sürü yönetimine ilişkin yanıtları ise Çizelge 2’de verilmektedir.

Çizelge 1. Yetiştiricilerin sürülerdeki havan varlığına ilişkin yanıtları

Table 1. Responses of breeders regarding the presence of animal in their herds

Hayvan varlığı	n	$\bar{x} \pm S_x^-$	En az	En çok
Anaç koyun	80	560±12.73	90	650
Koç	80	36±0.77	4	40
Dişi toklu	80	140±2.96	0	140
Erkek toklu	80	90±3.06	0	90
Kuzu	80	182±4.48	18	200

Ayrıca yılda iki kuzulama istiyor musunuz sorusuna yetiştiricilerin %32’si evet; %68’i “hayır” diye yanıtını vermiştir. Yetiştiricilerin kuzularını ne zaman pazarladıklarına yönelik soruya çoğunlukla Mart-Mayıs olmuştur. Yine aşım mevsiminin başlangıcı ve bitişine ilişkin soruya ise hepsi Mayıs-Haziran aylarını koç katım mevsimi başlangıcı; bitiş ise Ağustos-Eylül ayı olarak ifade etmişlerdir. Yılmaz ve ark. (2014) Denizli ve Isparta illerinde yaptıkları çalışmada göçer işletmelerde hayvancılık işletmelerinde aşım mevsimi aralığını Denizli için Haziran Eylül Isparta ili için ise Temmuz-Ağustos aylarında gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Yetiştiricilerin sürü yönetimine ilişkin yanıtları

Table 2. Breeders’ responses regarding herd management

Soru maddesi	n	$\bar{x} \pm S_x^-$	En az	En çok
İkizlik (%)	80	3.48±0.43	0	15
Yılda iki doğum (%)	80	1.74±0.24	0	10
Günlük süt verimi (l)	80	1.36±0.06	0.3	3
Laktasyon süt verimi (l)	80	210.38±11.02	95	850
Kuzu Pazar ağırlığı	80	39.86±0.82	22	65

Hayvanların beslenmesi

Yetiştiricilerin hayvanların beslenmesine ilişkin yanıtları Çizelge 3’de verilmektedir. Kaba yem olarak ne kullandıklarına ilişkin soruya beyaz saman, kırmızı saman, arpa, fiğ gibi yemler kullandıklarını ifade etmişlerdir. Aşım mevsiminde ek yemlemeye ilişkin yanıtlarında %90’ı aşım mevsiminde ek yemleme yapmadıklarını ifade etmişlerdir. Söz konusu soruya yanıtlarında aşım mevsimi için öngörülen aylarda hayvanların yaylada oldukları düşünüldüğünde ek yemlemeye ihtiyaç duyulmadığı anlaşılmaktadır. Nitekim hayvanların kışlak alanlara döndüğünde kuzulara ek yemleme yapıldığı anlaşılmaktadır (%85). Kuzulara ne zaman yem vermeye başlanıyor sorusuna Mart ayı cevabı verilmiştir. Kuzulara ne kadar yem veriliyor sorusuna ise 0.5-1.5 kg olarak yanıtlanmıştır.



Çizelge 3. Yetiştiricilerin hayvanların beslenmesine ilişkin yanıtları

Table 3. Responses from breeders about feeding their sheep

Besleme yönetimi	
Kullanılan kaba yemler	Beyaz Saman, Kırmızı Saman, Arpa, Fiğ...
Çiftleşme dönemi ek yemleme yapılıyor mu?	
Evet	10
Hayır	90
Çiftleşme dönemi ek yemleme süresi?	
Kuzulara ek yemleme yapılıyor mu?	
Evet	%85
Hayır	%15
Kuzulara ne zaman/ne kadar yem verilmeye başlanıyor?	0.5-1.5 kg

Ürünlerin değerlendirilmesi ve pazarlama

Yetiştiricilere “koyunculuktan elde edilen ürünleri nasıl değerlendiriyorsunuz” sorusuna yönelik yanıtları değerlendirildiğinde çoğunlukla süt, yoğurt, peynir, tereyağı gibi süt ürünleri, yapağı ve hayvan derisi elde ettiklerini ifade etmişlerdir. Süt ve süt ürünlerinden kendi ihtiyaçlarını karşılarken hayvanın yününden yatak, yorgan, yastık ve halı gibi ürünler elde ettiklerini belirtmişlerdir. Yetiştiricilere “koyunculuktan elde edilen ürünlerin pazarlama şekilleri nasıl belirleniyor” sorusuna; çoğunlukla kendi ihtiyaçlarını karşıladıktan sonra kalan ürünleri pazara inip süt ve süt ürünlerini mandıracılara ulaştırdıkları veya mandıracıların konargöçerlerin olduğu yerlere giderek onlardan belirli bir ücret karşılığında satın aldıkları şeklinde olmuştur. Hayvanın yapağı ve derisinin ise ham madde olarak pazarlara satılarak fabrikalarda işlenmesi sağlanmaktadır. Yetiştiricilerin büyük çoğunluğu (%76) koyunculuktan elde edilen süt ve süt ürünlerini öncelikle kendi ihtiyaçlarını karşılamak geriye kalanını ise mandıracılara satmak suretiyle değerlendirdiklerini ifade etmişlerdir.

Yetiştiricilerin koyunculuktan elde edilen ürünler ve pazarlama şekillerine yönelik soruya yanıtları “peynir, yoğurt, tereyağı”, “kuzular besi sonu kesime gönderiliyor”, “genelde peynir olarak mandıracıya veriliyor”, “kuzular cambazlara satılıyor”, “mandıracıya satıyoruz bununla birlikte derisi ve postu vs. pazara sunuluyor” “kuzular simsar aracılığıyla satılıyor”, “mandıracı ve kendi imkânlarımızla satıyoruz hem gıda ürünleri olarak hem de derisi, postunu” “kuzular ise hayvan pazarlarına veya simsarlar satılıyor” “peynir süt, tereyağı vb. mandıracılara çok ucuz maliyetlerde satılıyor”, “kısmen derisi, postu tüccarlara, pazara oradan da fabrikalara dolaylı olarak işletmelere satış yapılmış oluyor” şeklinde olmuştur. Söz konusu sorulara yanıtlarında dikkat çekici hususlar değerlendirildiğinde ve özetlendiğinde koyunculuktan elde edilen ürünlerin üreticiyi koruyacak bir fiyat değerinde değerlendirilmediği ve göçerlerin bir pazarlama biçimine ve ağına sahip olmadıkları anlaşılmaktadır. Nitekim birçok katılımcı (K36, K40, K47, K70, K74, K78) koyunculuktan elde edilen peynir, süt, tereyağı ürünlerinin ucuz fiyatlarla mandıracılara sattıklarını belirtmişlerdir.

Yetiştiricilerin “hayvanlarında görülen hastalıklar ve yapılan aşılardan nelerdir” sorusuna ilişkin yanıtları değerlendirildiğinde temelde brusella, çiçek, şap, sarılık gibi hastalıkların sürülerinde görüldüğünü belirtmişlerdir. Belirtilen hastalıklardan brusella, şap ve çiçek aşılardan ise rutin olarak yaptıklarını belirtmişlerdir.

Genel sorunlar ve beklentiler

Araştırmada “genel sorunlar ve beklentiler nelerdir” açık uçlu sorusuna yönelik yetiştiricilerin görüşleri değerlendirildiğinde büyük çoğunluğu (%58) yem, ilaç ve aşı fiyatlarının pahalılığını önemli bir sorun olarak ifade etmişlerdir. Yetiştiriciler verilen yanıtlarında aynı zamanda elektrik, su ve ulaşım (%43), mera alanlarının yetersizliği (%28) ve hayvan desteklerinin yetersizliğini (%21) önemli sorunlar arasındadır.

Yetiştiriciler yukarıda belirtilen eğitim, sağlık, ulaşım, barınmaya ilişkin sorunların yanı sıra, hayvancılık faaliyetlerine dönük beklentilerini dile getirmişlerdir. Hayvancılık desteklemelerinin arttırılması, yem fiyatlarındaki yükseliğin önüne geçilmesi, mera alanlarının korunması ve ıslah edilmesi, meraların ücretsiz tahsis edilmesini, mera yollarının ve koşullarının iyileştirilmesini, mera alanlarının tarım arazisi olarak kullanılmaması, hayvan sağlığını korumaya yönelik desteklemelerin sağlanması, göç ettikleri yerlerde dışlanmalarının önüne geçilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Aşağıda bazı cevaplarına yer verilmektedir:



K64: Yakıt ücretleri çok pahalı olduğundan ulaşımda da ciddi sıkıntı çekiyoruz devletten, birliklerden vb. kuruluşlardan yardım bekliyoruz; devlet ve birlikler bu konularda bizlere yardımcı olmalılar.

K1: Yem desteği sağlanması,

K 11: Mera alanlarının yetersiz oluşu.

K 10: Yem fiyatlarının pahalılığından yemleme yapamıyoruz.

K 7: Devletten beklentimiz kapalı olan meraların üreticilere bedelsiz veya düşük bedellerle tahsis edilmesi ve mera yollarını ve şartlarının iyileştirilmesi; meraların ücretsiz tahsis edilmesini talep ediyoruz.

K14: Devletin arazi konaklama konusunda yardımcı olması gerekiyor bizlere çünkü konaklama sıkıntısı çok yaşıyoruz.

K18: Meraların ıslahı.

K20, K54: Aşı ve yem fiyatları çok pahalı; veteriner hekim çağırıyoruz bu yüzden bazen hayvanlarımız ölüyor; hayvanlarımız veya biz hastalanınca ilaç, doktor vs. bulmakta zorluk yaşıyoruz.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çoban tutma, göç yolları ve göç etme nedenleri

Mevcut araştırmada araştırma grubu göçerlerin göç zamanı, çoban istihdam etme durumu, göç yolları ile göç etme nedenlerine yönelik verilen yanıtlarda Mayıs-Haziran ayları itibarıyla göç hareketinin başladığı, yetiştiricilerin yarısının çoban istihdam ettiği, Diyarbakır-Muş-Bingöl-Erzincan güzergâhlarını kullandıkları gözlenmiştir. Göç etme nedenleri sorusuna yanıtları ise; mera alanlarının yetersizliği (%69), sıcaklık, kuraklık, su yetersizliği ve iklim şartları (%61), işsizlik (%32,5) ve alışkanlık (%14,0) olarak sıralanmaktadır. İğdir ilinde yapılan bir araştırmada da (Savaş ve ark., 2019) göç hareketlerinin Haziran ayından itibaren başladığı, Eylül ayında ise dönüşlerin başladığı, mera ve yaylaların kiralanmak suretiyle kullanıldığı, göçün yaya ve araçlarla gerçekleştirildiği ve yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun çoban istihdam ettiği bildirilmektedir. Kılıç (2014) Şanlıurfa ve Diyarbakır il sınırları içinde uzunca yıllara dayanan bu üretim kolunda mera alanlarının azalması, sosyal ve ekonomik düzende meydana gelen değişimlerin göçebelerin yaşamlarını güçleştirdiğini bildirmektedir.

Sürü mevcudu ve yönetimi ile hayvanların beslenmesi

Araştırmada yetiştiricilerin sürülerindeki koyun varlığının ortalama 500 başın üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. Aşiretlerle bütünleşik bu üretim faaliyetinde ve göç hareketinde çok büyük hayvan varlığının hareketliliği söz konusu olduğu açıktır (Gültekin ve Tan, 2017). Yılmaz ve ark. (2014) Batı Anadolu göçer koyuncululuğu için sürü büyüklüğünü Denizli ve Isparta illeri için sırasıyla 257-284 baş olarak bildirmektedir. Kaşıkçı ve ark (2021) Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki göçebe olarak yaşayan toplulukların sosyal yapılarını belirlemeye yönelik araştırmalarında yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun 40 yaş üstünde ve eğitim olarak ilkök mezunu olduklarını genellikle 200-600 arasında bir hayvan varlığına sahip oldukları bildirmişlerdir. Mevcut araştırmada yetiştiricilerin kaba yem olarak beyaz saman, kırmızı Saman, Arpa, Fiğ kullandıklarını bildirmişlerdir. Yılmaz ve ark. (2014) Denizli ve Isparta illerinde yaptıkları çalışmada göçerlerin kiraladıkları mera alanlarında hayvanları için fiğ, yonca, mısır, arpa yetiştirdiklerini bildirmektedir. Araştırmacılar Denizli ilinde hayvan beslemede arpa, pelet yem ve nohut samanı; Isparta ilinde ise saman, arpa ve pelet yem kullanıldığını bildirmişlerdir.

Yetiştiricilerin hayvan beslemeye yönelik soruları değerlendirildiğinde çoğunlukla çiftleştirme mevsimi öncesinde ve içinde ek yemleme yapmadıklarını (%90), kuzulara (%85) ise pazarlama öncesi ek yemleme yaptıklarını bildirmişlerdir. Aşım mevsiminde öncesinde ve sırasında yaylalarda buldukları için ek yemlemeye gerek duyulmadığı anlaşılmaktadır. Buna karşılık göç dönüşünde kuzulara ek yemleme yapıldığı ifade edilmiştir. Yılmaz ve ark. (2014) Denizli ve Isparta illerinde yaptıkları çalışmada göçer hayvancılık işletmelerinde çiftleştirme mevsimi öncesi ek yemleme yapıldığını ve kuzulara pazarlama dönemi öncesinde ek yemleme yapıldığını bildirmektedir. Araştırmacılar kuzularda pazar yaşını 4 ay ağırlığını ise 37.5 kg olarak saptamışlardır.

Ürünlerin değerlendirilmesi ve pazarlama

Araştırmada yetiştiricilerin büyük çoğunluğu (%76) koyunculuktan elde edilen süt ve süt ürünlerini öncelikle kendi ihtiyaçlarını karşılamak geride kalanını ise mandracılara satmak suretiyle değerlendirdiklerini ifade etmişlerdir. Söz konusu sorulara yanıtlarında dikkat çekici hususlar değerlendirildiğinde ve özetlendiğinde koyunculuktan elde edilen ürünlerin üreticisi koruyacak bir fiyat değerinde değerlendirilmediği ve göçerlerin bir pazarlama biçimine ve ağına sahip olmadıkları anlaşılmaktadır (K36, K40, K47, K70, K74, K78). Yılmaz ve ark. (2014) Denizli ve Isparta illerinde yaptıkları çalışmada göçer işletmelerde hayvancılık işletmelerinde elde edilen



sütün çoğunlukla peynir yapımında kullandıklarını bildirmişlerdir. Bununla birlikte Savaş ve ark. (2019) Iğdır ilinde yaptıkları araştırmada yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun sağım yaptığı ve üretilen sütü pazarladıklarını bildirmektedir.

Genel sorunlar ve beklentiler

Araştırmada genel sorunlar ve beklentiler bölümünde göç nedeniyle yaşanan sıkıntılarda ekonomik koşullara yönelik yem, pazarlama ve hayvan sağlığı öne çıkarken elektrik, su ve barınma, ulaşım, eğitim-sağlık ve pazar gibi problemlerine yönelik yanıtları öncelikli olmuştur. Göçerler temelde olası tarım politikalarında yerleşik olanlardan ayrı düşünülmektedir. Beşikçi (2005) Cumhuriyet'in ilanından itibaren göçebelerin yeni hayat düzenine alışmada sorunlar yaşadıklarını, geçiş yollarının kısıtlandığını ve engellendiğini, yasal düzlemde göçerleri kapsayan yaklaşımların ortaya konulmadığını ifade etmiştir. Aygün ve Sezgin (2009) Bitlis ili göçer hayvancılık faaliyetlerine yönelik araştırmalarında bu üretim yapısının geçmişten günümüze siyasal amaçlar doğrultusunda tanımlamalara yer verildiğini dile getirerek Bitlis iline sağlanacak ekonomik yarar bakımından göçer küçükbaş hayvancılık yapan ailelerin mevcut sorunlarının çözülmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Somuncu ve ark. (2005) göçebelik ve yaylacılık faaliyetlerinin yapısının bilinmediğini, bölgesel farklılıklarının ortaya konulmadığını bildirmiştir. Yılmaz ve ark. (2014) Denizli ve Isparta illerinde göçer küçükbaş hayvancılık yapan ailelerin hayvancılık faaliyetleri hakkında ayrıntılı bilgilerin elde edilmesine yönelik araştırmalarında göçer hayvancılık üretim sisteminin yapısını ve sorunlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada bu üretim yapısının sorunları dile getirilerek bu üretim yapısını ve sistemini iyileştirmeye dönük politikaların geliştirilmesine ihtiyaç olduğu ifade edilmiştir. Ceyhan ve ark. (2020) Akdeniz ve Doğu Anadolu bölgesinde varlıklarını sürdüren Yörüklerin sosyal ve ekonomik özelliklerini belirlemeye yönelik araştırmasında göçerlerin sorunlarını eğitim, düşük gelir, artan yem fiyatları, devlet desteğinin yeterli olmaması, konaklama yerlerinde yaşadıkları elektrik sorunları, telefon ve internet gibi iletişim araçlarında yaşadıkları problemler olarak bildirmiştir.

Araştırmada yetiştiricilerin göç etme sebebi olarak "alışkanlık" ifadesine yer vermiş olmaları dikkat çekicidir. Ekiz ve Yazıcı (2014) tarafından Yörüklere yönelik araştırmalarında göçer hayvancılığın sadece hayvanların beslenmesi durumuna göre gerçekleştirilen bir yer değiştirme faaliyeti olmadığı aynı zamanda bir yaşam tarzı olduğunun altını çizerek göçer hayvancılığın kültürel boyutları vurgulanmaktadır. Araştırmacılar bu üretim kolunda faaliyet gösteren göçerlerin ekonomik yaşamlarıyla bütünleşik konargöçer yaşamı benimsediklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre doğayla sürekli etkileşim halinde olan göçerler yer değiştirerek hem kendileri hem de hayvanları için özgün bir yaşam tarzı geliştirmişlerdir. Tapur (2009), son yıllarda yaylaların başka amaçlarla değerlendirilmesine yönelik girişimlerin büyük ekolojik sorunlara yol açtığını dile getirmiştir. Abanoz yaylası örneğinden hareketle araştırmacı, hayvancılığa dayalı yaylaların başka amaçlarla kullanılmasının ekolojik sorunlara yol açtığını bildirmiştir. Bu tür dönüşümlerin öngörülemez sonuçları olabilmektedir. Coşgun ve Yılmaz (2018) her geçen yıl sayıları azalan göçebelerin varlıklarının devam ettirilmesinin sadece ekonomik faaliyetler bakımından değil, aynı zamanda kültürel devamlılığın sağlanması için zorunlu bir durum olduğunu ifade etmişlerdir.

Mevcut araştırmada göçerlerin hayvancılık faaliyetlerinin geleneksel yapısıyla devam ettirildiği açık bir şekilde anlaşılmaktadır. Sorunlar bağlamında mera kullanımına ilişkin giderek artan sorunları bulunmaktadır. Göçerler hayvancılıkla ilgili düzenlemelerde ayrı tutulmakta ve yerleşik gibi düşünülmektedir. Mera alanlarının yetersiz olması, mera kiralama bedellerinin yüksek olması, mera kullanımına ilişkin olarak göçerlerin hak sahibi olmaması, hayvan sağlığı ve pazarlamaya ilişkin sorunlar çok temel sorunlar olarak ortaya çıkmaktadır. Belirtilen sorunlara yönelik bazı öneriler ortaya konulmuştur:

1. Türkiye ve Anadolu, göçer hayvancılık bakımından önemli bir coğrafyadır. Geçmişten günümüze devam ettirilen bu üretim alışkanlığı gün geçtikçe terk edilmeye ve önemini yitirmeye başlamıştır. Dolayısıyla coğrafyası ve topoğrafyası ile bu üretim sistemini çağıran yükseltiler ve yaylalara artık göçerler uğrayamamaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Diyarbakır ili göçerler için önemli bir kışaktır. Bulgular, göçerlerin öncelikle sosyal yaşamlarına ilişkin sorunlarına dikkat çekilmesini gerektirmektedir: (1) konaklanacak yer sıkıntısı, (2) ulaşım sıkıntısı, (3) elektrik, (4) su bulma sıkıntısı, (5) eğitim, (6) köy halkı ile yaşanan sorunlardır.

2. Gerek devlet hazinesindeki toprakların gerekse şahsi toprak kiralamalarında göçerleri koruyacak önlemler alınmalıdır. Sadece yaylak olarak değil aynı zamanda kışlak yerler için çok yüksek kira bedelleri gerçekleştirilmektedir. Bunun için de önlem alınmalı ve kışlak alanlar için yüksek kira bedellerinin önüne geçilmelidir.



3.Göçerler kışlak olarak kullandıkları yerlerde hayvan beslemeye ilişkin büyük sorunlarla karşılaşmaktadırlar. Tarım ve Orman Bakanlığı bu konuda yardımcı olmalı ve ödenek ayırmalıdır. Mevcut araştırmada da ifade edildiği üzere göçerlerin yem desteğine ihtiyaçları bulunmaktadır. Ayrıca yerleşik hayvancılık destekleri dışında göçerler için bir yem desteği düşünülmelidir.

4.Hayvan hastalıklarının önüne geçilmesinde devlet göçerlere destek sağlamalıdır. Göçerler büyük bir çoğunlukla ilaç fiyatlarının yüksek olmasından şikâyetçi olmuşlardır.

5.Göçebeler maalesef kanunlar arasında boğulmuş ve orman kanunu, mera kanunu, hayvan kayıt sistemi ve hayvan hareketleri usul ve esasları arasında kaybedilmiş ve görünmez kılınmıştır. Göçerler göç hareketlerinden bu kanunların ve yönetmeliklerin mağdurları haline gelmektedir. Bunun için belirtilen ilgili kanun ve yönetmeliklerde göçerlere yer verilmeli ve onların hayatlarını kolaylaştıran önlemler alınmalıdır.

6.Otlak alanlarının tarıma açılması ya da ormanlık alana dönüştürülmesiyle birlikte meraların yetersiz kalması göçerler için büyük problem oluşturmaktadır. Hayvanları için yeterince otlatılacak alanlara sahip olunmaması, otlatmada göçerler arasında sorunların çıkmasına sebep olmaktadır. Ayrıca yaylaya çıkılan dönemde kurt saldırıları sonucu hayvan sürüleri telef olabilmektedir.

7.Göçerlerin Mayıs ayı itibarıyla yaylaya çıkmaya başlamasıyla hayvanlarıyla birlikte yürüyerek hareket halinde oldukları için göç esnasında trafikte yaşanan sıkışıklık problem oluşturmakta ve trafik sorunu yaşamaktadırlar. Göçerler birkaç gün süren göç sırasında hayvanlarının ormana zarar verecekleri düşüncesi ile göç rotalarını değiştirmek zorunda bırakılmaktadırlar. Fakat bu rota değişikliği özellikle ormanlık alanların kullanılması nedeniyle sorunlara yol açmaktadır. Tersine göçerler hayvanlarının ormandaki kuru otları yediklerinden dolayı ormanı temizlediklerini bu sayede de orman yangınlarını durdurduğunu düşünmektedirler.

Teşekkürler: -

Veri kullanılabilirliği: Veriler makul talep üzerine sağlanabilmektedir.

Yazar Katkıları: Makalenin hazırlanmasında tüm yazarlar eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar çatışması: Bu çalışmada yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur

Etik Beyan: Yazarlar, bu araştırma makalesi için hayvan deneyi etik kuruluna ihtiyaç olmadığını beyan ederler.

Finansal destek: -

Makale Açıklaması: Bu makale Editör Çağrı KANDEMİR tarafından düzenlenmiştir.



KAYNAKLAR

- Aksoy, B. 2020. Anadolu arkeolojisinde göçebeler ve görünürlükleri. *Anadolu* 46: 187-213.
- Alagöz, CA. 1993. Türkiye’de yaylacılık araştırmaları. *Türkiye Coğrafyası Dergisi*, 2: 1-5.
- Aygün T, Sezgin Y. 2020. Ülkemizde göçer küçükbaş hayvancılık faaliyetleri: Bitlis ili örneği. 6. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 24-26 Haziran, Erzurum, s. 398-406.
- Bazin, M. 1994. Orta Toros yörüklerinden Sarı Keçili aşireti. *Türkiye Coğrafyası Dergisi*, s. 323-351.
- Beşikçi, İ. 2005. Doğu Anadolu’da göçebe Kürt aşiretleri. Yurt Kitap, Ankara.
- Beysanoğlu, Ş. 1992. Ziya Gökalp Kürt aşiretleri hakkında sosyolojik tetkikler. Sosyal Yayınlar, İstanbul.
- Bilginturan, S., Ayhan, V., 2009. Burdur ili Damızlık Koyun ve Keçi Yetiştiriciler Birliği üyesi koyunculuk işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim*, 50 (1): 1-8.
- Büyükcan Sayılır, Ş. 2012. Göçebelik, konar-göçerlik meselesi ve coğrafi bakımdan konar-göçerlerin farklılaşması. *Türk Dünyası İncelemeleri Dergisi* 12 (1): 563-580.
- Ceyhan A, Ünalın A, Akyol E. 2020. Yörüklerin başlıca ekonomik faaliyetleri ve gelecekte eklentileri üzerine bir saha çalışması. *Tarım, Gıda, Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi* 1(1): 14-27.
- Coşgun U, Yılmaz M. 2018. The pasturing routes of nomadic people and their problems (Case Study: Konya and Muğla Regional Directorates of Forestry). 1st International Symposium on Silvopastoral Systems and Nomadic Societies in Mediterranean Countries, 22-24 October 2018, Isparta, s. 70-76.
- Çelik HT, Tüfekçi, H. 2024. Socio-economic structure, production practices, observations and suggestions in Nomadic sheep production in Ordu province located in Black-Sea Region of Türkiye. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14 (1): 1-10.
- DTİM, 2013. Diyarbakır ili master planı. Diyarbakır Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü. 2005. [http://www.lidyadanismanlik.com/default.aspx?x=cokluo ku&id=77](http://www.lidyadanismanlik.com/default.aspx?x=cokluo%20ku&id=77).
- Ekiz E, Yazıcı H. 2014. Kültürel coğrafya açısından Burdur’un Bucak ilçesi ve köylerindeki yörük göçleri. *Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi*, 4-6 Haziran 2014, s. 175-184, Muğla, Türkiye.
- Gültekin, M, Tan, M. 2017. Siirt Dudêran aşireti: yapı ve değişim. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27 (1): 187-205.
- Güney, E. 1993. Doğu ve Güneydoğu Anadolu’da göçer-konar aşiretlerin kışlak ve yaylakları. Diyarbakır: Dicle Üniversitesi GAP Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları.
- Kaşıkcı, D., Türkoğlu, T., Tolunay, A., Özmiş, M., Daşkıran, İ. 2021. Analysis on nomadic communities involved in animal production in western mediterranean region and their social structures. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1): 66-73.
- Kılıç, T. 2014. Karacadağ’da göçebe hayvancılık ve göçerler. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24 (2): 1-12.
- Koyuncu E, Pala A, Savaş T, Konyalı A, Ataşoğlu C, Daş G, Ersoy İE, Uğur F, Yurtman İY, Yurt HH. 2006. Çanakkale koyun ve keçi yetiştiricileri birliği üyesi keçicilik işletmelerinde teknik sorunların belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim*, 47(1): 21-27.
- Kutlu, M. M. (2000). Göçerlerde mekânsal düzenleme: çadır-ev ilişkisi. *Anadolu’da ve Rumeli’de Yörükler ve Türkmenler Sempozyumu Bildirileri İçinde*, Yörük Türkmen Vakfı, s. 211-216.
- Savaş, İ. Yılmaz, İ. Yanar, M. 2019. Iğdır ilinde göçer hayvancılık ve bazı yapısal özellikleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 552-561.
- Somuncu, M. 2005. Aladağlar: yaylacılık ve dağ göçebeliği konusunda bir araştırma. *Gündüz Eğitim ve Yayıncılık*, Ankara.
- SPSS, 2020. IBM Corp. Released 2020. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 27.0. Armonk, NY: IBM Corp
- Tapur T. 2009. Abanoz yaylası. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21: 473-487.



- Taşdelen, HM. 1997. Göçerlerin Şehirleşmesi (Beritanlı Aşireti Örneği). Turan Yayıncılık, İstanbul.
- Tozlu Çelik, H. Tüfekci, H. 2024. Socio-Economic Structure, Production Practices, Observations and Suggestions in Nomadic Sheep Production in Ordu province located in Black-Sea Region of Türkiye. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*. 14 (1): 1-10.
- Yılmaz O, Karaca O. İnce, D. 2014. Batı Anadolu göçer koyuncululuğu ve ıslah planlamalarındaki rolü. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (2): 5-13.
- Yılmaz, A. Aktuğ, SS., 2022. İnsan, Hayvan ve Dağ: Ekolojik ve Ekonomik Bir Yaşamın (Koçeri) Kaybolmaya Yüz Tutan İzleri. Editör: Aktaş A, Tayanç M. Sosyal, Kültürel ve İktisadi Yönleriyle Göçebelik (Koçeri). Çizgi kitapevi, İstanbul s. 63-87.

Çiğdem SEREMET ^{1*} , Hüseyin Cem GÜLER ² 

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ege University, Izmir, 35100, Türkiye

²Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Van Yüzüncü Yıl University, 65090, Van, Türkiye

Relationships Between Some Quality Characteristics and Formation of Blood and Meat Spots in Organic Table Eggs

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to determine the incidence of blood and meat spots in organic chicken eggs, to investigate the factors influencing the occurrence of these spots using multinomial logistic regression analysis, and to identify the phenotypic relationships among various egg quality traits.

Materials and Methods: The experimental material consisted of organic eggs produced in different regions of Turkey. For this purpose, quality analyses were performed on a total of 188 brown-shelled eggs from 9 different producers, and meat and/or blood spots were identified.

Results: It was found that a significant percentage of the evaluated eggs (63.043%) had meat and blood spots, with varying intensities of spotting. The results of the regression analysis indicated that egg weight and sharp end thickness had a significant effect on the formation of meat spots, with the likelihood of severe spotting decreasing as weight increased. In blood-spotted eggs, the only significant difference was found in the "slightly spotted and heavily spotted" group for egg weight. Additionally, significant phenotypic relationships among egg quality characteristics were identified.

Conclusion: It has been determined that egg weight and sharp end thickness may influence spot intensity, particularly with an observed tendency for increased egg weight to reduce the occurrence of blood and meat spots.

Keywords: Organic egg, meat and/or blood spot, quality, regression, correlation.

Organik Sofralık Yumurtalarda Bazı Kalite Özellikleri ile Et ve Kan Lekesi Olusumu Arasındaki İlişkiler

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, organik tavuk yumurtalarında et ve kan lekesi görülme sıklığını belirlemek, multinomial lojistik regresyon analizi kullanarak bu lekelerin oluşumuna etki eden faktörleri incelemek ve çeşitli yumurta kalite özellikleri arasındaki fenotipik ilişkileri saptamaktır.

Materyal ve Metot: Deneme materyalini, Türkiye'nin farklı bölgelerinde üretilen organik yumurtalar oluşturmuştur. Bu amaçla, 9 farklı üreticiye ait toplam 188 adet kahverengi kabuklu yumurtada, kalite analizleri yapılmış ve et ve/veya kan lekeleri belirlenmiştir.

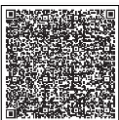
Bulgular: Çalışmada değerlendirilen yumurtaların önemli bir kısmında (%63.043) et ve kan lekesi bulunduğu ve leke yoğunluğunun çeşitlilik gösterdiği saptanmıştır. Regresyon analiz sonuçlarında, yumurta ağırlığı ve sivri uç kalınlığının et lekesi oluşumu üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmüş ve ağırlık arttıkça yoğun leke görülme olasılığının azaldığı belirlenmiştir. Kan lekeli yumurtalarda tek anlamlı farklılık yumurta ağırlığı için "az lekeli ve yoğun lekeli" grubunda saptanmıştır. Ayrıca, yumurta kalite özellikleri arasında önemli fenotipik ilişkiler belirlenmiştir.

Sonuç: Yumurta ağırlığı ve sivri uç kalınlığının leke yoğunluğunu etkileyebileceği, özellikle yumurta ağırlığındaki artışın et ve kan lekesi oluşumunu azaltma eğiliminde olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelime: Organik yumurta, et ve/veya kan lekesi, kalite, regresyon, korelasyon.

How to cite:

Seremet Ç, Güler H C. (2024). Relationships Between Some Quality Characteristics and Formation of Blood and Meat Spots in Organic Table Eggs Journal of Animal Production, Vol: 65 (2): 172-185, <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1579936>





1 GİRİŞ

2 Kanatlı eti ve yumurtası, erişim kolaylığı, makul fiyatı ve dini inançlara bakılmaksızın hemen hemen tüm
3 toplumların tercih ettiği önemli protein kaynaklarıdır. Bu özellikleri nedeniyle, hayvansal gıdaya yönelik artan
4 talebi karşılamada hayati bir rol oynarlar (Stadelman and Cotterill, 2001; Istiak et al., 2022). Günümüzde 8.16
5 milyar olan dünya nüfusunun 2037'de 9 milyara, 2061 yılında ise 10 milyara ulaşması beklenmektedir
6 (Worldometer, 2024). Bu bağlamda, önümüzdeki 25-30 yıl içerisinde küresel insan nüfusunun yaklaşık %70'inin
7 kentsel alanlarda yaşayacağı ve gelirlerin de yıllık %2 artacağı öngörülmektedir (Mottet and Tempio, 2017). Aynı
8 dönemde en yüksek büyüme oranına %121 ile kanatlı etinin sahip olacağı, yumurtaya olan talebin ise %65
9 oranında artacağı bildirilmiştir (Alexandratos and Bruinsma, 2012). Kanatlı sektörü, özellikle de yumurta üretimi,
10 dünya nüfusuna yeterli gıda sağlanmasında, sürdürülebilirliği de göz önünde bulundurarak, kilit bir rol
11 oynayacaktır (Szöllösi, 2021).

12 Türkiye, yemeklik yumurta üretiminde önemli bir paya sahiptir ve sürekli gelişme göstermektedir. Son 10
13 yıllık süreç incelendiğinde, 2013 yılında 16 milyar 497 milyon adet olan yumurta üretimi, 2014 yılında 17 milyar
14 144 milyon adete, 2023 yılına gelindiğinde ise 20 milyar 637 milyon adete yükselmiştir (TÜİK, 2024). Türkiye
15 yumurta üretimi, 10 yıllık (2013-2023 yılları arası) zaman diliminde %25.1 gibi önemli bir artış sergilemiştir (TÜİK,
16 2024). Benzer artış tüketim düzeyinde de görülmekte olup, 2010 yılında 168 adet olan kişi başı tüketilen yumurta
17 sayısı sadece 10 yılda 32 adet artarak 2020 yılında 200 adete ulaşmıştır (YUM-BİR, 2012; 2021). Bu artış trendinin
18 devam edeceği beklentisi nedeniyle Türkiye'nin önümüzdeki yıllarda da Dünya pazarında önemli bir paya sahip
19 olacağı açıktır. Yumurta, insanlar için gerekli tüm amino asitleri, çeşitli mineralleri (kalsiyum, demir, potasyum ve
20 fosfor) ve vitaminleri (A vitamini, B2, B9, B6, B12 ve kolin) sağladığı gibi aynı zamanda bu maddeler için en düşük
21 maliyetli hayvansal kaynak olarak tanımlanmıştır (Nys and Sauveur, 2004; Drewnowski, 2010; Mine, 2023).

22 Yumurta kalitesi, bir yumurtanın tüketici kabulünü ve tercihini etkileyen özelliklerini tanımlar (Stadelman,
23 1977; Hisasaga et al., 2020) ve tüketiciler için olduğu gibi üreticiler için de önemlidir (Peric et al., 2017).
24 Yumurtada kalite hem iç hem de dış kaliteyi tanımlayan genel standartları ifade eden bir terimdir. Yumurtaların
25 dış kalite özellikleri üreticiler için ön plandayken, yumurtaların iç kalitesi tüketiciler ve endüstri için kritik öneme
26 sahiptir (Roberts, 2004). Dış kalite, yumurtanın ağırlığı, şekli ve temizliği ile kabuğun dokusuna odaklanırken, iç
27 kalite yumurtanın sarısı ve akı ile ilgili özellikleri kapsar (Fajemilehin, 2008; Guni et al., 2021). Yumurta kalitesinin,
28 gıda güvenliği, tüketici tercihleri ve ürün değeri ile ilişkili olduğu bilinir (Hisasaga et al., 2020). Yumurtada kalite
29 yetiştirme, genetik yapı, sıcaklık, nem, taşıma, depolama koşulları ve süresi ile tavuğun yaşı dahil olmak üzere
30 çeşitli faktörlerden etkilenir. Ayrıca, yumurtanın kalite özelliklerinin belirlenebilmesi için bazı iç ve dış kalite
31 kriterleri arasındaki ilişkilere de bakılmaktadır. Bu nedenle yumurtanın ağırlığı, uzunluğu ve genişliği, şekil indeksi
32 ve kabuk ağırlığı gibi özellikler yüksek düzeyde birbirleriyle ilişkilidir ve yumurta sarısı ile ak ağırlığı gibi özelliklerinin
33 tahmininde kullanılabilir. Bu sayede, yumurtayı kırmaya gerek kalmadan değerlendirme yapılabilir (Fajemilehin,
34 2008; Aboonajmi and Mostafaei, 2022).

35 Yumurtanın iç kalite özelliklerinden yumurta akı, yumurta sarısı, hava boşluğu boyutu gibi parametrelerin
36 yanında, et ve kan lekelerinin varlığı da önemli kalite sorunlarına yol açar (Duman ve ark., 2016). Tavuk
37 yumurtalarında bulunan et ve kan lekeleri, yumurtaların pazarlanmasını olumsuz etkileyebilir (Boateng et al.,
38 2019). Belirli bir oranın üzerinde et ve/veya kan lekesi içeren yumurtalar yenilemez olarak sınıflandırıldığından
39 endüstri için önemli bir kayıp oluşturur. Yumurtada çok az miktarda kan lekесinin varlığı bile tüketicilerin olumsuz
40 psikolojik tepki vermelerine ve yumurta tüketimini bırakmalarına neden olabilir (Nalbandov and Card, 1944).

41 Kan lekelerinin oluşumundan genetik ve çevresel faktörler sorumludur (Bears et al., 1960) ve daha çok
42 yumurta sarısında görülür (Nalbandov and Card, 1944). Yumurtada bulunan kan lekelerinin, ovulasyondan önce
43 herhangi bir zamanda meydana gelebilen intrafolliküler kanamadan kaynaklandığı, ayrıca yapılan çok sayıda
44 gözleme bağlı olarak, kanamanın ovulasyon sırasında değil aslında folikül içinde olduğu ve yumurta sarısının
45 serbest bırakılmasından birkaç gün önce de gerçekleşebileceği aktarılmıştır (Nalbandov and Card, 1944). Benzer
46 şekilde, Şeremet ve Güler (2024) kan lekelerinin ovulasyon sırasında sarı folikül zarının yumurtalığa bağlandığı
47 stigma dışındaki bir bölgeden yırtılması sonucu veya albümin oluşumundan önce meydana gelen bir kanama
48 neticesinde meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, yüksek çevre sıcaklıkları ile yumurta akı pH'sının değişmesi
49 sonucunda kan lekelerinin renginin değişerek et lekesi gibi görünebileceği de bildirilmiştir (Card and Nalbandov,
50 1944).



51 Et lekeleri yumurta akı (albümin) ile ilişkilidir ve çok küçük boyutlardan parçalı, büyük lekeler kadar
52 değişebilir. Renk koyu kahverengiden açık kahverengiye, bronzdan açık bronza ve neredeyse beyaza kadar
53 çeşitlilik gösterir (Nalbandov and Card, 1944). Et lekeleri genellikle yumurtaya dahil olan yumurta kanalı dokusu
54 parçaları olarak açıklansa da mikroskopik incelemelerde et lekelerinin çoğunun bozulmaya uğramış kırmızı kan
55 hücrelerinden oluştuğu görülmüştür (Nalbandov and Card, 1944).

56 Dış kalite özelliklerinden kabuk rengi, yumurta kalitesi ve besin değeri bakımından fark yaratmaz. Yumurta
57 tebliğinde kabuk rengi ile ilgili bir sınıflandırma olmamakla birlikte kimi tüketiciler beyaz kabuklu yumurtaları
58 tercih ederken kimileri kahverengi kabuklu yumurtanın daha doğal olduğu algısı ile koyu kabuk rengine sahip
59 yumurtaları satın almaktadırlar (Şeremet ve Güler, 2024). Avrupa’da kahverengi kabuklu yumurtalar tercih
60 edilirken, ABD ve Türkiye’de beyaz kabuklu yumurtalar daha çok tüketilmektedir (Flock et al., 2007). Yumurta
61 kabuk rengi tavuğun genetik yapısı ile ilişkilidir. Bu genetik özellikler, pigmentlerin türü ile yoğunluğunu belirler
62 ve farklı ırklar arasında farklı yumurta kabuğu renklerinin görülmesine neden olur (Anonim, 2024). Bununla
63 birlikte, yumurta kabuk rengi ve genotipin et ve kan lekeleri oluşumu üzerinde önemli etkileri olduğu
64 bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda, kahverengi kabuklu yumurtaların beyaz kabuklu yumurtalara göre genel
65 olarak daha yüksek oranda kan ve et lekeli insidansına sahip olduğu bildirilmiştir (Brade et al., 2008). Sauter et
66 al. (1952), New Hampshire (kahverengi kabuklu) ve Leghorn (beyaz kabuklu) ırkı tavuklarda kan lekeli oluşumu
67 üzerine yürüttükleri çalışmada, genetik yapının önemli etkileri olduğunu aktarmışlar, benzer şekilde Nolte et al.
68 (2021) yerel ırklar olan Vorwerkhuhn (VH) ve Bresse Gauloise (BG) ile ticari White Rock (WR) tavukları arasında
69 et ve kan lekeli insidansında önemli farklılıklar meydana geldiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, kahverengi kabuklu
70 yumurta veren WR tavukların %52’sinde kan lekeli görülürken, beyaz ve sarı kabuklu yumurta üreten VH ve BG
71 tavuklarının sırası ile %7 ve %15 oranında kan lekeli gösterdiğini, öte yandan et lekelerinin görülme sıklığının
72 genotipten etkilenmediğini belirtmişlerdir. Bu bildirişlerden farklı olarak, Hocking et al. (2003) ticari ve yerli ırklar
73 arasında kan ve et lekeli görülme sıklığında önemli bir fark bulunmadığını aktarmıştır. Lordelo et al. (2020) da
74 kahverengi ticari hibritler ile Portekize özgü 4 farklı lokal ırk arasında, yumurta sarısı kan lekeli veya yumurta akı
75 et lekeli oluşma sıklığında istatistiksel olarak bir farklılık olmadığını, fakat hibrit ırka ait yumurtalarda et lekeli
76 oranının (%4.17), diğer ırklara ait yumurtalardan (%18.8 ile %31.3 arasında) belirgin şekilde daha düşük
77 bulunduğunu bildirmiştir. Polonya’da bir yerel ırk, Rhode Island Red ve ticari hibrit (Hy-line Brown) tavuklar
78 üzerinde yürütülen bir çalışmanın sonuçları ise genotipin et ve kan lekeli miktarını etkilediğini, yerel ırk tavukların
79 Rhode Island Red tavuklarına kıyasla daha fazla et-kan lekeli yumurta ürettiklerini göstermiştir. Bir başka
80 çalışmada farklı kabuk rengine sahip genotipler arasında en fazla et-kan lekeli kahverengi kabuklu
81 yumurtalarda saptandığı bildirilmiştir (Sokolowicz et al., 2018).

82 Organik ve serbest gezen tavuk üretimi, artan tüketici talebi ve çevreye duyarlı üretim yöntemlerinin
83 tercih edilmesiyle yaygınlaşmaktadır. Tüketiciler, daha sağlıklı ve hayvan refahı kurallarına uygun üretilen gıda
84 ürünlerine yönelmektedir. Bu durum, birçok ülkede serbest gezen ve organik tavuk üretiminin artmasına neden
85 olmuştur (Patterson et al., 2001; Berg, 2002; Hammershøj et al., 2022). Benzer şekilde Hammershøj et al. (2022),
86 organik yumurta üretiminde kombine verim yönlü tavuklar (genotip A ve C), yerel ırk (B) ve ticari yumurtacı (D)
87 tavuklarda yumurta kalite parametrelerini incelemişler, A, B ve C genotipleri ile D arasında yumurta kalite
88 özellikleri bakımından büyük bir varyasyon olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, ticari genotipten elde edilen
89 yumurtalarda et ve kan lekeli oranının en düşük düzeyde (sırasıyla %5.2 ve %0.7) olduğunu saptamışlardır.

90 Kahverengi yumurtalarda et ve kan lekeli daha fazla görülmekle birlikte bu yumurtalar tüketicilerde
91 doğal-köy yumurtası algısı oluşturduğu için organik ve serbest gezinmeli üretim sistemlerinde kahverengi
92 yumurtacılar ağırlıklı olarak tercih edilmektedir. Bu çalışmada organik sistemde yetiştirilen kahverengi yumurtacı
93 tavukların yumurtalarında et ve kan lekeli ile yumurta dış kalite özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi
94 amaçlanmıştır. Multinomial lojistik regresyon analizi kullanılarak, et ve kan lekeli oluşumunu etkileyen çeşitli
95 biyofiziksel faktörler incelenmiş, ayrıca bu kalite özellikleri arasında bulunan fenotipik korelasyonlar
96 tahminlenerek, yumurta kalite özellikleri arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılması hedeflenmiştir.

97 **MATERYAL ve METOT**

98 Deneme materyalini, Türkiye’nin farklı bölgelerinde (Ege, Doğu Anadolu ve Marmara Bölgeleri) üretilen
99 organik yumurtalar oluşturmuştur. Bu amaçla, İzmir ilinden 3, İstanbul ile Elâzığ illerinden 2’şer ve Tekirdağ ile
100 Afyonkarahisar illerinden 1’er işletme olacak şekilde toplam 9 farklı üreticiye ait çiftlikten, 30-55 haftalık yaşta
101 tavuklardan, 188 adet kahverengi kabuklu organik yumurta temin edilmiştir (Tüm işletmeler, “5262 Sayılı Organik



102 Tarım Kanunu ve Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik” kapsamında, “Organik Tarım
103 Sertifikasına” sahiptir). Çalışma materyalini oluşturan yumurtalar ATAK-S (AS), Dekalb Brown (DB) ve Lohmann
104 Brown (LB) olmak üzere 3 farklı genotipten sağlanmıştır. Her bir genotipe ait yumurta sayıları eşit olarak
105 belirlenmiştir (AS, DB ve LB için sırası ile; 63, 63 ve 62 adet). Kalite analizleri yapılmak üzere laboratuvara getirilen
106 yumurtalarda, kırılmadan önce dış kalite analizleri ve kırıldıktan sonra albümin ve yumurta sarısı üzerinde et ve
107 kan lekelerinin varlığı saptanmıştır. Bu amaçla; yumurta ağırlığı (YA), yumurta genişliği (YG), yumurta uzunluğu
108 (YU), kabuk mukavemeti (KM), kabuk ağırlığı (KA), küt uç kalınlığı (KUK), sivri uç kalınlığı (SUK), ekvatorial bölge
109 kalınlığı (EK), ortalama kabuk kalınlığı (OKK) ve şekil indeksi (SI) belirlenmiştir.

110 Dış kalite parametrelerinden YA 0.01g hassasiyetindeki terazi ile tartılarak saptanmıştır. YU ve YG dijital
111 kumpas kullanılarak ölçülmüş ve (yumurta genişliği/yumurta uzunluğu*100) formülünden yumurta SI
112 hesaplanmıştır. Kabuk mukavemetini ölçmek amacıyla instron cihazından yararlanılmıştır (kg/cm²). Daha sonra
113 cam bir sehpa üzerine kırılan yumurtaların albümin ve sarılarında gözlem yolu ile et ve kan lekelerinin varlığı
114 (0=leke yok) değerlendirilmiş ve yoğunluklarına göre (1=az lekeli; 2=yoğun lekeli) puanlama yapılmıştır. Kırılan
115 yumurtaların kabukları su ile yıkanarak albümin materyalinden temizlendikten sonra 105 °C etüv sıcaklığında 24
116 saat kurumaları sağlanmıştır. Ardından yine hassas terazi ile KA belirlenmiştir. Kabuğun 3 farklı bölgesinden (KUK,
117 SUK ve EK) örnek alınarak zarları çıkarıldıktan sonra mikrometre ile kabuk kalınlıkları (KK) ölçülmüştür. Ölçüm
118 yapılan örneklerde 3 farklı bölgenin ortalaması alınarak OKK hesaplanmıştır.

119 İstatistik Analizler

120 Çalışma verilerinin değerlendirilmesinde JMP (Version 8) paket programı kullanılmıştır (SAS Institute Inc.,
121 2009). Verilerdeki leke türü (et ve kan lekesi) ve yoğunluk düzeylerinin (leke yok, az lekeli ve yoğun lekeli)
122 incelenmesi için frekans ve yüzdesel dağılım analizleri yapılmıştır. Et ve kan lekelerinin genotipler arasındaki
123 dağılımını değerlendirmek için ki-kare uygunluk testi kullanılmıştır. Leke türleri ve yoğunluk seviyelerinin gruplar
124 arasındaki oranları karşılaştırılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Et ve kan lekesi bulunan veya bulunmayan
125 yumurtalarda, yumurta kalite özelliklerinin (YA, YG, YU, KM, KA, KUK, SUK, EK, OKK ve SI) et ve kan lekesi
126 oluşumunu nasıl etkilediğini ortaya koymak amacıyla multinomial (çoklu) lojistik regresyon analizi kullanılmıştır.
127 Ayrıca, çalışmada estimate (logit) değerleri log-odds (logaritmik olasılık) olarak da ifade edilmiştir. Bu değeri daha
128 anlaşılır hale getirmek için exponential (e^{estimate}) olarak odds oranına çevrilmiştir. Bu amaçla log-odds değerini
129 normal odds oranına çevirmek için e tabanına göre üstel fonksiyon (e^{estimate}) alınmıştır. Ayrıca, yumurta kalite
130 özellikleri arasındaki ilişkilerin yönünü ve gücünü ortaya koymak için fenotipik korelasyonlar tahminlenmiştir.

131 BULGULAR ve TARTIŞMA

132 Küresel pazarda insanların sağlıklı ve nitelikli gıdalar ile beslenme istekleri hem yumurta tüketimini
133 tetiklemekte hem de yumurtada kalite kavramını her geçen gün daha da önemli hale getirmektedir. Amerika
134 Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı'nın yumurta sınıflandırma standardı, AA ve A sınıfı yumurtalardaki kan lekesi
135 çapının 1/8 inç'i (yaklaşık 3.2 mm) geçemeyeceğini şart koşar. Benzer şekilde, Çin Ticaret Bakanlığı, nitelikli
136 yumurtaların kan lekeleri veya diğer yabancı maddeler içermemesini zorunlu tutmaktadır (Chen et al., 2015).
137 Ülkemizde, Avrupa Birliği'nin mevzuatına göre “A kalite – Ekstra taze”, “A kalite – Taze” ve “B kalite – Gıda
138 sanayiine yönelik yumurtalar” olarak sınıflandırılmaktadır (Şeremet ve Güler, 2024). Bu standartta A sınıfı
139 yumurtalar için “yumurtaların sayıca %1'den fazla olmamak üzere çok küçük kan ve et lekeleri bulunabilir”; B
140 sınıfı yumurtalar için ise “yumurtaların sayıca % 3'ten fazla olmamak üzere çok küçük kan ve et lekeleri
141 bulunabilir” ibareleri geçmektedir. Et-kan lekesi %3'ün üzerinde ise yumurtalar yenmez olarak
142 sınıflandırıldığından yumurta endüstrisi için önemli bir ekonomik kayıp oluşturmaktadır (Şeremet ve Güler, 2024).

143 Bu çalışmada, genotipin et ve kan lekesi düzeyleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin
144 bulunmadığı tespit edilmiştir (et lekesi için $\chi^2= 3.597$, $P= 0.4633$; kan lekesi için $\chi^2= 6.396$, $P= 0.1715$) (sonuçlar
145 tabloda sunulmamıştır). Bu sonuçlar doğrultusunda, et ve kan lekelerine yönelik yapılan analizlerde genotip
146 değişkeni istatistiksel modele dahil edilmeden değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışmadan elde edilen
147 sonuçlarda, et lekeli bulunmayan yumurta oranları AS, DB ve LB genotipleri için sırası ile %51.6, %59.32 ve %65.12
148 olarak saptanmıştır. Az ve yoğun et lekeli yumurta oranları ise sırası ile AS için %29.03 ve %19.35; DB için %30.51
149 ve %10.17 ve LB için ise %25.58 ile %9.30 şeklinde gerçekleşmiştir. Kan lekeli için incelendiğinde ise lekeli
150 yumurta oranı AS, DB ve LB genotipleri için sırası ile %67.74, %74.58 ve %74.42; az ve yoğun et lekeli yumurtalar
151 için ise sırası ile %20.97 ile %11.29; %23.73 ile %1.69 ve %23.26 ile %2.33 olarak belirlenmiştir (sonuçlar tabloda
152 sunulmamıştır).



153 Brant et al. (1953), tavuk yumurtalarındaki en yaygın kusurların kan ve et lekeleri olduğunu bildirmiştir.
 154 Rastgele seçilen tavuk yumurtalarının yaklaşık %2 ila %4'ünün kan veya et lekeli olduğu (Nalbandov and Card,
 155 1944), yumurta kalitesi hakkındaki tüm tüketici şikayetlerinin ise %7'sinin kan ve et lekelerinden kaynaklandığı
 156 belirtilmiştir (Stadelman, 1950). Bu bildirişlerden farklı olarak, şimdiki çalışmada değerlendirmeye alınan 184
 157 yumurtanın (toplam 188 yumurtanın 184 tanesi incelemeye uygun niteliktedir) %37.5'inde et lekeli,
 158 %25.543'ünde ise kan lekeli olmak üzere toplam %63.043'ünde leke belirlenmiştir. Et ve kan lekeli düzeyleri
 159 (leke yok, az lekeli ve yoğun lekeli) için yumurtalar değerlendirildiğinde, toplam 184 adet yumurtanın
 160 %25.543'ünde et lekeli, %11.957'sinde ise yoğun et lekeli, buna karşın %20.652'sinde az kan lekeli, %4.891'inde
 161 yoğun kan lekeli saptanmıştır (sonuçlar tabloda sunulmamıştır). Çalışmamız sonuçlarına benzer şekilde, Boateng
 162 et al. (2022), yumurtaların %32'sinde kan lekeli ve %31'inde et lekeli olmak üzere toplam lekeli yumurta oranının
 163 %63 olduğunu aktarmıştır. Ayrıca, araştırmacılar et ve kan lekeli oluşumu ile yumurta ağırlığı, sıcaklık değişimi ve
 164 tavukların stres etmenine (jeneratör sesine bağlı korku) maruz kalmaları arasında bir ilişki gözlemlememiştir. Rizzi
 165 et al. (2020), et ve kan lekeli görülme oranının %42 ile %70 arasında değiştiğini belirtmiştir. Sokotowicz et al.
 166 (2018), genotipin (yerli, Rhode Island Red ve Hy-line Brown) yumurta içeriği özelliklerini (albümin yüksekliği, HU
 167 değerleri ve et-kan lekelerinin varlığı) etkilediğini, en yüksek kan lekeli oranının (%40) 56 hflık yaşta yerli ırkta, en
 168 yüksek et lekeli oranının (%46.7) ise Hy-line Brown genotipinde belirlendiğini bildirmiştir. Altlıklı yer sistemi,
 169 organik ve serbest gezinmeli yetiştirme sistemleri karşılaştırıldığında; serbest gezinmeli sistemden elde edilen
 170 yumurtalarda et lekelerinin daha düşük bir insidans gösterdiği (sırası ile kafes, altlıklı yer sistemi, organik ve
 171 serbest gezinmeli sistem tavukların % et lekeli; 9, 8, 11 ve 3) ancak yetiştirme sisteminin kan lekeli üzerinde
 172 bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (Hidalgo et al., 2008). Lordelo et al. (2020), 4 farklı yerli ırk ile ticari (hibrit)
 173 tavuk ırkını karşılaştırdıkları çalışmalarında, yumurta sarısı kan lekeli oranının %8.2 ile %23.88 arasında; albümin
 174 et lekeli oranlarının ise %4.17 ile %31.3 aralığında değiştiğini ve kan lekeli için hibrit tavuklar ile yerli ırklar
 175 arasında fark bulunmazken, et lekeli oranının ticari hibritlerde yerli ırklara kıyasla oldukça düşük olduğunu bildirmiştir.

176 Çalışma bulgularından anlaşılacağı üzere, analiz edilen yumurtaların büyük bir kısmında et ve/veya kan
 177 lekeli (%63.043) bulunması, sorunun güncel ve sektör için önemli problemlere neden olabileceğini
 178 göstermektedir. Bununla birlikte gerek tüketici tercihinin olumsuz etkilemesi gerek ihracat ve iç pazara sunulan
 179 lekeli yumurtaların varlığı, konunun hassasiyetini göstermektedir. Ayrıca, çalışmamızda et veya kan lekeli
 180 yumurta oranının yüksek düzeyde belirlenmiş olması yasal zorunluluklar açısından da sorunun giderilmesi ya da
 181 azaltılmasını gerekli kılmaktadır.

182 YA, YG, YU, KM, KA, KUK, SUK, EK, OKK ve S1'nin yumurtadaki et lekeli düzeyleri (leke yok, az lekeli ve
 183 yoğun lekeli) üzerine etkileri için hesaplanan multinomial lojistik regresyon sonuçları Tablo 1a-b'de sunulmuştur.
 184 Tablo 1a'da, tüm model testi (Whole Model Test) için, ki-kare değeri 35.183, P önemlilik değerinin ise 0.0090
 185 olarak belirlenmesi, modelin genel olarak istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu göstermektedir. Modelde yer alan
 186 bağımsız değişkenler (yumurta ağırlığı, genişliği, uzunluğu vb.) et lekeli düzeylerini açıklamakta anlamlıdır
 187 ($P < 0.05$). Bu sonuçtan hareketle, bağımsız değişkenlerin topluca anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca,
 188 uyumlu model (Fitted) test sonuçları incelendiğinde de (ki-kare: 7.304, P-değeri: 0.9873) p-değerinin 0.05'den
 189 büyük olması, modelin veriyi iyi açıklayabildiğini, yani bağımlı değişken olan et lekeli ile bağımsız değişkenler
 190 arasındaki ilişkinin model tarafından yeterince temsil edildiğini göstermektedir (Tablo 1a).

191 Etkilerin olasılık oranı (Effect Likelihood Ratio Test, ELR) testi, modeldeki her bir bağımsız değişkenin genel
 192 anlamlılığını test etmekte ve o değişkenin modele ne kadar katkıda bulunduğunu göstermektedir. Tablo 1a'da
 193 yumurta ve kabuk ağırlığının, et lekeli düzeyleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (sırası ile
 194 YA ve KA için P-değerleri; 0.0279 ve 0.0294). Bu sonuçlar, YA ve KA değiştikçe, et lekeli düzeylerinde önemli
 195 farklılıklar meydana gelebileceğini göstermektedir. Buna ek olarak, SUK için sınırda bir P-değeri ($P = 0.0525$)
 196 saptanmış, ancak istatistiki açıdan önemsiz olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, ELR test sonuçları incelendiğinde,
 197 diğer kalite özelliklerinin de et lekeli oluşumu üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ($P > 0.05$) saptanmıştır (Tablo
 198 1a).

199 Parametre tahminleri (Parameters Estimate) test sonuçları Tablo 1b'de sunulmuştur. Bu sonuçlar, her bir
 200 bağımsız değişkenin (yumurta kalite özellikleri) bağımlı değişken (et lekeli) üzerindeki spesifik etkisini ve bu
 201 etkinin yönünü göstermektedir. Parametre tahminleri test sonuçları, hangi kalite özelliğinin et lekeli oluşumunu
 202 ne yönde (pozitif/negatif) ve ne kadar (estimate= logit katsayısı ya da büyüklük) etkilediğini göstermesi açısından
 203 önemlidir. Çalışmanın sonuçlarında; YA ve SUK'nın et lekeli oluşumu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu,



204 bununla birlikte YG, YU, KM, KA, KUK, EK, OKK ve SI özelliklerinin et lekeli oluşumunda istatistiksel olarak bir
 205 etkisinin olmadığı saptanmıştır (Tablo 1b). “Leke Yok ve Yoğun Lekeli” grupları için logit katsayısı -0.3846786, P
 206 değeri ise 0.0169 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, yumurta ağırlığındaki artışla, yumurtanın yoğun lekeli olma
 207 olasılığının anlamlı bir şekilde azaldığını göstermektedir ($P < 0.05$). Ayrıca, yukarıdaki sonuçları desteklemek
 208 amacıyla hesaplanan Odds oranının “Leke Yok ve Yoğun Lekeli” grubu için 0.681 olarak belirlenmesi, yumurta
 209 ağırlığındaki bir birim artışın, yumurtada yoğun et lekeli oluşma olasılığını yaklaşık %32 $((0.681-1)*100 = -31.9)$
 210 azalttığını göstermektedir (veri tabloda sunulmamıştır). Benzer şekilde “Az Lekeli ve Yoğun Lekeli” grupları için
 211 de logit katsayısı negatif yönlü ve P-değeri önemli bulunmuştur (sırası ile logit katsayısı ve P-değerleri; -0.4882606
 212 ve 0.0118). Bu sonuçlardan YA arttıkça yoğun lekeli (et lekeli) olma olasılığının düştüğü görülmektedir.
 213 Hesaplanan Odds oranından (0.614), YA’ndaki bir birim artışın, yoğun et lekeli oluşma olasılığını yaklaşık %39
 214 $((0.614-1)*100 = -38.6)$ oranında azalttığı söylenebilir. Her iki karşılaştırmada da (“Leke Yok ve Yoğun Lekeli” ile
 215 “Az Lekeli ve Yoğun Lekeli”) YA’ndaki her bir birimlik artışın, yoğun lekeli olma riskini azalttığı saptanmıştır. Bu
 216 sonuçlardan hareketle, YA’nın et lekeli oluşumu üzerinde doğrudan bir etkisinin olduğu ve daha ağır yumurtaların
 217 yoğun lekelenme açısından daha düşük risk taşıdığı söylenebilir.

218 Tablo 1.a-b. Yumurta ağırlığı, genişliği, uzunluğu, kabuk mukavemeti, kabuk ağırlığı, yumurtanın küt, sivri ve
 219 ekvatorial bölge kalınlıkları ile şekil indeksi ve ortalama kabuk kalınlığının yumurtadaki et lekeli düzeyleri (leke
 220 yok, az lekeli ve yoğun lekeli) üzerindeki etkilerine ait çoklu lojistik regresyon (multinomial logistic regression)
 221 sonuçları. Çok değişkenli lojistik regresyon

222 *Table 1.a-b. Multinomial logistic regression results on the effects of egg weight, width, length, shell strength, shell*
 223 *weight, thickness of the blunt, sharp, and equatorial regions of the egg, as well as shape index and average shell*
 224 *thickness, on the levels of meat spots in eggs (no spots, few spots, and many spots)*

225 1a)

Testler/Parametreler	DF	Ki-kare	P-değeri
Whole Model Test (Tüm model testi)	18	35.183	0.0090
Fitted (Uyumlu model)	18	7.304	0.9873
Effect Likelihood Ratio (Etkilerin Olasılık Oranı)			
Yumurta Ağırlığı (g)	2	7.15987677	0.0279
Yumurta Genişliği (mm)	2	1.88467419	0.3897
Yumurta Uzunluğu (mm)	2	0.9903965	0.6095
Kabuk Mukavemeti (kg/cm ²)	2	2.45571328	0.2929
Kabuk Ağırlığı (g)	2	7.05572342	0.0294
Küt Uç Kalınlığı (mm)	2	0.81333303	0.6659
Sivri Uç Kalınlığı (mm)	2	5.89242197	0.0525
Ekvatorial Bölge Kalınlığı (mm)	2	2.27611889	0.3204
Şekil İndeksi (%)	2	1.26531862	0.5312
Ortalama Kabuk Kalınlığı (mm)	2	2.48606812	0.2885

226

227 1b)

Parameters Estimate (Parametre Tahminleri)	Leke Yok ve Yoğun Lekeli			Az Lekeli ve Yoğun Lekeli		
	Estimate	Ki-kare	P-değeri	Estimate	Ki-kare	P-değeri
Yumurta Ağırlığı (g)	-0.3846786	5.71	0.0169	-0.4882606	6.34	0.0118
Yumurta Genişliği (mm)	3.66407081	1.13	0.2882	5.8354231	1.97	0.1604
Yumurta Uzunluğu (mm)	-1.5310939	0.36	0.5508	-3.0543225	0.97	0.3258
Kabuk Mukavemeti (kg/cm ²)	-0.1563975	0.19	0.6638	-0.5133833	1.62	0.2032
Kabuk Ağırlığı (g)	0.17016893	0.15	0.6944	0.95975531	3.65	0.0560
Küt Uç Kalınlığı (mm)	7.04900453	0.55	0.4592	2.44752398	0.05	0.8152
Sivri Uç Kalınlığı (mm)	-26.729287	5.48	0.0193	-25.6264	4.49	0.0342
Ekvatorial Bölge Kalınlığı (mm)	16.2308263	2.22	0.1366	12.9242605	1.23	0.2667
Şekil İndeksi (%)	-1.5820526	0.70	0.4032	-2.6129694	1.31	0.2527
Ortalama Kabuk Kalınlığı (mm)	-2.2709971	0.12	0.7290	-9.2713253	1.54	0.2139

228



229 Sivri uç kalınlığının et lekesi oluşumunda, her iki karşılaştırma (“Leke Yok ve Yoğun Lekeli” grubu için -
230 26.729287, P= 0.0193 ve “Az Lekeli ve Yoğun Lekeli” grubu için -25.6264, P= 0.0342) grubu için istatistiksel açıdan
231 önemli olduğu görülmektedir (Tablo 1 b). Her iki gruptan elde edilen bulgular, SUK’nın et lekesi oluşumunda
232 önemli bir etken olduğunu ve SUK artıkça, yoğun lekeli yumurtaların sayısının azaldığını göstermektedir. Bu
233 sonuç, yumurtanın şekil ve kabuk yapısının et lekesi oluşumu üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu işaret
234 etmektedir. Her iki grupta, SUK için hesaplanan Odds oranları oldukça düşük bulunmuş olmakla birlikte, P
235 değerlerinin anlamlılığı (P<0.05), bu bulguların dikkate alınması gerektiğini ve SUK’nın et lekesi oluşumunu
236 azaltmada önemli bir faktör olabileceği sonucunu doğurmaktadır.

237 Kabuk ağırlığının et lekesi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmasa da (P= 0.0560), “Az Lekeli
238 ve Yoğun Lekeli” gruplar arasında sınırdan bir değer sergilediği görülmektedir (Tablo 1 b). Ayrıca, hesaplanan Odds
239 oranı ((2.61-1)*100= 161), KA’nın ilgili grup için et lekesi oluşma olasılığını yaklaşık 2.5 kat arttırabileceğini
240 göstermektedir. Bu sonuçlardan hareketle, KA’nın et lekesi oluşumu üzerine etkisi olabileceği düşünülmektedir.

241 YA, YG, YU, KM, KA, KUK, SUK, EK, OKK ve SI’nin yumurtadaki kan lekesi düzeyleri üzerine etkileri için
242 hesaplanan multinomial lojistik regresyon sonuçları Tablo 2a-b’de sunulmuştur. Tablo 2a’da, tüm model testi için
243 Ki-kare değeri 19.77117, P önemlilik değeri ise 0.3458 olarak belirlenmiş olmakla birlikte (P>0.05), uyumlu model
244 test sonuçlarında (ki-kare: 8.448, P-değeri: 0.9712) p-değerinin 0.05’ten büyük olması, modelin veriyi iyi
245 açıklayabildiğini, yani kan lekeli ile yumurta kalite özellikleri arasındaki ilişkinin model tarafından yeterince temsil
246 edildiğini göstermektedir.

247 Tablo 2.a-b. Yumurta ağırlığı, genişliği, uzunluğu, kabuk mukavemeti, kabuk ağırlığı, yumurtanın küt, sivri ve
248 ekvatorial bölge kalınlıkları ile şekil indeksi ve ortalama kabuk kalınlığının yumurtadaki kan lekeli düzeyleri (leke
249 yok, az lekeli ve yoğun lekeli) üzerindeki etkilerine ait çoklu lojistik regresyon (multinomial logistic regression)
250 sonuçları

251 *Table 2.a-b. Multinomial logistic regression results on the effects of egg weight, width, length, shell strength, shell*
252 *weight, thickness of the blunt, sharp, and equatorial regions of the egg, as well as shape index and average shell*
253 *thickness, on the levels of blood spots in eggs (no spots, few spots, and many spots)*

254 2a)

Testler/Parametreler	DF	Ki-kare	P-değeri
Whole Model Test (Tüm model testi)	18	19.77117	0.3458
Fitted (Uyumlu model)	18	8.448	0.9712
Effect Likelihood Ratio (Etkilerin Olasılık Oranı)			
Yumurta Ağırlığı (g)	2	4.77479007	0.0919
Yumurta Genişliği (mm)	2	3.06736373	0.2157
Yumurta Uzunluğu (mm)	2	4.03991406	0.1327
Kabuk Mukavemeti (kg/cm ²)	2	1.48203513	0.4766
Kabuk Ağırlığı (g)	2	0.82319215	0.6626
Küt Uç Kalınlığı (mm)	2	1.0649231	0.5872
Sivri Uç Kalınlığı (mm)	2	0.04247782	0.9790
Ekvatorial Bölge Kalınlığı (mm)	2	0.63311883	0.7287
Şekil İndeksi (%)	2	3.89139195	0.1429
Ortalama Kabuk Kalınlığı (mm)	2	0.6601976	0.7189

255 2b)

Parameters Estimate (Parametre Tahminleri)	Leke Yok ve Yoğun Lekeli			Az Lekeli ve Yoğun Lekeli		
	Estimate	Ki-kare	P-değeri	Estimate	Ki-kare	P-değeri
Yumurta Ağırlığı (g)	-0.3143546	2.02	0.1554	-0.5801508	4.47	0.0345
Yumurta Genişliği (mm)	6.79796596	2.54	0.1107	3.86431653	0.71	0.3986
Yumurta Uzunluğu (mm)	-4.1861806	1.85	0.1739	-0.7041584	0.04	0.8336
Kabuk Mukavemeti (kg/cm ²)	-0.2912587	0.34	0.5616	-0.5453622	1.02	0.3116
Kabuk Ağırlığı (g)	0.55011715	0.79	0.3748	0.46473073	0.48	0.4878
Küt Uç Kalınlığı (mm)	-5.2987081	0.15	0.6944	1.97500472	0.02	0.8913
Sivri Uç Kalınlığı (mm)	3.20521063	0.04	0.8491	2.43322696	0.02	0.8925
Ekvatorial Bölge Kalınlığı (mm)	-5.0712777	0.11	0.7393	-9.9636051	0.38	0.5371
Şekil İndeksi (%)	-3.2679076	1.95	0.1625	-0.8289662	0.11	0.7429
Ortalama Kabuk Kalınlığı (mm)	-7.546502	0.62	0.4294	-5.9799674	0.33	0.5663



256 Tablo 2b’de bazı kalite özelliklerinin yumurtada kan lekesi düzeyleri üzerindeki spesifik etkileri
257 sunulmuştur. Tek önemli sonuç, kan lekesi düzeyi ve YA için “Az Lekeli ile Yoğun Lekeli” grubunda belirlenmiş
258 olup istatistiksel olarak anlamlı ($P= 0.0345$, logit değeri= -0.5801508) bulunmuştur. Bu sonuç, YA arttıkça yoğun
259 lekeli olma olasılığının azaldığını, yani YA arttıkça kan lekesi oranının azaldığını göstermektedir. Bununla birlikte
260 “Leke Yok ve Yoğun Lekeli” grubunda kan lekesi-yumurta ağırlığı için fark bulunmamıştır ($P= 0.1554$). Benzer
261 şekilde diğer yumurta kalite özellikleri de önemsiz olarak belirlenmiştir ($P> 0.05$). Bu durum, YA hariç, kalite
262 özelliklerinin kan lekesi düzeyleri üzerinde anlamlı bir etki göstermediğini ortaya koymaktadır (Tablo 2b).
263 Yumurta ağırlığı için “Az Lekeli ve Yoğun Lekeli” grubuna ait Odds oranı 0.56 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, YA
264 artmasıyla “Az Lekeli ve Yoğun Lekeli” grupta kan lekesi görülme olasılığının azaldığını, yani YA’daki her bir birim
265 artışın, kan lekesi görülme olasılığını %44 $((0.56-1)*100= -44)$ oranında azaltabileceğini göstermektedir (veri
266 tabloda sunulmamıştır).

267 Et veya kan lekesi bulunmayan ve lekeli yumurtalara ait kalite özellikleri (YA, YG, YU, KM, KA, KUK, SUK,
268 EK, OKK ve SI) arasında tahminlenen fenotipik korelasyonlar (r_p), önemlilik düzeyleri (P-değeri) ve örnek sayıları
269 (n) Tablo 3 ve 4’te sunulmuştur. Et lekeli bulunmayan yumurtalarda (Tablo 3, diyagonal üstü), YA ile YG ($r_p=$
270 0.68), YU ($r_p= 0.71$) ve KA ($r_p= 0.65$) arasında pozitif ve kuvvetli fenotipik ilişkiler belirlenmiştir. Benzer bulgular,
271 kan lekeli bulunmayan (Tablo 3, diyagonal altı) yumurtalarda da saptanmış olup, YA ile YG, YU ve KA için pozitif
272 yönlü ve güçlü ilişkiler belirlenmiştir (sırası ile YG, YU ve KA için yaklaşık r_p değerleri; 0.68 , 0.71 ve 0.63). Et lekeli
273 bulunmayan yumurtalarda, KM’nin KA ve OKK ile arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P<0.05$), bununla birlikte YA,
274 YG, YU ve SI arasında hesaplanan korelasyonların anlamlı olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Kabuk mukavemeti
275 için benzer ilişkiler kan lekeli bulunmayan yumurtalarda da saptanmıştır (Tablo 3). Et ve kan lekeli bulunmayan
276 yumurtalarda KA’nın YA, YG, YU, KM ve OKK ile önemli ilişkiler sergilediği, ancak SI ile arasındaki ilişkinin önemsiz
277 olduğu belirlenmiştir. Yumurtaların SI’leri için hesaplanan korelasyonlarda ise sadece YG ve YU’nun anlamlı
278 olduğu ($P<0.05$), buna karşın OKK için saptanan sonuçlarda yalnızca KM ve KA arasında önemli korelasyonlar
279 belirlendiği görülmüştür ($P<0.05$) (Tablo 3).

280 Lekeli yumurtalara ait tahminlenen fenotipik korelasyonlar Tablo 4’te sunulmuştur. Yumurta ağırlığı için
281 et ve kan lekeli gruplarında benzer ilişkiler saptanmış olup, her iki grupta da YA’nın YG, YU ve KA ile önemli
282 ($P<0.05$); KM, OKK ve SI ile önemsiz ($P>0.05$) fenotipik ilişkiler sergilediği belirlenmiştir. Çalışmamız bulgularında
283 hem lekeli hem de leke bulunmayan YA’ları, KK (şimdiki çalışmada KUK, SUK, EK ve OKK ile sunulmuştur) üzerinde
284 anlamlı bir etki ($P>0.05$) meydana getirmemiştir. Bu sonuçlardan farklı olarak, Ketta et al. (2018) yerde yetiştirme
285 ve zenginleştirilmiş kafeste üretilen yumurtalarda, yumurta KK ile diğer kabuk özellikleri arasındaki ilişkileri
286 belirlemeye yönelik yürüttükleri çalışmada, her iki barınma sisteminde de yumurta kabuğu parametreleri ile
287 yumurta KK arasında pozitif korelasyonlar belirlendiğini, ayrıca KK ve KM arasında belirlenen korelasyonların,
288 yerde yetiştirilen grupta ($r_p= 0.64$, $P<0.001$) kafeste yetiştirilenlerden ($r_p= 0.48$, $P<0.001$) daha yüksek olduğunu
289 bildirmiştir. Ayrıca, araştırmacılar YA’ndaki artışın, yumurta KK’yla birlikte daha yüksek yumurta KA ile ilişkili
290 olabileceğini ve aradaki bu ilişkinin, YA ve KA arasındaki korelasyonlar ile açıklanabileceğini aktarmaktadır
291 (zenginleştirilmiş kafeslerde $r_p= 0.64$ ve altlık sisteminde $r_p= 0.56$) (Ketta et al., 2018). Bu sonuçlar, şimdiki
292 çalışmanın bulguları ile uyum içerisinde olup hem lekeli hem de leke bulunmayan yumurtalarda, YA’ndaki artışın
293 KA’nda artışa neden olduğunu ve aradaki ilişkinin önemli ve pozitif yönlü olarak tahminlenmesini
294 doğrulamaktadır.

295 Et lekeli bulunan yumurtalarda OKK ile KM, KA ve SI arasında pozitif yönlü orta düzeyde ilişkiler
296 saptanmıştır. Kan lekeli görülen yumurtalarda ise OKK ile hiçbir özellik arasında (KUK, SUK ve EK hariç) önemli
297 korelasyon saptanmamıştır (Tablo 4). Bu durum, et lekeli bulunan yumurtalarda OKK’ndaki artışa bağlı olarak
298 KM’nin, KA’nın ve SI’nin artacağını, buna karşın kan lekeli yumurtalarda ise OKK’ndaki değişikliğin diğer kalite
299 özellikleri üzerinde önemli bir etkisiz olmayacağını göstermektedir. Çalışmamız bulgularından farklı olarak, Alkan
300 ve ark. (2014) keklük yumurtalarının iç ve dış kalite özellikleri arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmalarında,
301 YA’nın yumurta KK’nı ($r_p= -0.425$, $P<0.01$) önemli ölçüde etkilediğini bildirmiştir. Ayrıca, yumurta KK’nın sivri uçta
302 en yüksek küt uçta ise en düşük olmasının, mineralizasyonun sivri uçta daha yüksek gerçekleşmesinden
303 kaynaklandığı belirtilmiştir. Fathi et al. (2019) yumurta ağırlığı ile yumurta KA arasında önemli, pozitif ve güçlü
304 korelasyonlar ($r_p=0.81$, $P= 0.01$) olduğunu saptamıştır. Benzer sonuçlar, Ketta et al. (2018) tarafından da
305 bildirilmiştir (sırası ile kafeste ve yerde yetiştirme için YA ile KA arası r_p ve P-değerleri; 0.064 , $P<0.001$ ve 0.056 ,
306 $P<0.001$). Bu sonuçları doğrular nitelikte, Zhang et al. (2005) YA ile KA arasındaki ilişkinin önemli olarak
307 belirlendiğini ve hesaplanan genetik korelasyonun 0.67 olduğunu aktarmaktadır. Önceki çalışmalara ait bu
308 sonuçlar çalışma bulgularımızı destekler niteliktedir.



309 Tablo 3. Et (diyagonalin üstü) ve kan lekesi (diyagonalin altı) bulunmayan yumurtaların (leke yok) kalite özellikleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı (r), P-değeri ve örnek
 310 (n) sayıları.
 311 Table 3. Pearson correlation coefficient (r), P-value and sample size (n) between the quality traits of eggs without meat spots (above the diagonal) and without blood spots
 312 (below the diagonal)

	YA (g)	YG (mm)	YU (mm)	KM (kg/cm ²)	KA (g)	KUK (mm)	SUK (mm)	EK (mm)	SI (%)	OKK (mm)
YA (g)	1.0000	0.6769	0.7136	0.0705	0.6541	0.0280	0.0487	0.0533	0.0877	0.0475
		<.0001	<.0001	0.4729	<.0001	0.7900	0.6431	0.6121	0.3512	0.6509
		(115)	(115)	(106)	(94)	(93)	(93)	(93)	(115)	(93)
YG (mm)	0.6804	1.0000	0.4791	0.1540	0.6185	-0.0206	-0.0208	0.0041	0.6177	-0.0140
	<.0001		<.0001	0.1149	<.0001	0.8447	0.8434	0.9687	<.0001	0.8938
	(137)		(115)	(106)	(94)	(93)	(93)	(93)	(115)	(93)
YU (mm)	0.7086	0.4930	1.0000	0.0404	0.3773	0.0458	0.0445	0.0054	-0.3922	0.0360
	<.0001	<.0001		0.6807	0.0002	0.6626	0.6722	0.9587	<.0001	0.7318
	(137)	(137)		(106)	(94)	(93)	(93)	(93)	(115)	(93)
KM (kg/cm ²)	0.0141	0.1012	0.0075	1.0000	0.4288	0.3976	0.4324	0.3913	0.0843	0.4531
	0.8752	0.2578	0.9333		<.0001	0.0001	<.0001	0.0002	0.3903	<.0001
	(127)	(127)	(127)		(87)	(87)	(87)	(87)	(106)	(87)
KA (g)	0.6273	0.6144	0.4111	0.2870	1.0000	0.2630	0.2616	0.2351	0.1258	0.2838
	<.0001	<.0001	<.0001	0.0024		0.0109	0.0113	0.0233	0.2270	0.0058
	(118)	(118)	(118)	(110)		(93)	(93)	(93)	(94)	(93)
KUK (mm)	0.0851	0.0699	0.0121	0.4126	0.3249	1.0000	0.7244	0.6643	-0.0604	0.9047
	0.3617	0.4541	0.8966	<.0001	0.0004		<.0001	<.0001	0.5650	<.0001
	(117)	(117)	(117))	(110)	(117)		(93)	(93)	(93)	(93)
SUK (mm)	0.1064	0.0902	-0.0104	0.4170	0.3328	0.7070	1.0000	0.6976	-0.0573	0.8933
	0.2537	0.3333	0.9118	<.0001	0.0002	<.0001		<.0001	0.5856	<.0001
	(117)	(117)	(117)	(110)	(117)	(117)		(93)	(93)	(93)
EK (mm)	0.1301	0.1131	0.0227	0.4115	0.3023	0.7043	0.7406	1.0000	0.0001	0.8787
	0.1621	0.2247	0.8083	<.0001	0.0009	<.0001	<.0001		0.9994	<.0001
	(117)	(117)	(117)	(110)	(117)	(117)	(117)		(93)	(93)
SI (%)	0.1094	0.6245	-0.3697	0.0811	0.1149	0.0460	0.0846	0.0764	1.0000	-0.0444
	0.2032	<.0001	<.0001	0.3645	0.2153	0.6222	0.3646	0.4131		0.6728
	(137)	(137)	(137)	(127)	(118)	(117)	(117)	(117)		(93)
OKK (mm)	0.1185	0.1006	0.0089	0.4576	0.3555	0.8952	0.9061	0.9012	0.0763	1.0000
	0.2032	0.2804	0.9245	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.4135	
	(117)	(117)	(117)	(110)	(117)	(117)	(117)	(117)	(117)	

313 YA: Yumurta Ağırlığı (g), YG: Yumurta Genişliği (mm), YB: Yumurta Uzunluğu (mm), KM: Kabuk Mukavemeti (kg/cm²), KA: Kabuk Ağırlığı (g), KUK: Küt Uç Kalınlığı (mm), SUK: Sivri Uç Kalınlığı (mm), EK: Ekvatorial Bölge Kalınlığı (mm), SI: Şekil
 314 indeksi (%), OKK: Ortalama Kabuk Kalınlığı (mm). Önemli korelasyonlar (r_p) kalın yazılmıştır. Örnek sayıları (n) parantez içinde verilmiştir.

315 YA: Egg Weight (g), YG: Egg Width (mm), YBU Egg Length (mm), KM: Shell Strength (kg/cm²), KA: Shell Weight (g), KUK: Blunt End Thickness (mm), SUK: Sharp End Thickness (mm), EK: Equatorial Region Thickness (mm), SI: Shape Index (%),
 316 OKK: Average Shell Thickness (mm). Significant correlations (r_p) are indicated in bold. Sample sizes (n) are given in parentheses.

317



318 Tablo 4. Et (diyagonalin üstü) ve kan lekesi (diyagonalin altı) olan yumurtaların (az ve/veya yoğun lekeli) kalite özellikleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı (r_p), P-değeri
 319 ve örnek (n) sayıları
 320 Table 4. Pearson correlation coefficient (r), P-value and sample size (n) between the quality traits of eggs with few and many meat spots (above the diagonal) and blood spots
 321 (below the diagonal)

	YA (g)	YG (mm)	YU (mm)	KM (kg/cm ²)	KA (g)	KUK (mm)	SUK (mm)	EK (mm)	SI (%)	OKK (mm)
YA (g)	1.0000	0.8074	0.7270	-0.1194	0.5829	0.0695	0.0357	0.0443	-0.0547	0.0528
		<.0001	<.0001	0.3554	<.0001	0.5795	0.7762	0.7241	0.6550	0.6736
		(69)	(69)	(62)	(66)	(66)	(66)	(66)	(69)	(66)
YG (mm)	0.7980	1.0000	0.3935	0.0144	0.6226	0.2006	0.1366	0.1535	0.4293	0.1751
	<.0001		0.0008	0.9113	<.0001	0.1063	0.2743	0.2185	0.0002	0.1597
	(47)		(69)	(62)	(66)	(66)	(66)	(66)	(69)	(66)
YU (mm)	0.7340	0.3233	1.0000	-0.2765	0.3512	-0.2194	-0.1957	-0.1642	-0.6606	-0.2092
	<.0001	0.0267		0.0296	0.0038	0.0767	0.1154	0.1877	<.0001	0.0918
	(47)	(47)		(62)	(66)	(66)	(66)	(66)	(69)	(66)
KM (kg/cm ²)	-0.0280	0.1032	-0.2307	1.0000	0.0631	0.2756	0.3154	0.3109	0.2866	0.3280
	0.8621	0.5208	0.1468		0.6351	0.0346	0.0150	0.0165	0.0239	0.0112
	(41)	(41)	(41)		(59)	(59)	(59)	(59)	(62)	(59)
KA (g)	0.5911	0.6277	0.2054	0.2442	1.0000	0.3260	0.3323	0.3070	0.1622	0.3496
	<.0001	<.0001	0.1920	0.1512		0.0076	0.0064	0.0122	0.1932	0.0040
	(42)	(42)	(42)	(36)		(66)	(66)	(66)	(66)	(66)
KUK (mm)	-0.1253	-0.0631	-0.1651	0.1706	0.1447	1.0000	0.7458	0.7478	0.3656	0.8935
	0.4293	0.6914	0.2960	0.3199	0.3604		<.0001	<.0001	0.0025	<.0001
	(42)	(42)	(42)	(36)	(42)		(66)	(66)	(66)	(66)
SUK (mm)	-0.2064	-0.1521	-0.1789	0.2361	0.1665	0.7449	1.0000	0.8243	0.2883	0.9398
	0.1897	0.3363	0.2571	0.1657	0.2921	<.0001		<.0001	0.0189	<.0001
	(42)	(42)	(42)	(36)	(42)	(42)		(66)	(66)	(66)
EK (mm)	-0.2398	-0.1686	-0.2468	0.1968	0.1330	0.6572	0.7823	1.0000	0.2763	0.9289
	0.1261	0.2859	0.1151	0.2501	0.4012	<.0001	<.0001		0.0247	<.0001
	(42)	(42)	(42)	(36)	(42)	(42)	(42)		(66)	(66)
SI (%)	-0.1880	0.3572	-0.7668	0.2991	0.2118	0.1224	0.0763	0.1255	1.0000	0.3341
	0.2057	0.0137	<.0001	0.0575	0.1780	0.4401	0.6309	0.4283		0.0061
	(47)	(47)	(47)	(41)	(42)	(42)	(42)	(42)		(66)
OKK (mm)	-0.2086	-0.1394	-0.2168	0.2238	0.1636	0.8918	0.9280	0.8945	0.1200	1.0000
	0.1850	0.3788	0.1678	0.1894	0.3007	<.0001	<.0001	<.0001	0.4489	
	(42)	(42)	(42)	(36)	(42)	(42)	(42)	(42)	(42)	

322 YA: Yumurta Ağırlığı (g), YG: Yumurta Genişliği (mm), YU: Yumurta Uzunluğu (mm), KM: Kabuk Mukavemeti (kg/cm²), KA: Kabuk Ağırlığı (g), KUK: Küt Uç Kalınlığı (mm), SUK: Sivri Uç Kalınlığı (mm), EK: Ekvatorial Bölge Kalınlığı (mm), SI: Şekil
 323 indeksi (%), OKK: Ortalama Kabuk Kalınlığı (mm). Önemli korelasyonlar (r_p) kalın yazılmıştır. Örnek sayıları (n) parantez içinde verilmiştir.

324 YA: Egg Weight (g), YG: Egg Width (mm), YU: Egg Length (mm), KM: Shell Strength (kg/cm²), KA: Shell Weight (g), KUK: Blunt End Thickness (mm), SUK: Sharp End Thickness (mm), EK: Equatorial Region Thickness (mm), SI: Shape Index (%), OKK:
 325 Average Shell Thickness (mm). Significant correlations (r_p) are indicated in bold. Sample sizes (n) are given in parentheses.

326



Çalışmamızda lekeli yumurtaların genişliği YA, YU, KA ve SI ile pozitif ve güçlü korelasyonlar göstermiştir. Sonuçlarımızı doğrular şekilde, Alkan ve ark. (2014) YA'ndaki artışa bağlı olarak YU ve YG'nin arttığını bildirmiştir (sırası ile YA ile YU ve YG arası korelasyonlar; 0.494 ve 0.802). Araştırmacılar, daha uzun yumurtaların YA üzerinde olumlu bir etki yarattığını (anlamli ve pozitif korelasyonlar), ayrıca YG ile YA arasındaki ilişkinin de anlamli olmasının muhtemelen yumurta sarısının yumurta genişliği alanını kaplamasından kaynaklandığını ve dolayısıyla daha ağır yumurtalar elde edildiğini bildirmişlerdir. Nariç ve ark. (2015), YA ile YG ve YU arasında yüksek genetik ilişkiler (sırası ile YG ve YU için r_g ; 0.87 ve 0.81) saptandığını, dahası YA ile YG ve YU için hesaplanan fenotipik korelasyonların da önemli ($P < 0.01$), pozitif yönlü ve yüksek olduğunu bildirmiştir (sırası ile YG ve YU için r_p ; 0.56 ve 0.63).

Şekil indeksi (SI) için et lekeli yumurtalara ait sonuçlar incelendiğinde YA ve KA arasındaki ilişkinin önemsiz ($P > 0.05$); kan lekeli sonuçlarında ise YG ile YU arasındaki korelasyonun önemli ($P < 0.05$) olduğu bulunmuştur (Tablo 4). Çalışmamız bulgularına benzer şekilde, Alkan ve ark. (2014), SI ile YA arasındaki fenotipik korelasyonları önemsiz belirlemiştir ($r_p = -0.062$, $P > 0.05$). Dahası, şimdiki çalışma sonuçlarıyla uyumlu olarak, YA ile YG ve YU arasında belirlenen pozitif-önemli ve güçlü ilişkiler nedeniyle, YA'nı tahminlemede SI'ne göre YU ve YG'nin (hesaplanan korelasyonlara dayanarak) daha iyi tahminleyiciler olduğu sonucuna varmıştır (Alkan ve ark., 2014). Yine çalışma bulgularımızı destekler nitelikte; Ketta et al. (2018) ile Yan et al. (2014), SI ve YA arasında önemli korelasyonlar olmadığını, Nariç ve ark. (2015) ise SI ile YA arasında düşük genetik ($r_g = -0.08$) ve fenotipik ($r_p = -0.16$, $p < 0.01$) ilişkiler belirlendiğini bildirmişlerdir. Öte yandan, çalışmamız sonuçlarından farklı olarak, SI ile YA arasında önemli ilişkiler olduğunu aktaran çalışmalar da mevcuttur. Fathi et al. (2019), SI'nin YA ile negatif, zayıf fakat önemli ($r_p = -0.22$, $P < 0.05$) buna karşın, Ketta et al. (2018) ise pozitif, oldukça zayıf fakat önemli ilişkiler olduğunu belirtmişlerdir (yerde yetiştirme grubu için $r_p = 0.09$, $P < 0.05$).

Şimdiki çalışmada, kabuk ağırlığı (KA), et lekeli bulunan yumurtalarda YA, YG, YU ve OKK ile pozitif yönlü ve orta veya güçlü; kan lekeli yumurtalarda ise yalnızca YA ve YG ile önemli fenotipik korelasyonlar göstermiştir. Kan lekeli bulunmayan yumurtalarda KM ile KA ve OKK arasında önemli ilişkiler belirlenirken, lekeli yumurtalarda sadece et lekeli bulunan grupta KM ile YU, OKK ve SI arasında anlamli ilişkiler saptanmıştır. Kan lekeli bulunan yumurtalarda ise hiçbir özellik arasında önemli ilişki olmadığı belirlenmiştir (Tablo 4). Benzer bulgular, Fathi et al. (2019) ile Ketta et al. (2018) tarafından da aktarılmış olup, KM ile KA arasındaki ilişkilerin anlamli, pozitif ve güçlü olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, Yan et al. (2014), KM ile KA arasındaki ilişkinin önemsiz olduğunu göstermiştir ($r_p = -0.021$, $P > 0.05$). Çalışmamızda lekeli ve leke bulunmayan yumurtalarda KM ile YA arasında hesaplanan fenotipik korelasyonlar önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$) (Tablo 3 ve 4). Benzer sonuçlar, Zhang et al. (2005) tarafından da saptanmış, KM ile YA arasında hesaplanan genetik ve fenotipik korelasyonların zayıf olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlara göre, kabuk mukavemetinin yumurta ağırlığından bağımsız şekillendiği aktarılmıştır.

Çalışmamızda, KM ile SI arasında hesaplanan ilişkiler yalnızca et lekeli olan yumurtalarda önemli bulunmuştur ($r_p = 0.2866$, $P < 0.0239$). Duman ve ark. (2016) ile Yan et al. (2014), yumurta SI'nin KM'ni etkilemediğini ve SI ile KM arasında anlamli bir korelasyon bulunmadığını saptamışlardır ($P > 0,05$). Buna karşın, önceki bazı çalışmaların sonuçları daha büyük ve yuvarlak şekilli yumurtaların kırılma kuvvetine karşı daha yüksek bir direnç gösterdiğini bildirmektedir (Ketta et al., 2018). Araştırmacılar, yerde ve kafeste barındırmanın her ikisinde de yumurta SI ile KM arasında anlamli ($P < 0.01$) ve pozitif bir korelasyon olduğunu (sırası ile yerde ve kafeste r_p ; 0.18 ve 0.13) göstermiştir. Bu nedenle, daha dayanıklı yumurta kabukları için optimal bir şekli korumak amacıyla, yumurta şeklinin sürekli izlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Ketta et al., 2018).

Çalışmamız sonuçlarına göre et lekeli bulunan yumurtalarda KM'nin OKK (KK) ile önemli ölçüde arttığı (0.3280, $P < 0.0112$), bununla birlikte kan lekeli olan yumurtaların OKK ile KM arasında bir ilişki belirlenmediği görülmektedir (Tablo 4). Önceki çalışmalar, KM ile KK arasında önemli pozitif genetik korelasyonların ($r_g = 0.69$ ile 0.94 arasında değişmektedir) varlığını saptamıştır (Kibala et al., 2015). Bu sonuçlar, et lekeli bulunan yumurtalardan elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Bununla birlikte, Reis et al. (2019), KM ile KK arasında hesaplanan korelasyonun önemsiz olduğunu bildirmiştir. Çalışmamız bulgularında da kan lekeli gruba ait yumurtalar için aradaki ilişki önemsiz belirlenmiştir. Ayrıca, önceki çalışmaların sonuçlarında KM'nin, yumurta kabuğu yüzdesi (%) ile yüksek bir korelasyon gösterdiği ($r_p = 0.6154$), ancak KK ile aradaki ilişkinin önemsiz olduğu aktarılmıştır (Reis et al., 2019). Araştırmacılar bu nedenle, kırılma dayanıklılığı analizinin, kabuk kalınlığından ziyade, yumurtanın diğer bileşenlerinden (sarı ve ak) daha fazla etkilendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, KK'nın mekanik dayanıklılığa katkıda bulunan ana faktör olarak kabul edilmesine karşın, daha kalın kabukların her zaman daha sert veya güçlü yumurtalar olacağı anlamını taşımadığı da belirtilmiştir (Bain, 2005). Bu sonuçlardan farklı olarak,



Fathi et al. (2019) KM'nin hem KK'ndan ($r_p = 0.73$) hem de kabuk oranından (%) ($r_p = 0.064$) önemli şekilde etkilendiğini, aradaki ilişkinin pozitif yönlü ve güçlü olduğunu saptamıştır. Öte yandan çalışmamız sonuçları ile uyumsuz olarak, KM ve KK arasında negatif korelasyon ($r_p = -0.50$, $P < 0.05$) olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Tatara ve ark., 2015). Araştırmacılar bulgularını, yumurta kabuğunun mekanik dayanıklılığının yalnızca kalınlığa bağlı olmadığı, mineral madde yoğunluğu, mineral madde içeriği ve mikro yapısal düzenlemeler gibi diğer faktörlerden de etkilendiği şeklinde yorumlamışlardır (Tatara et al., 2015).

SONUÇ

Çalışma sonucunda, incelenen 184 adet yumurtanın önemli bir kısmında et ve kan lekesi bulunduğu ve leke yoğunluklarının çeşitlilik gösterdiği ortaya çıkmıştır. Yumurtaların %63.043'ünde farklı seviyelerde leke tespit edilmiş; bunların %37.5'i et lekesi, %25.543'ü kan lekesi olarak belirlenmiştir. Genotip farklılığı, kahverengi organik yumurtalarda et ve kan lekesi görülme sıklığını etkilememiştir. Regresyon analiz sonuçlarında, YA ve SUK'nın et lekesi oluşumu üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmüştür. Yumurta ağırlığı, hem "Leke Yok ve Yoğun Lekeli" grubunda ($P = 0.0169$) hem de "Az Lekeli ve Yoğun Lekeli" grubunda ($P = 0.0118$) negatif bir ilişki sergilemiş, ağırlık arttıkça yoğun leke görülme olasılığı azalmıştır. Benzer şekilde, SUK da "Leke Yok ve Yoğun Lekeli" ($P = 0.0193$) ile "Az Lekeli ve Yoğun Lekeli" gruplarında ($P = 0.0342$) negatif etki göstermiştir. Bu sonuçlar kalınlık arttıkça et lekesi oluşumunun azaldığına işaret etmektedir. Kan lekeli yumurtalarda tek anlamlı farklılık YA için, "Az Lekeli ve Yoğun Lekeli" grubunda belirlenmiş (estimate: -0.5801508 , $P = 0.0345$) ve YA'nın kan lekesi yoğunluğunu etkileyen bir faktör olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma bulgularında, yumurta kalite özellikleri arasında önemli fenotipik ilişkiler belirlenmiştir. Lekeli yumurtalarda özellikle şekil, kabuk kalınlığı ve mukavemet gibi özelliklerin fenotipik korelasyonlarının lekесiz yumurtalara göre değişmesi, et ve/veya kan lekesi bulunmasının yumurtanın genel kalitesini etkileyebileceğini göstermektedir. Ayrıca, lekeli ve lekесiz yumurtalara ait kalite özellikleri arasındaki korelasyonlar, bazı özellikler arası fenotipik ilişkilerin leke durumuna göre değişiklik gösterdiğini açıklamaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgular, leke oluşumunu etkileyen kalite faktörlerinin tanımlanması ve yumurta kalitesinin iyileştirilmesine yönelik bilgi sağlaması açısından önemlidir. Türkiye'de üretilen kahverengi kabuklu organik yumurtalarda et ve kan lekesi varlığının daha net anlaşılması için çalışma sonuçlarının daha geniş bir örneklem üzerinde denemesi faydalı olacaktır.

Teşekkürler: -

Veri kullanılabilirliği: Veriler makul talep üzerine sağlanabilmektedir.

Yazar Katkıları: Makalenin hazırlanmasında tüm yazarlar eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar çatışması: Bu çalışmada yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur

Etik Beyan: Yazarlar, bu araştırma makalesi için hayvan deneyi etik kuruluna ihtiyaç olmadığını beyan ederler.

Finansal destek: -

Makale Açıklaması: Bu makale Editör Çağrı KANDEMİR tarafından düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR

Aboonajmi M, Mostafaei Z. 2022. Non-destructive quality assessment of table eggs for online sorting. In Informatics in Poultry Production: A Technical Guidebook for Egg and Poultry Education, Research and Industry (pp. 35-51). Singapore: Springer Nature Singapore.

Alexandratos N, Bruinsma J. 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision.

Anonim, 2024. <https://layinghens.hendrix-genetics.com/en/articles/eggshell-color-eggsplained/#:~:text=The%20genetics%20of%20a%20chicken,eggshell%20colors%20among%20different%20breeds>. Erişim tarihi: 04 Aralık 2024.

Alkan S, Galiç A, Karsli T, Karabağ K. 2015. Effects of egg weight on egg quality traits in partridge (*Alectoris Chukar*). Journal of applied animal research, 43(4), 450-456.



Bain MM. 2005. Recent advances in the assessment of eggshell quality and their future application. World's Poultry Science Journal, 61: 268–277. doi:10.1079/WPS200459.



- Bearse GE, McClary CF, Saxena HC. 1960. Blood spot incidence in chicken eggs and vitamin A level of the diet. *Poultry Science*, 39(4), 860-865.
- Berg C. 2002. Health and welfare in organic poultry production. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 43(1), 1-9.
- Boateng M, Atuahene PY, Amoah KO, Frimpong YO, Okai DB. 2022. Incidence of blood and meat spots in eggs from a commercial poultry farm. *Ghana Journal of Science*, 63(1), 90-96.
- Boateng M, Okai DB, Amoah KO, Boateng JO, Frimpong YO, Atuahene PY. 2019. Occurrence of blood and meat spots in eggs processed and sold by commercial fried eggs (chibom) sellers at three locations in the Ashanti Region of Ghana. *Ghanaian Journal of Animal Science*, 10(1), 51-57.
- Brade W, Flachowsky G, Schrader L. 2008. Legehuhnzucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis. *Landbauforschung, Sonderheft*, 322.
- Brant AW, Norris KH, Chin G. 1953. A spectrophotometric method for detecting blood in white-shell eggs. *Poultry Science*, 32(2), 357-363.
- Card LE, Nalbandov A. 1944. Controlling blood and meat spots. *Poultry Science*, 23, 551.
- Chen M, Zhang L, Xu H. 2015. On-line detection of blood spot introduced into brown-shell eggs using visible absorbance spectroscopy. *Biosystems Engineering*, 131, 95-101.
- Drewnowski A. 2010. The nutrient rich foods index helps to identify healthy, affordable foods. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 91, 1095-1101.
- Duman M, Şekeroğlu A, Yıldırım A, Eleroğlu H, Camcı Ö. 2016. Relation between egg shape index and egg quality characteristics. *European Poultry Science/Archiv für Geflügelkunde*, 80(117).
- Fajemilehin SOK. 2008. Predicting post-broken traits using the pre-broken traits as regressors in the eggs of helmeted guinea fowl. *African Journal of Agricultural Research*, 3: 578-580.
- Fathi MM, Galal A, Ali UM, Abou-Emera OK. 2019. Physical and mechanical properties of eggshell as affected by chicken breed and flock age. *British Poultry Science*, 60(5), 506-512.
- Flock DK, Schmutz M, Preisinger R. 2007. Optimierung der Eiqualität aus züchterischer Sicht. *Züchtungskunde*, 79(4), 309-319.
- Guni FS, Mbagha SH, Katule AM and Goromela EH. 2021. Effects of breed and management system on egg quality traits of two improved dual-purposes chicken breeds. *Livestock Research for Rural Development*, 33(12), pp.552-555.
- Hammershøj M, Kristiansen GH, Steinfeldt S. 2021. Dual-purpose poultry in organic egg production and effects on egg quality parameters. *Foods*, 10(4), 897.
- Hidalgo A, Galbiati D, Cavanna D, Suman M. 2020. Evaluation of chemical indices for the identification of incubator-reject eggs in egg products. *Food Control*, 107, 106767.
- Hisasaga C, Griffin SE and Tarrant KJ. 2020. Survey of egg quality in commercially available table eggs. *Poultry Science*, 99(12), pp.7202-7206.
- Hocking PM, Bain M, Channing CE, Fleming R, Wilson S. 2003. Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *British Poultry Science*, 44(3), 365-373.
- Istiak MS, Khaliduzzaman A. 2022. Poultry and egg production: an overview. *Informatics in Poultry Production: A Technical Guidebook for Egg and Poultry Education, Research and Industry*, 3-12. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2556-6_1.
- Ketta M, Tůmová E. 2018. Relationship between eggshell thickness and other eggshell measurements in eggs from litter and cages. *Italian Journal of Animal Science*, 17(1), 234-239.
- Kibala L, Rozempolska-Rucinska I, Kasperek K, Zieba G and Lukaszewicz M. 2015. Ultrasonic eggshell thickness measurement for selection of layers. *Poultry Science*, 94(10), pp.2360-2363.
- Lordelo M, Cid J, Cordovil CM, Alves SP, Bessa RJ, Carolino I. 2020. A comparison between the quality of eggs from indigenous chicken breeds and that from commercial layers. *Poultry Science*, 99(3), 1768-1776.



- Mine Y, Guyonnet V, Hatta H, Nau F, Qiu N. (Eds.). 2023. Handbook of egg science and technology. CRC Press.
- Mottet A, Tempio G. 2017. Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*, 73(2), 245-256.
- Nalbandov AV, Card LE. 1944. The problem of blood clots and meat spots in chicken eggs. *Poultry Science*, 23(3), 170-180.
- Narinc D, Aygun A, Karaman E, and Aksoy T. 2015. Egg shell quality in Japanese quail: characteristics, heritabilities and genetic and phenotypic relationships. *Animal*, 9(7), 1091-1096.
- Nys Y, Sauveur B. 2004. Valeur nutritionnelle des oeufs. *INRA. Productions Animales*, 17, 385–393.
- Patterson PH, Koelkebeck KW, Bell DD, Carey JB, Darre MJ, Anderson KE. 2001. Egg marketing in national supermarkets: Specialty eggs–part 2. *Poultry Science*, 80(4), 390-395.
- Perić L, Stojčić MĐ, Bjedov S. 2017. The effect of storage and age of hens on the quality of table eggs. *Advanced Research in Life Sciences*, 1(1), 64-67.
- Reis TL, Quintero JCP, Moraes JE, Pizzolante CC, Calixto LFL. 2019. Correlation among the main parameters of eggshell quality analysis of hen and quail eggs. *Boletim de Indústria Animal*, 76, 1-6.
- Rizzi C. 2020. Yield performance, laying behaviour traits and egg quality of purebred and hybrid hens reared under outdoor conditions. *Animals*, 10(4), 584.
- Roberts JR. 2004. Factors affecting internal quality and egg shell quality in laying hens. *Journal of Poultry Science*, 41 (3), 161-177.
- SAS. 2009. JMP (Version 8), Computer software. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sokołowicz Z, Krawczyk J, Dykiel M. 2018. The effect of the type of alternative housing system, genotype and age of laying hens on egg quality. *Annals of Animal Science*, 18(2), 541-556.
- Stadelman WJ and Cotterill OJ. 2001. *Egg Science and Technology*. 4th ed. Avi Publ. Co., Westport, CT.
- Stadelman WJ. 1950. What the consumer thinks of our eggs. *Proceedings of the Third Pacific Northwest Chicken and Turkey Breeder's Roundtable*.
- Stadelman WJ. 1977. *Quality identification of shell eggs in egg science and technology*. 2nd ed. Westport, Connecticut: AVI Publishing Company Inc., 33pp.
- Szóllósi L. 2021. Current state and future prospects of the egg sector—an International outlook. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 86(2), 95-105.
- Şeremet Ç, Güler HC. 2024. Meat and blood spots as a quality trait on table eggs: Causes and solutions. *Black Sea Journal of Agriculture*, 7(6), 27-28. DOI: 10.47115/bsagriculture.150488.
- Tatara MR, Charuta A, Krupski W, Łuszczewska-Sierakowska I, Korwin-Kossakowska A, Sartowska K, Szpetnar M and Horbańczuk JO. 2015. Interrelationships between morphological, densitometric and mechanical properties of eggs in Japanese quails (*Coturnix Japonica*). *The Journal of Poultry Science*, 53(1), pp.51-57.
- TUIK. 2024. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>. Erişim tarihi: 27 Eylül 2024.
- Worldometer. 2024. <https://www.worldometers.info/world-population/world-population-projections/>. Erişim tarihi: 27 Eylül 2024.
- Yan YY, Sun CJ, Lian L, Zheng JX, Xu GY, Yang N. 2014. Effect of uniformity of eggshell thickness on eggshell quality in chickens. *The Journal of Poultry Science*, 51(3), 338-342.
- YUM-BİR. 2012. <https://www.yum-bir.org/UserFiles/File/yumurta-tavukculugu-2012.pdf>. Erişim tarihi: 03 Ekim 2024.
- YUM-BİR. 2021. <https://www.yum-bir.org/UserFiles/File/Veri-2021.pdf>. Erişim tarihi: 03 Ekim 2024.
- Zhang LC, Ning ZH, Xu GY, Hou ZC, Yang AN. 2005. Heritabilities and genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in brown-egg dwarf layers. *Poultry Science*, 84(8), 1209-1213.

Sibel SOYCAN ÖNEÇ¹ *  , Tuğçe EKSI¹ 

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Namık Kemal, Tekirdağ, 59100, Türkiye

Use of Chitosan and Chitosan oligosaccharides in Ruminant Nutrition

ABSTRACT

Chitosan, a naturally occurring linear cationic polysaccharide, is a partially deacetylated polymer of acetylglucosamine obtained by alkaline deacetylation of chitin. It is a combination of glucosamine and N-acetylglucosamine. It is widely used in many fields such as medicine, tissue engineering, agriculture and animal husbandry due to its biocompatibility, biodegradability, immunogenicity, antibacterial properties, non-toxicity, high water permeability, sensitivity to chemical modification and cost effectiveness. In animal production, many studies have been conducted in both monogastric and ruminant animals to demonstrate the effects of chitosan and chitosan-based compounds as feed additives. This review discusses the use of chitosan and chitosan oligosaccharides in ruminant nutrition.

Keywords: Chitosan, oligosaccharide, ruminant, fattening, milk composition

Kitosan ve Kitosan oligosakkaritlerinin Ruminant Hayvan Beslemede Kullanımı

Öz

Doğal olarak oluşan doğal bir katyonik polisakkarit olan kitosan, kitinin alkalik deasetilasyonu yoluyla elde edilen asetil glukozaminin kısmen deasetillenmiş polimeridir. Glukozamin ve N-asetil glukozaminin bir bileşimidir. Biyoyumluluğu, biyobozunurluğu, immünojenik ve antibakteriyel özellikleri, toksik olmaması, suya karşı yüksek geçirgenliği, kimyasal modifikasyonlara duyarlılığı ve maliyet etkinliği nedeniyle ilaç, doku mühendisliği, tarım ve hayvancılık gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Hayvansal üretimde, kitosan ve kitosan bazı bileşiklerin yem katkı maddesi olarak etkilerini ortaya koymak için hem tek mideli hem de ruminant hayvanlarda pek çok araştırma yapılmıştır. Bu derlemede amaç, kitosan ve kitosan oligosakkaritlerinin ruminant hayvan beslemede kullanımını irdelemektir.

Anahtar Kelimeler: Kitosan, oligosakkarit, ruminant, besi, süt kompozisyonu



How to cite:

Soycan Öneç S, Eksi T. (2024). Ten years with the red mite (*Dermanyssus gallinae*). Journal of Animal Production, Vol: 65 (1): 186-195, <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1501192>





GİRİŞ

Hayvansal üretimde, yem katkı maddeleri hayvan sağlığını ve verimliliğini iyileştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Son 20 yıldır yem katkı maddesi olarak kullanılan antibiyotiklerin insan ve hayvan sağlığı için geniş çaplı kullanımı, hayvansal ürünler ve atıklar üzerinde kalıntı bırakması, patojenik mikroorganizmalara dirençli suşların gelişimi ve çevresel kirlenme nedeniyle tavsiye edilmemektedir (Uyanga ve ark., 2023). Yirminci yüzyılın sonlarında, antibiyotiklere dirençli bakteri türlerinin ortaya çıkması nedeniyle, geleneksel antibiyotiklerin tedavi amaçlı kullanıldığında etkisi azalmaya başlamıştır. Dolayısıyla, bakteriyel enfeksiyonlarla mücadele için yeni antibiyotiklerin ve tedavilerin geliştirilmesine yönelik araştırmalar günümüzde büyük önem taşımaktadır (Haldorai ve Shim, 2013). Bununla birlikte, tüketicilerin protein talebini ve üreticilerin de protein arzını karşılamak, başka bir ifadeyle sürdürülebilir gıda güvencesinin temini için hayvansal üretimde geleneksel olmayan, doğal ve ucuz rasyon bileşenlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu durum, hastalıklara karşı direnci artıracak, verimliliği yükseltebilecek ve hayvan sağlığını koruyabilecek antibiyotiklere alternatif arayışını artırmıştır (Uyanga ve ark., 2023). Hayvan beslemede genellikle kullanılan yem katkı maddeleri organik asitler, yem enzimleri, prebiyotikler ve bitki ekstraktlarıdır (Soycan Önenç ve Açıkgoz, 2005). Oysa kitosan yeni ve hayvanların beslenmesinde daha az kullanılan bir katkı maddesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Shah ve ark., 2022).

Doğal olarak oluşan bir polisakkarit olan kitosan, kitinin alkali deasetilasyonu yoluyla elde edilen asetil glukozaminin kısmen deasetillenmiş polimeridir. Glukozamin ve N-asetil glukozaminin bir bileşimidir. Kitosan, pH değiştirilerek geri dönüşümlü olarak ayarlanabilen bir çözünürlüğe sahip, uyarıya duyarlı bir polimerdir. Biyouyumluluğu, biyobozunurluğu, immünojenik ve antibakteriyel özellikleri, toksik olmaması, suya karşı yüksek geçirgenliği, kimyasal modifikasyonlara duyarlılığı ve maliyet etkinliği nedeniyle ilaç, doku mühendisliği, tarım ve hayvancılık gibi pekçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca biyomedikal araştırmalarda, genetik mühendisliğinde, gıda sektöründe, kirlilik kontrolünde, su arıtmada, kağıt üretiminde ve fotoğrafçılıkta da kullanılmaktadır (Anggraeni ve ark., 2022; Uyanga ve ark., 2023). Organik antimikrobiyal ajanlar genellikle daha az karardır ve bu nedenle inorganik metal oksit ile kompozit oluşumu, kararlılığını ve antibakteriyel aktivitesini artırır (Haldorai ve Shim, 2013). Hayvansal üretimde, kitosan ve kitosan bazlı bileşikler prebiyotik olarak kabul edilir (Tufan ve ark., 2015). Yem katkı maddesi olarak etkilerini ortaya koymak için hem tek mideli (Tufan ve ark., 2015; Chang ve ark., 2020) hem de ruminant hayvanlarda pek çok araştırma yapılmıştır (Goiri ve ark., 2009; Dias ve ark., 2017; Uyanga ve ark., 2023). Bu derlemede kitosan ve kitosan oligosakkaritinin ruminantlarda etki mekanizması ile ruminant beslemede yem katkı maddesi olarak kullanılabilirliği irdelenecektir.

Kimyasal Yapısı ve Antimikrobiyal Etki Mekanizması

Kitin, -N-asetil-D-glukozamin polimeri olan selüloz gibi yapısal bir homopolisakkarittir (Anggraeni ve ark., 2022). Dünya'da yıllık kitin üretimi 1010-1012 ton olarak gerçekleşmektedir (Shah ve ark., 2022). Kitinin moleküler ağırlığının ve viskozitesinin yüksek, çözünürlüğünün düşük ve allerjik olması, hayvan beslemede yem katkı maddesi olarak kullanımını sınırlandırmaktadır (Tufan ve ark., 2015). En kullanışlı kitin türevidir, serbest bir amino grubuna sahip olan kitosandır. Kitosan ve selüloz arasındaki fark, kitosanın C-2 pozisyonunda bir amin (-NH₂) grubunun, selülozun ise bir hidroksil (-OH) grubunun bulunmasıdır (Anggraeni ve ark., 2022). Yapısal olarak kitosan, β-(1-4) glikozidik bağlarla bağlanmış N-asetil-2-amino-2-D glukopiranoz ve 2-amino-2-deoksi-D-glukopiranozdan oluşur (Uyanga ve ark., 2023). Kitinin deasetilasyon süreci, N-asetil-D-glukozamin veya kitosan polimerinin oluşumuyla sonuçlanır (Pereira ve ark., 2022; Uyanga ve ark., 2023). Ayrıca, kitosan toksik değildir ve biyolojik olarak da parçalanabilir. ABD Gıda ve İlaç Dairesi tarafından gıdalarda kullanım için güvenli olarak tanımlanmıştır (Dias ve ark., 2017). Anılan bileşikler, tıp ve gıdaların korunmasında geniş uygulama potansiyeline sahip olmasından dolayı büyük ilgi görmüştür (Goiri ve ark., 2009; Uyanga ve ark., 2023). Kitin ve kitosan arasındaki fark deasetilasyon derecesine bağlıdır (Dias ve ark., 2017). Deasetilasyon, türe bağlı olarak %44.1 ile %98.0 arasında değişmektedir (Anggraeni ve ark., 2022). Örneğin, tüm yengeç türlerinin kabuklarından elde edilen kitosan, yengeçlerin bacaklarından elde edilenlerden daha fazla çözünürlük göstermektedir (Byun ve ark., 2013). Bununla birlikte, sıvı veya katı gıdalara eklendiğinde antibakteriyel özelliklerinin önemli ölçüde yükseldiği belirtilmektedir (Uyanga ve ark., 2023). Kitosan iskeletine yeni fonksiyonel gruplar ekleme ve işlevselliğini geliştirmeye yönelik çeşitli modifikasyonlar (kitosan glutamat, karboksimetil kitosan ve hidroksipropil trimetil amonyum klorür kitosan vb.) yapılabilir (Deng ve ark., 2021; Chen ve ark., 2019). Kimyasal ve enzimatik hidroliz ile kitosandan kitosan oligosakkariti (KOS) elde edilmektedir. KOS ise düşük polimerizasyon derecesine sahip toksik olmayan doğal bir polisakkarittir (Zou ve ark., 2016; Ayman ve ark., 2022). Kitosan oligomeri olan



KOS'un, moleküler ağırlığı ve viskozitesi kitosandan daha düşük, suda çözünürlüğü ve biyolojik aktivitesi ise çok daha yüksek olmasından dolayı hayvansal üretimde antibiyotik alternatifi olarak önerilmektedir (Zhou ve ark., 2009; Li ve ark., 2019). KOS bağırsak fonksiyonlarını düzenlemek, büyümeyi desteklemek ve hayvansal üretimde verimliliği arttırmak, stres ve oksidasyonun olumsuz etkilerini önlemek, bağışıklık sistemini güçlendirmek, enflamasyonu azaltmak için yem katkı maddesi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Chang ve ark., 2020; Ayman ve ark., 2022; Pereira ve ark., 2022; Uyanga ve ark., 2023).

Bakteri ve mantarlara karşı kitosanın etki mekanizmaları araştırılmış, antimikrobiyal özellikleri, C-3 ve C-6 pozisyonlarındaki reaktif hidroksil gruplarının dışında; kitosanın yapısı, fizikokimyasal özellikleri ve çevre koşullarıyla büyük ölçüde ilişkilendirilmiştir. Kitosanın etki mekanizması etki gösterdiği bölgeye göre; hücre dışı, hücre içi veya hem hücre dışı hem de hücre içi olarak sınıflandırılmaktadır (Ke ve ark., 2021). Ancak, antimikrobiyal etki mekanizması karmaşıktır (Rey ve ark., 2023) ve tam olarak aydınlatılamamıştır. Hücre içi sızıntı mekanizması bilimsel olarak en çok kabul gören teori olmuştur (Helander ve ark., 2001; Kong ve ark., 2010). Bu teoriye göre; pozitif yüklü kitosanın bakterilerin negatif yüklü çift katmanlı fosfolipid membranına bağlanarak membran geçirgenliğini değiştirmesiyle (peptidoglikanların hidrolizi) hücre membranının bariyer görevi kaybolur. Bu durum da hücre içi bileşenler kolayca hücre dışına geçer ve hücrenin ölümüne neden olur (Helander ve ark., 2001; Kong ve ark., 2010; Ardean ve ark., 2021).

Yüksek moleküler ağırlıktaki kitosan genellikle hücre duvarına ve hücre membranına nüfuz edemediğinden, potansiyel antimikrobiyal etkileri esansiyel metallerle şelat oluşturmayı, besin maddelerinin hücre içine alınmasını önlemeyi ve hücre geçirgenliğini değiştirmeyi içermektedir. Bununla birlikte, düşük moleküler ağırlıktaki kitosan sadece hücre dışı antimikrobiyal aktiviteye değil, aynı zamanda hücre içi antimikrobiyal aktiviteye de sahiptir. Hücre içi antimikrobiyal aktivitesi RNA oluşumunu (transkripsiyon), protein sentezini ve mitokondrilerin fonksiyonlarını değiştirerek ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, kitosanın antimikrobiyal etkisi büyük ölçüde hedef mikroorganizmanın türüne bağlı olarak değişmektedir (Ke ve ark., 2021). Ancak, bazı kitosan oligomerlerinin (<5 kDa) hücre duvarına nüfuz ettiği ve DNA/RNA veya protein sentezini etkilediği, bazılarının ise (≤50 kDa) hücre duvarından geçebildiğini ve DNA'nın RNA'ya transkripsiyonunu inhibe edebildiği bildirilmiştir (Kravanja ve ark., 2019). Bu nedenle, kitosanın moleküler boyutu hedeflemede önemli rol oynamasına rağmen, kitosanın moleküler ağırlığından çok yapısı; hücre dışı, hücre içi veya hem hücre dışı hem de hücre içi antibakteriyel aktivitesini belirler (Ke ve ark., 2021).

Kitosan ve Kos Kullanımının Etkileri

Yem katkı maddesi olarak kullanılan kitosan yem tüketimini, yemden yararlanmayı, besin maddelerinin sindirimi ile emilimini, rumen fermantasyonu ve enterik metan oluşumunu etkilemektedir (Henry ve ark., 2015; Harahap ve ark. 2020). Ayrıca, rasyona kitosan ilavesi bağırsak mikrobiyal dengesini düzenler, ince bağırsaklarda kalsiyum ve fosforun sindirilebilirliğini artırır. Bunların yanı sıra antibiyotik uygulamasını sınırlandırarak ilaçlara olan direnci azaltır (Uyanga ve ark., 2023).

Orta laktasyondaki ineklere kitosan verildiğinde, kuru madde (KM) ve ham protein sindirilebilirliği artmış, azot ve enerjinin etkin kullanımını sağlamış, bunların yanı sıra sütte çoklu doymamış yağ asitleri konsantrasyonunu artırmıştır (Del Valle ve ark., 2017). Başak bir çalışmada, kaba yem ağırlıklı rasyon verilen düvelerde kitosan ilavesiyle nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF) ve KM sindirilebilirliğinde iyileşmeler olduğu bildirilmiştir (Henry ve ark., 2015). Koyunlarda %50 kaba yem ve %50 yoğun yem içeren rasyona kitosan (136 mg/kg CA) ilavesi, rumen fermentasyonunu olumlu yönde etkilemiş, organik madde sindirilebilirliğini düşürmeden enerjinin etkin kullanılmasını sağlamıştır (Goiri ve ark., 2010). Soysal (2019)'un çalışmasında, karma yeme farklı düzeylerde (100 mg/kg, 200 mg/kg) katılan kitosanın oğlaklarda; besi performansı, bazı kan ve rumen parametreleri üzerinde önemli bir fark yaratmadığı belirlenmiştir. Keçilerde KOS ilavesiyle yapılan başka bir çalışmada; canlı ağırlık, yemden yararlanma, total protein ve lenfosit sayısında artış, trigliserit ve lökosit sayısında azalma olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar keçi rasyonlarına KOS ilave edilmesinin sindirim sistemi mikrobiyal popülasyonunu olumlu etkilediğini belirtmişlerdir (Nakthong ve ark., 2012). Araújo ve ark., (2015) ineklerde farklı oranlarda (50, 100, 150 mg/kg) kitosan ilavesinin besin madde sindirimini, kuru madde tüketimini, rumende sindirilebilirliği önemli ölçüde arttırdığını, asetat/propiyonat oranının azaldığını, toplam uçucu yağ asitlerinin (UYA)'nın ise etkilenmediğini bildirmiştir. Ayrıca, plazma glikoz düzeyi artmış, ancak toplam protein ve üre düzeyleri kitosandan etkilenmemiştir.



Kitosanın süt ineklerinde besin madde sindirimi, kan parametreleri, süt verimi kompozisyonuna etkilerini belirlemek için Mingoti ve ark., (2016); orta laktasyondaki Holstein ineklerin yemlerine sırasıyla 0, 50, 100, 150 mg/kg kitosan ilave etmişlerdir (Çizelge 1).

Table 1. Effects of chitosan on nutrient digestion, blood parameters, milk yield and milk composition in cows.

Tablo 1. Kitosanın ineklerde besin madde sindirimi, kan parametreleri, süt verimi ve kompozisyonuna etkileri

Parametre	Kitosan mg/kg CA				SEM	P-değeri	
	0	50	100	150		LIN	QUA
KMT kg/gün	24.49	24.82	24.26	24.07	0.44	0.34	0.55
KMS,%	67.22	70.91	69.51	69.35	0.70	0.28	0.05
OMS, %	67.99	71.88	70.61	70.06	0.81	0.25	0.03
HPS, %	78.79	80.92	81.29	81.53	0.57	0.01	0.18
NDFS, %	56.44	62.13	60.28	58.84	0.93	0.36	0.01
Azot dengesi							
Azot tüketimi, g/gün	645.33	655.07	639.83	638.45	10.8	0.47	0.61
İdrar azotu, g/gün	283.73	300.28	289.03	290.40	5.48	0.76	0.24
Gübre azotu, g/gün	137.36	126.37	120.39	120.48	4.52	0.02	0.31
Süt azotu, g/gün	142.23	141.20	141.59	147.44	2.21	0.24	0.26
Azot dengesi, g/gün	82.14	87.55	88.55	80.00	84.5	0.82	0.21
Süt azotu/ Azot tüketimi	22.30	21.70	22.40	23.40	0.39	0.03	0.04
BUN, mg/dl	38.59	40.16	41.94	44.35	1.05	0.01	0.79
Mikrobiyal protein g/gün	1818.6	1860.1	1776.6	1766.2	36.2	0.33	0.64
Süt verimi, kg/gün	29.71	29.38	29.46	29.85	0.51	0.73	0.27
%3.5 FCM, kg/gün	26.11	26.23	27.00	27.31	0.55	0.12	0.88
Yağ, kg/gün	0.82	0.83	0.87	0.89	0.02	0.16	0.91
Protein, kg/gün	0.90	0.89	0.90	0.94	0.01	0.28	0.25
Yağ, %	2.75	2.86	2.98	2.97	0.08	0.19	0.65
Protein, %	3.07	3.08	3.06	3.16	0.02	0.25	0.35
MUN, mg/dl	8.20	8.59	8.63	10.33	0.25	<0.01	0.15
CA, kg	616	632	604	614	7.26	0.29	0.70
VKP (1-5)	2.7	2.7	2.7	2.7	0.05	0.69	0.24
SYA g/100 g TYA							
TUSFA	29.28	28.67	28.79	27.04	0.46	0.06	0.46
TSFA	65.15	65.55	65.66	66.61	0.52	0.30	0.72
TUSFA/TSFA	0.45	0.44	0.44	0.40	0.01	0.09	0.46
USFA, C18	27.52	26.90	27.08	25.28	0.45	0.06	0.45
SFA, C18	13.50	13.97	14.72	13.47	0.33	0.79	0.13
USFA/SFA, C18	2.06	1.96	1.89	2.00	0.04	0.48	0.21

Mingoti ve ark., 2016

KMT: Kuru madde tüketimi, KMS: Kuru madde sindirilebilirliği, OMS: Organik madde sindirilebilirliği, HPS:Ham protein sindirilebilirliği,NDFS:Nötral deterjan lif sindirilebilirliği, BUN:Kan üre azotu, MUN:Süt üre azotu, FCM:Yağa göre düzeltilmiş süt, VKP:Vücut kondüsyon puanı, SYA:Süt yağ asitleri, TYA:Toplam yağ asitleri, TUSFA:Toplam doymamış yağ asitleri, TSFA:Toplam doymuş yağ asitleri, USFA:Doymamış yağ asitleri, SFA: Doymuş yağ asitleri.

Kitosan KM tüketimini etkilememiş (Çizelge 1) ancak KM, organik madde, ham protein ve NDF sindirimini arttırmıştır. Rasyona kitosan ilavesiyle kan üre azotu (BUN) konsantrasyonu artmıştır. Kitosanın süt yağı, süt verimi ve süt kompozisyonuna olumlu bir etkisi olmamıştır. Orta laktasyondaki süt ineklerinde kitosan, verim performansını ve süt yağ asidi profilini değiştirmeden besin maddelerinin sindirilebilirliğini iyileştirmiştir. Sonuçlar, kitosan ilavesinin en iyi düzeylerinin 100 ila 150 mg/kg CA arasında olduğunu göstermektedir (Mingoti ve ark., 2016).

Aynı çalışmada, kitosanın BUN ve süt üre azotunu (MUN) artırdığı, azot dengesini ve mikrobiyal protein sentezini etkilemeden dışkı ile azot atılımını azalttığı bildirilmiştir. Bu durum, idrar ve fekal atılımla birlikte azot bileşiklerinin karaciğer metabolizmasıyla ilişkili olarak protein sindirilebilirliğindeki artışla ilişkilendirilmiştir



(Mingoti ve ark., 2016). Ayrıca, kitosan ilavesiyle dışkı ile N atılımının azalması, kitosanın rumen fermantasyonunu değiştirmesi ve ince bağırsaklardan amino asit azotunun daha iyi emilmesinden kaynaklanmış olabilir. Bu da protein sindirilebilirliğindeki iyileşme ile ilişkilidir. Ruminantlarda, yemden gelen protein sindirilebilirliğinin mikrobiyal kaynaklı protein sindirilebilirliğinden yüksek olması, ince bağırsak tarafından amino asit emilimini artırabilir (Ruiz ve ark., 2001).

de Paiva ve ark. (2016) kitosanın süt verimini arttırdığını bu etkinin besin madde sindirilebilirliği ve ruminal fermantasyondaki iyileşmelerle, özellikle de süt üretimi için daha fazla enerji sağlayan ruminal propiyonatin artmasıyla ilişkili olduğunu belirtmiştir. Başka bir çalışmada (Zeng ve ark., 2021), rasyona kitosan eklenmesi süt üretimini, süt protein üretimini ve kan üre azotunu artırmış, bu sonuçların da artan KM tüketiminden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Kitosan ve KOS'un rumen fermantasyonu üzerine etkileri

Rumende metan (CH⁴) oluşumu yemin bakteri, protozoa ve mantarlar tarafından parçalanarak fermantasyonu ile gerçekleşir. Fermantasyonun sonucu olarak da, rumende UYA oluşur ve hayvana enerji sağlarken hidrojen açığa çıkarır. Rumende metanogenez için bakteriyel fermantasyonun son ürünlerinden asetik asit, formik asit ve metil bileşikler substrat olarak kullanılsa da temelde, hidrojen (H²) ve karbondioksit (CO²) ön planda yer alır. Dolayısıyla, rumende mikrobiyal fermantasyon süreci, bunların H² üretimi ve rumendeki metanojenik bakteriler tarafından CH⁴ oluşumu arasında güçlü bir ilişki vardır (Janssen, 2010). Kitosanın, rumen fermantasyonunu modifiye etme potansiyeli bulunmaktadır. Bu durum enerji (Belanche ve ark., 2016) ve protein (Dias ve ark., 2017) kullanım etkinliğini artırır. Ruminant rasyonlarına kitosan eklenmesi, NH³ ve CH⁴'ün ruminal konsantrasyonlarının azaltılmasını teşvik eder, böylece propiyonik asit üretimini artırır (Araújo ve ark., 2015; de Paiva ve ark., 2017). İn vivo denemelerde, ruminal fermantasyondaki değişikliklerden, özellikle de propiyonik asit oranının artması ve asetik-propiyonik asit oranının azalmasından kaynaklanan olumlu etkiler bildirilmiştir (Pereira ve ark., 2022). Ayrıca, metabolik hidrojen üretimindeki teorik azalma (Belanche ve ark., 2016), enerjinin etkin kullanılmasını sağlayabilir. Bu nedenle de, süt koyunlarında (Garcia-Rodriguez ve ark., 2015) ve ineklerde (Del Valle ve ark., 2017; Zanferari ve ark., 2018) kitosan ilavesi ile yemden yararlanmanın arttığı bildirilmiştir. Kitosanın enterik CH₄ emisyonları üzerindeki etkisiyle ilgili çelişkili sonuçlar bildirilmiştir. Bu bağlamda, in vitro çalışmalar (Belanche ve ark., 2016; Goiri ve ark., 2009) ile CH₄ emisyonlarında önemli bir azalma (%42- 43) ortaya çıkarken, Henry ve ark. (2015) kitosanın sığırlarda enterik CH₄ üretimi üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildirmiştir. Benzer şekilde Çizelge 2'den de kitosanın CH₄ üretiminde azalmaya etkisinin önemsiz olduğu görülmektedir (Rey ve ark., 2023).

Table 2. Effect of chitosan supplementation on the yield and composition of milk and methane production.

Tablo 2. Kitosan ilavesinin süt verimi ve bileşimi ile metan üretimi üzerine etkisi

Parametre	Holstein Frisian		Brown Swiss		SEM	P-değeri	
	Kontrol	Kitosan	Kontrol	Kitosan		Irk	Kitosan
Verim kg/gün							
Süt	25.8	26.2	26.0	27.3	1.52	0.718	0.562
Enerjiye göre düzeltilmiş süt	26.7	24.0	28.3	29.3	2.25	0.160	0.709
Yağ	1.22	0.757	1.13	1.16	0.1536	0.355	0.167
Protein	1.05	0.912	0.944	0.993	0.1048	0.921	0.664
Laktoz	1.49	1.32	1.29	1.34	0.1233	0.539	0.627
Kompozisyon,%							
Yağ	4.68	3.61	4.09	4.00	0.306	0.742	0.080
Protein	3.54	3.54	3.65	3.62	0.094	0.882	0.358
Laktoz	4.83	4.73	4.73	4.90	0.069	0.588	0.640
CH ₄							
ppm	1605	1770	2325	1924	329.2	0.271	0.727
g/gün	214	206	290	234	45.3	0.337	0.498
g/kg süt	9.54	9.14	10.85	9.51	2.242	0.740	0.694

Rey ve ark., 2023

SEM: Ortalamanın standart hatası



Kitosanın rumen UYA profiline etkisi değişiklik göstermektedir. Genellikle (Çizelge 2) propiyonik asit oranında artış olduğu (Rey ve ark., 2023), süt ineklerinde (de Paiva ve ark., 2017; Rey ve ark., 2023), besi sığırlarında (Dias ve ark., 2017) ve koyunlarda yapılan (Goiri ve ark., 2009) çalışmalarda ortak sonuç olarak bildirilmiştir. Buna karşılık, asetik asit oranında azalma olduğunu bildiren çalışmalar da (Araújo ve ark., 2015; Vendramini ve ark., 2016; Zanferari ve ark., 2018) bulunmaktadır. Rumen UYA oranındaki değişikliğe bağlı olarak; asetik-propiyonik ve asetik/bütirik-propiyonik asit oranları düşmüştür. Kitosan ilavesiyle, artan propiyonik asit ve azalan asetik asit ile ortaya çıkan UYA oranlarındaki bu değişim, hem in vitro hem de in vivo çalışmalarda en güvenilir ve tekrarlanabilir sonuçlardan biri olmuştur (Harahap ve ark., 2020; Shah ve ark., 2022). Bunun nedeni kitosanın gram-pozitif bakterilere (selülitik ve hemiselülitik bakteriler) karşı daha belirgin bir antimikrobiyal etki göstermesi ve amilolitik bakterilerin baskın olmasıyla açıklanabilir (Belanche ve ark., 2016; Del Valle ve ark., 2017). Ayrıca Belanche ve ark., (2016), kitosan ilavesiyle rumende amilaz aktivitesinin arttığını, ortaya çıkan substratların bazı bakteriler tarafından karbon kaynağı olarak kullanılabilmesini ve bunun da propiyonik asit üretimindeki artışı açıklayabileceğini belirtmişlerdir.

Gandra ve ark., (2016), kitosanın rumende mikrobiyal protein sentezini azattığını belirtmişler, bu etkiyi yoğun yem oranı yüksek rasyonların rumen pH'sını düşürmesine bağlı olarak mikrobiyal protein sentez etkinliğinin düşmesiyle ilişkilendirmişlerdir. Bununla birlikte, kitosan katkısının laktasyondaki süt ineklerinde, nükleik asitlerin yapı taşı olan pürin türevleri veya mikrobiyal sentez üzerinde etki göstermediğini bildiren çalışmalarda (de Paiva ve ark., 2017; Del Valle ve ark., 2017; Seankamsorn ve ark., 2021; Rey ve ark., 2023) bulunmaktadır. Ayrıca, Rey ve ark. (2023)'nin araştırmasının koşullarında kitosan ilavesi, laktasyondaki süt inekleri için mikrobiyal protein sentezi üzerinde herhangi bir olumsuz etki göstermemiştir.

Zanferari ve ark. (2018) doymamış yağ asitleri bakımından zengin bir rasyona kitosan eklendiğinde süt üretiminde bir düşüş olduğunu bildirmiş, ancak kitosanın doymamış yağ asitleri içermeyen bir rasyona eklendiğinde süt verimi üzerinde herhangi bir etki gözlenmemiştir. Aksine, Zheng ve ark. (2021) kitosan ilavesinin, süt üretimini ve düzeltilmiş süt yağını doğrusal olarak artırdığını bildirmiştir. Her iki araştırmacı da, artan üretimi daha yüksek yem tüketim miktarı ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Bazı araştırmacılar (Del Valle ve ark., 2017; Seankamsorn ve ark., 2021; Rey ve ark., 2023) ise kitosan ilavesinin süt verimini veya bileşimini etkilemediğini bildirmiştir (Çizelge 2).

Süt ineklerinin rasyonlarında, herhangi bir besin maddesinin eksikliği süt verimini azaltabilir. Ancak, besin maddeleri arasından enerji ve protein miktarı sınırlayıcı olması bakımından ön planda yer almaktadır.

Table 3. Effect on ruminal volatile fatty acid ratios of chitosan supplementation

Tablo 3. Kitosan ilavesinin ruminal uçucu yağ asidi oranları üzerine etkisi

UYA	Holstein Frisian		Brown Swiss		SEM	P-değeri	
	Kontrol	Kitosan	Kontrol	Kitosan		Irk	Kitosan
Toplam UYA, mM	62.9	66.6	69.8	68.4	5.04	0.418	0.823
Asetik asit, mol/100mol	65.0	62.5	64.3	64.1	0.60	0.444	0.046
Propionik asit,	16.7	18.8	16.6	18.2	0.57	0.533	0.008
Bütirik asit	14.2	14.3	15.2	14.1	0.52	0.493	0.376
İzobütirik asit	0.956	0.832	0.872	0.784	0.0775	0.430	0.210
Valerik asit	1.28	1.25	1.29	1.26	0.054	0.877	0.635
İzovalerik asit	1.87	2.25	1.69	1.56	0.161	0.022	0.477
Dallı zincirli UYA	2.83	3.08	2.56	2.34	0.220	0.046	0.945
C ² /C ³	3.93	3.34	3.92	3.54	0.159	0.569	0.013
C ² +C ⁴ /C ³	4.84	4.15	4.89	4.36	0.195	0.522	0.011

Rey ve ark., 2023

SEM: ortalamanın standart hatası; UYA: Uçucu yağ asitleri; C²/C³: Asetik asit/ Propiyonik asit oranı, C² + C⁴/C³: Asetik +Bütirik asit/ Propiyonik asit oranı

Çizelge 3'den de görüldüğü gibi, kitosan ilavesi, propiyonik asit oranını %11.2 arttırmış ve asetik/propiyonik asit oranını %12.2 oranında azaltarak rumen fermantasyonu üzerinde olumlu etki göstermiştir (Rey ve ark., 2023). Ancak çalışmada (Rey ve ark., 2023), CH⁴ emisyonunu düşürmemesinden dolayı enerji kayıplarını önlemede etkili olmamıştır.



Pekçok araştırmada, kitosan mikrobiyal N akışını artırmamıştır. İnce bağırsaklardan absorbe edilen proteinler, karaciğerde insülin benzeri büyüme faktörü -1'in (IGF-1) transkripsiyonu ve ekspresyonunu (sekresyonunu) düzenlemek için önemli bir besleme faktörüdür (Wan ve ark. 2017). Plazma IGF-1 ise, amino asitlerin ve glikozun hücre membranlarından geçişini uyararak süt üretimini sağlamaktadır (Cohick ve ark., 1998). Bu nedenle, kitosan ilavesi fermantasyon etkinliğini artırsa da, hayvanların performansında bir iyileşme sağlayamamıştır.

Kitosan ilavesinin farklı etkiler göstermesini; kitosanın deasetilasyon derecesi ve moleküler ağırlığı (Mima ve ark., 1983; Ke ve ark., 2021), kitosan düzeyi ve fizikokimyasal özellikleri, rasyonun bileşimi ve doymamış yağ içeriği (Goiri ve ark., 2009) ile açıklanmaktadır. Konuyla ilgili çalışmalar irdelendiğinde; bir grup araştırmacının (Mingoti ve ark., 2016; Del Valle ve ark., 2017; Zanferari ve ark., 2018) %87 deasetilasyon derecesine sahip ticari kitosanı 50-150 mg/kg CA düzeylerinde kullanıldığı görülmüştür. Başka bir araştırmacının (Seankamsorn ve ark., 2021) ise %98 deasetilasyonlu kitosan bazlı ekstrakt ve %90 deasetilasyonlu ticari bir kitosanın %2 KM miktarının (651 mg/kg CA) etkisini incelerken, Pereira ve ark. (2022)'nin %85'in üzerinde deasetilasyon derecesine sahip kitosanın 136-272 mg /kg CA düzeyini incelemiştir. Rey ve ark., (2023)'nin çalışmasında, %95 deasetilasyon derecesine sahip kitosanın 135 mg/kg CA miktarının etkisini araştırmıştır.

Zanferari ve ark., (2018) kitosan ilavesinin süt ineklerinde yağ asitlerinin rumen biyohidrojenasyonu ile ilgili olarak *Butyrivibrio* grubu ve *B. proteoclasticus* gibi bakteri türlerinde bir azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Ruminal ortamdaki değişikliklerin et kalitesi üzerinde önemli sonuçları vardır (Pereira ve ark., 2022).

SONUÇ

Hayvan beslemede, hayvan sağlığını ve verimliliğini iyileştirmek için yem katkı maddeleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Kitosan yeni ve hayvan beslemede daha az kullanılan bir katkı maddesidir. Ülkemizin denizlerle çevrili olması nedeniyle kitosan ve kitosan içeren yem katkı maddelerinin üretimi için gereken hammaddeye sahip olmak büyük avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle hem in vitro hem de in vivo araştırmalarla konunun daha ayrıntılı araştırılması yerinde olacaktır.

Teşekkürler: -

Veri kullanılabilirliği: Veriler makul talep üzerine sağlanabilmektedir.

Yazar Katkıları: Makalenin hazırlanmasında tüm yazarlar eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar çatışması: Bu çalışmada yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur

Etik Beyan: Yazarlar, bu derleme makalesi için etik kurula ihtiyaç olmadığını beyan eder.

Finansal destek: -

Makale Açıklaması: Bu makale Editör Çağrı KANDEMİR tarafından düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Araújo APC, Venturelli BC, Santos MCB, Gardinal R, Cônsolo NRB, Calomeni GB, Freitas JE, Barletta RV, Gandra JR, Paiva PG. 2015. Chitosan affects total nutrient digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. *Animal Feed Science Technology* 206:114-118.
- Anggraeni A S, Jayanegara A , Laconi E B, Kumalasari NR, Sofyan A. 2022. Marine by-products and insects as a potential chitosan source for ruminant feed additives. *Czech Journal of Animal Science* 67(8): 295-317.
- Ardean C, Davidescu CM, Nemes NS, Negrea A, Ciopec M, Duteanu N, Negrea P, Dudaseiman D, Musta V. 2021. Factors influencing the antibacterial activity of chitosan and chitosan modified by functionalization. *International Journal of Molecular Sciences* 22(14):7749.
- Ayman U, Akter L, Islam R, Bhakta S, Rahman MA, Islam MR, Sultana N, Sharif A, Jahan MR, Rahman MS, Haque Z. 2022. Dietary chitosan oligosaccharides improves health status in broilers for safe poultry meat production. *Annals of Agricultural Sciences* 67(1):90-98.



- Belanche A, Pinloche E, Preskett D, Newbold CJ. 2016. Effects and mode of action of chitosan and ivy fruit saponins on the microbiome, fermentation and methanogenesis in the rumen simulation technique. *FEMS Microbiology Ecology* 92(1):1-13.
- Byun SM, No HK, Hong JH, Lee SI, Prinyawiwatkul W. 2013. Comparison of physicochemical, binding, antioxidant and antibacterial properties of chitosans prepared from ground and entire crab leg shells. *International Journal of Food Science and Technology* 48(1):136-142.
- Chang Q, Lu Y, Lan R. 2020. Chitosan oligosaccharide as an effective feed additive to maintain growth performance, meat quality, muscle glycolytic metabolism, and oxidative status in yellow-feather broilers under heat stress. *Poultry Science* 99:4824-4831.
- Chen R, Ding Y, Xi J, Lu G, Xiao W, Ding Y, Qian L, Lin Z, Gong W. 2019. NKG2D-IL-15 fusion protein encapsulated in N-[(2-hydroxy-3-trimethylammonium) propyl] chitosan chloride retards melanoma growth in mice. *Translational Cancer Research* 8(6):2230-2241.
- Cohick WS. 1998. Role of the insulin-like growth factors and their binding proteins in lactation. *Journal Dairy Science* 81:1769-1777.
- Deng W, Tan Y, Riaz Rajoka MS, Xue Q, Zhao L, Wu Y. 2021. A new type of bilayer dural substitute candidate made up of modified chitin and bacterial cellulose. *Carbohydrate Polymers*, 256:117577.
- de Paiva PG, Jesus EF, Del Valle TA, Almeida GF, Costa AGBVB, Consentini CE, Zanferari F, Takiya CS, Bueno ICS, Rennó FP. 2016. Effects of chitosan on ruminal fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition of dairy cows. *Animal Production Science* 57:301.
- Dias A O C, Goes R H T B, Gandra J R, Takiya C S, Branco A F, Jacaúna A G, Oliveira RT, Souza C J S, Vaz M S M. 2017. Increasing doses of chitosan to grazing beef steers: Nutrient intake and digestibility, ruminal fermentation, and nitrogen utilization. *Animal Feed Science Technology* 225:73-80.
- Del Valle TA, de Paiva PG, de Jesus EF, de Almeida GF, Zanferari F, Costa AGBVB, Bueno ICS, Rennó FP. 2017. Dietary chitosan improves nitrogen use and feed conversion in diets for mid-lactation dairy cows. *Livestock Science* 201: 22-29.
- Gandra JR, Takiya CS, de Oliveira ER, de Paiva PG, de Tonissi RH, de Goes B, Gandra ERS, Araki HMC. 2016. Nutrient digestion, microbial protein synthesis, and blood metabolites of Jersey heifers fed chitosan and whole raw soybeans. *Revista Brasileira Zootecnia* 45(3):130-137.
- García-Rodríguez A, Arranz J, Mandaluniz N, Beltrán-de-Heredia I, Ruiz R, Goiri I. 2015. Short-communication: Production performance and plasma metabolites of dairy ewes in early lactation as affected by chitosan. *Spanish Journal Agricultural Research* 13(4): e06SC04.
- Goiri I, Oregui LM, García-Rodríguez A. 2009. Dose-response effects of chitosans on in vitro rumen digestion and fermentation of mixtures differing in forage to concentrate ratios. *Animal Feed Science Technology* 151:215-227.
- Haldorai Y, Shim JJ. 2013. Chitosan-zinc oxide hybrid composite for enhanced dye degradation and antibacterial activity. *Composite Interfaces*, 20(5):365-377.
- Harahap RP, Setiawan D, Nahrowi, Suharti S, Obitsu T, Jayanegara A. 2020. Enteric methane emissions and rumen fermentation profile treated by dietary chitosan: A meta-analysis of in vitro experiments. *Tropical Animal Science Journal* 43:233-239.
- Helander IM, Nurmiaho-Lassila EL, Ahvenainen R, Rhoades J, Roller S. 2001. Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of gram-negative bacteria. *International Journal of Food Microbiology* 71:235-244.
- Henry DD, Ruiz-Moreno M, Ciriaco FM, Kohmann M, Mercadante VR, Lamb GC, Dilorenzo N. 2015. Effects of chitosan on nutrient digestibility, methane emissions, and in vitro fermentation in beef cattle. *Journal of Animal Science* 93:3539-3550.



- Janssen, PH. 2010. Influence of hydrogen on rumen methane formation and fermentation balances through microbial growth kinetics and fermentation thermodynamics. *Animal Feed Science Technology* 160:1-22.
- Ke C L, Deng, F. S., Chuang, C Y, Lin, C H. 2021. Antimicrobial actions and applications of chitosan. *Polymers* 13(6):904.
- Kravanja G, Primožic M, Knez Z, Leitgeb M. 2019. Chitosan-based (Nano) materials for novel biomedical applications. *Molecules* 24:1960.
- Kong M, Chen XG, Xing K, Park HJ. 2010. Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: a state of the art review. *International Journal of Food Microbiology* 144:51-63.
- Li J, Cheng Y, Chen Y, Qu H, Zhao Y, Wen C, Zhou Y. 2019. Dietary chitooligosaccharide inclusion as an alternative to antibiotics improves intestinal morphology, barrier function, antioxidant capacity, and immunity of broilers at early age. *Animals*. 9:493.
- Mima S, Miya M, Iwamoto R, Yoshikawa, S. 1983. Highly deacetylated chitosan and its properties. *Journal of Applied Polymer Science* 28:1909-1917.
- Mingoti RD, Freitas JE, Gandra JR, Gardinal R, Calomeni GD, Barletta RV, Vendramini THA, Paiva PG, Renno FP. 2016. Dose response of chitosan on nutrient digestibility, blood metabolites and lactation performance in Holstein dairy cows. *Livestock Science* 187:35-39.
- Nakthong C, Taksinoros S, Wongsawaong W. 2012. Effects of feeding chitooligosaccharide on growth performance, immunity and serum composition in goats. *Journal of Applied Animal Science* 5(2):27-33.
- Pereira FM, Magalhães TS, de Freitas Júnior JE, Santos SA, Pinto LF, Pina DS, Mourão GB, Pires AJ, Júnior FJC, Mesquita BMC. 2022. Qualitative profile of meat from lambs fed diets with different levels of chitosan Part II. *Livestock Science* 104975.
- Rey J, Díaz de Otálora X, Atxaerandio R, Mandaluniz N, García-Rodríguez A, González-Recio O, López-García A, Ruiz R, Goiri I. 2023. Effect of chitosan on ruminal fermentation and microbial communities, methane emissions, and productive performance of dairy cattle. *Animals* 13:2861.
- Ruiz R, Albrecht GL, Tedeschi LO, Jarvis G, Russell JB, Fox DG. 2001. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage. *Journal Dairy Science* 84:1717-1727.
- Seankamsorn A, Cherdthong A, So S, Wanapat M. 2021. Influence of chitosan sources on intake, digestibility, rumen fermentation, and milk production in tropical lactating dairy cows. *Tropical Animal Health Production* 53:241.
- Shah AM, Qazi IH, Matra M, Wanapat, M. 2022. Role of chitin and chitosan in ruminant diets and their impact on digestibility, microbiota and performance of ruminants. *Fermentation* 8, 549.
- Soycan Önenç, S., Açıkgöz, Z. 2005. Aromatik bitkilerin hayvansal ürünlerde antioksidan etkileri. *Hayvansal Üretim* 46 (1): 50-55.
- Soysal Z. 2019. Oğlak rasyonlarına kitosan ilave edilmesinin besi performansı, kan ve rumen parametrelerine etkisi. *Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Burdur*.
- Tufan T, Arslan C, Sarı M, Önk K, Deprem T, ÇELİK E. 2015. Effects of chitosan oligosaccharides addition to japanese quail's diets on growth, carcass traits, liver and intestinal histology, and intestinal microflora. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 21 (5):661-665.
- Uyanga VA, Onome E, Lambo MT, Alowakenu M, Alli YA, Ere-Richard A A, Min L, Zhao J, Wang X, Jiao H, Onagbesan OM, Lin H. 2023. Chitosan and chitosan-based composites as beneficial compounds for animal health: impact on gastrointestinal functions and biocarrier application. *Journal of Functional Foods* 104:105520.
- Vendramini THA, Takiya CS, Silva TH, Zanferari F, Rentas MF, Bertoni JC, Consentini, C.E.C, Gardinal, R, Acedo TS, Rennó FP. 2016. Effects of a blend of essential oils, chitosan or monensin on nutrient intake and digestibility of lactating dairy cows. *Animal Feed Science Technology* 214:12-21.



- Wan J, Jiang F, Xu Q, Chen D, Yu B, Huang Z, He J. 2017. New insights into the role of chitosan oligosaccharide in enhancing growth performance, antioxidant capacity, immunity and intestinal development of weaned pigs. *RSC Adv.* 7:9669-9679.
- Zanferari F, Vendramini THA, Rentas MF, Gardinal R, Calomeni GD, Mesquita LG, Takiya CS, Rennó FP. 2018. Effects of chitosan and whole raw soybeans on ruminal fermentation and bacterial populations, and milk fatty acid profile in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 101:10939-10952.
- Zheng Y G, Zhang B Q, Qi J Y, Zhao Y L, Guo X Y, Shi B L, Yan S.M. 2021. Dietary supplementation of chitosan affects milk performance, markers of inflammatory response and antioxidant status in dairy cows. *Animal Feed Science Technology* 277:114952.
- Zou P, Chen Y, Yoo J, Huang Y, Lee J, Jang H, Shin S, Kim H, Cho J, Kim I. 2009. Effects of chitooligosaccharide supplementation on performance, blood characteristics, relative organ weight, and meat quality in broiler chickens. *Poultry Science* 88:593-600.
- Zou P, YangX, Wang J, Li YF, Yu HL, Zhang YX, Liu GY. 2016. Advances in characterisation and biological activities of chitosan and chitosan oligosaccharides. *Food Chemistry.* 190:1174-1181.

Ekin VAROL¹ *  , Ralitsa BALKANSKA²  , Banu YÜCEL¹ 

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ege University, Izmir, 35100, Türkiye

² Institute of Animal Science, Agricultural Academy, Kostinbrod, 2231, Bulgaria

Royal Jelly; Biochemical Properties, Activity and Medical Use

ABSTRACT

Royal jelly (RJ) has a rich nutrient content and valued natural bee product which has been mainly used in traditional medicines to protect and strengthen the health. It is a yellowish-white and acidic secretion of hypopharyngeal and mandibular glands of nurse bees used to feed young worker larvae during the first three days and the entire life of queen bees. Because of its functional properties, RJ is very effective in accelerating the protection of health and healing process in many diseases. The high quality and scientific standardization of RJ is very important for using it in prevention of health and medical use in treatment disease in complementary medicine. This review explains the effects of RJ on medical use for human health.

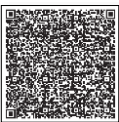
Keywords: Royal jelly, health, apitherapy, biochemical property, activity

Arı Sütü; Biyokimyasal Özellikleri, Aktivitesi ve Tıbbi Kullanımı

ÖZ

Arı sütü zengin bir besin içeriğine sahip olan ve geleneksel ilaçlarda sağlığı korumak ve güçlendirmek için kullanılan değerli bir doğal arı ürünüdür. Arı sütü, bakıcı işçi arıların hipofaringeal ve mandibular bezlerinden salgılanan, genç işçi larvalarını ilk üç gün boyunca ve ana arıyı tüm yaşamı boyunca beslemek için kullanılan sarımsı beyaz renge sahip asidik bir salgıdır. Sahip olduğu fonksiyonel özellikler nedeniyle arı sütü, birçok hastalıkta sağlığın korunması ve iyileşme sürecinin hızlandırılmasında oldukça etkilidir. Arı sütünün yüksek kalitesi ve bilimsel standardizasyonunun sağlanması, hem sağlığın korunmasında hem de tamamlayıcı tıp alanında hastalıkların tedavisinde kullanılabilmesi için çok önemlidir. Bu derlemede arı sütünün insan sağlığı için tıbbi kullanımdaki etkileri açıklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arı sütü, sağlık, Apiterapi, biyokimyasal özellikler, aktivite



How to cite:

Varol E, Balkanska R, Yücel B. 2024. Royal Jelly; Biochemical Properties, Activity and Medical Use. Journal of Animal Production, Vol: 65 (2): 196-205, <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1571944>





INTRODUCTION

Since royal jelly (RJ) contains a high concentration of nutrients from the beehive, which supports and protects health, it has a greater potential and impact than other bee products (Strant et al., 2019). Honeybees produce RJ, a nutritious material with antibacterial, antioxidant, and anti-inflammatory effects that is suitable for use as an ingredient in pharmaceutical and medical products (Uthaibutra et al., 2023). RJ, which feeds drone and young worker larvae and sustains queen bees throughout their lives, is secreted by nurse worker bees from their mandibular and hypopharyngeal glands (Ahmad et al., 2020). RJ is a sour, white-yellowish gelatinous fluid rich in vitamins, minerals, proteins, lipids, carbohydrates, and peptides (Uversky et al., 2021). The high biological value and nutritional value of RJ can be explained by the properties of the substances it contains. Proteins, fatty acids, phenols, and flavonoids are the primary active components of RJ. These substances have biological functions that both support and promote human health (Guo et al., 2021). In addition to these, there are all vitamins, very important minerals, enzymes and biologically active substances required for the development of larvae. The composition of RJ deteriorates rapidly at temperatures above 25°C and under light. Studies have reported that RJ can be stored at 4°C for up to one year without any change in its structure, although the best storage method for RJ is to freeze it at -18°C or lyophilize it as soon as it is harvested (Li et al., 2007; Sabatini et al., 2009). Fresh RJ is very rich in protein and its protein ratio varies between 9% and 18% (Ramanathan et al., 2018). Essential and non-essential amino acids such as arginine, cystine, histidine, lysine, valine, leucine, isoleucine, threonine, serine, methionine, glutamic acid, tryptophan, proline were determined in RJ. Its structure contains vitamins A, C, D and E, especially B vitamins, choline esterase, digestive system ferments, hormones and many biologically active substances as well as pollen and beeswax mixtures. Due to the healing and restorative properties of RJ, it is used in the treatment of numerous diseases. RJ has been consumed as human food for many years. Today, RJ is used in the pharmaceutical, cosmetic and food industry, especially for its beneficial effects on human health. RJ has strong cell regenerating properties. In addition, there are many scientific studies on the antibacterial, antifungal, antiviral, antidiabetic, nervous system supportive and musculoskeletal protective properties of RJ, so it has an important place especially in Apitherapy applications (Kolaylı and Keskin, 2020; Nazarzadeh et al., 2022; Botezan et al., 2023; Oršolić and Jembrek, 2024). Unlike other bee products, RJ contains Coenzyme Q-10 (Hryniewicka et al., 2016). Coenzyme Q-10 plays an important role in protecting cardiovascular health and regulating the circulatory system. In apitherapy applications, RJ provides beneficial results in reducing cholesterol, lipid, triglyceride levels, supporting the immune system and protecting the body against general disease factors, healing ulcerative diseases related to stomach and intestines, adjusting low and high blood pressure due to its blood pressure regulating effect, anaemia, sexual problems, reproductive problems, preventing weakness and many other ailments. In cosmetics, it is used for cell renewal and skin imperfections (Hryniewicka et al., 2016; Spanidi et al., 2020; Ahmad et al., 2020). RJ can be sold in different forms and packages such as powder, cream, injection, tablet and capsule. RJ is frequently used as a supplement for a variety of illnesses due to its antibacterial, antioxidant, anti-aging, immunomodulatory, and its diverse therapeutic properties.

Chemical Composition of Royal Jelly

The water content of RJ is an important criterion in assessing the quality of the fresh product. Various methods have been used to determine the water content of RJ. It has been found that the refractive index depends directly on the water content of RJ (Sesta, 2006). The major content of RJ is water (60–70%) which helps in dissolving and distributing the other bioactive components (Sabatini et al., 2009). The chemical composition of lyophilized RJ is presented in Table 1.



Table 1. Water content, dry matter, proteins, lipids, ash, fructose, glucose, sucrose, total sugars, pH, total acidity and electrical conductivity of lyophilized royal jelly samples (Balkanska and Kashamov, 2011).

Tablo 1. Liyofilize arı sütü örneklerinin su içeriği, kuru madde, proteinler, lipitler, kül, fruktoz, glikoz, sakkaroz, toplam şekerler, pH, toplam asitlik ve elektriksel iletkenlik (Balkanska ve Kashamov, 2011).

Contents	Means±S. E.	Min.	Max
Water content, %	3.99±0.18	3.49	4.76
Dry matter, %	96.02±0.18	95.24	96.51
Proteins, %	38.11±1.23	34.09	41.80
Lipids, %	6.22±0.72	3.09	8.56
Ash, %	2.75±0.08	2.50	3.03
Fructose, %	11.85±0.45	10.37	13.64
Glucose, %	9.9±0.94	6.82	12.78
Sucrose, %	7.65±1.11	4.19	11.62
Total Sugars, %	29.4±1.16	24.27	32.67
pH	3.87±0.03	3.80	4.00
Total acidity, ml 0,1 N NaOH/g	11.66±0.3	10.67	12.88
Electrical conductivity, µS/cm	451.33±9.03	421.00	481.00

Proteins make up 1/3 to 1/2 of the dry matter of RJ. From a quantitative point of view, proteins represent the largest part of RJ dry matter (27-41%) (Sabatini et al., 2009). Major Royal Jelly Proteins (MRJPs) are a group of proteins, of which MRJP1 is the most abundant (Fang et al., 2023). MRJPs constitute 82% to 90% of the total amount of proteins in RJ and contain a relatively high amount of essential amino acids (Schmitzová et al., 1998). These proteins play important roles in growth, development and reproduction. MRJPs also have immunomodulatory and antimicrobial effects. RJ contains several enzymes, such as glucose oxidase and α -glucosidase, which contribute to its biological activities. MRJPs can modulate the immune response in a number of ways, helping to regulate the activity of immune cells, the production of cytokines and the pathways of inflammation (Wang et al., 2023). The study conducted by Bouamama et al. (2021) demonstrated that RJ significantly enhanced the proliferation of human peripheral blood mononuclear cells, accompanied by an increase in nitric oxide (NO) ($p=0.001$) and the release of interleukin 2 (IL-2), interleukin 4 (IL-4) and interleukin 6 (IL-6) cytokines. Additionally, RJ elevated the intracellular glutathione ($p=0.001$) and malondialdehyde ($p=0.001$). The water-soluble proteins of RJ were fractionated, resulting in the identification of a fraction that induced both proliferative and migratory effects on a human epidermal keratinocyte cell line. Lin et al. (2019) reported that a protein fraction, primarily comprising MRJP2, MRJP3 and MRJP7, elicited proliferative and migratory responses in human keratinocyte cell line (HaCaT) without evident cytotoxicity. The same authors postulated that major RJ proteins may possess potential wound-healing bioactivity. Glucose and fructose constitute over 90% of the total sugar content of RJ. Other sugars have been identified in minor quantities, including sucrose, maltose, trehalose, melibiose, ribose and erlose (Xue et al., 2017). These sugars provide a source of quick energy, but they also have roles in modulating immune responses. The lipid fraction constitutes around 7% to 18% of the total composition of RJ. Of these lipids, 90% are short hydroxy fatty acids with 8–12 carbon atoms in the chain and dicarboxylic acids. The most important fatty acid is 10-hydroxydecanoic acid (10-HDA) (Kunugi and Ali, 2019). The RJ contains eight of the nine important amino acids, only the compound lacks tryptophan (Strant et al., 2019). AMP-N1 Oxide stands for Adenosine monophosphate N1 oxide and is a unique compound, found only in RJ. It is connected with the effects on centrally nervous system. It stimulates differentiations, promotes generation of all 3 types of cells: neurons, astrocytes and oligodendrocytes, against neuronal damage. Adenosine is a biomolecule in RJ with many physiological effects. It produces inhibition in vascular smooth muscle cells of coronary arteries and neurons in the brain, by its hyperpolarising effect on the membrane potential of excitable cells. RJ contains 5.9 to 2057.4 mg/kg adenosine. Acetylcholine is a nerve transmitter, with a number of hormone-like effects in the central and vegetative nervous system. There is 1 mg of it at every gram of dry weight of RJ. Testosterone, progesterone, prolactine, estradiol hormones help increase the fertility of both male and female and also increase male power and endurance. The polyphenols present in RJ have been associated with its an oxidant effects (Mateescu, 2016). RJ also contains minor components, such as minerals (Fe, Na, Ca, K, Zn, Mg, Mn, and Cu), amino acids (eight essential amino acids Val, Leu, Ile, Thr, Met, Phe, Lys, and Trp), vitamins (A, B complex, C, and E), enzymes, hormones, polyphenols, nucleotides, and minor



heterocyclic compounds (Ahmad et al., 2020). The quality of the RJ is evaluated by 10-hydroxy-2-decenoic acid (10-HDA) level in its content and the level of the matter is expected to be found among 1.4% and 1.8 % levels. This value can differ due to the vegetation where RJ is obtained from and the implementation techniques in harvesting RJ (Yücel et al., 2017).

Medical Use of Royal Jelly

RJ is a unique natural bee product with a multitude of possible pharmaceutical properties and health-promoting benefits. With its anti-inflammatory and antioxidant qualities, as well as its function in boosting immunity, controlling cholesterol, and enhancing skin health, RJ has proven its worth as a natural health supplement. There are various scientific studies investigating the effects of RJ on human health.

Antioxidant, Antimicrobial and Anti-Inflammatory Effects

RJ is renowned for its potent antioxidant properties. In order to prevent cellular damage and chronic diseases like cancer and cardiovascular disorders, antioxidants are essential in combating free radicals. Studies have shown that the antioxidant compounds in RJ can help reduce oxidative stress, thereby protecting the body against various health issues. RJ is known for its potent antimicrobial and antioxidant activities. Studies have shown that RJ can effectively inhibit the growth of various bacterial strains and reduce oxidative stress, making it beneficial for preventing infections and maintaining cellular health (Bagameri et al., 2022). While inflammation is the body's normal reaction to damage or infection, prolonged inflammation can cause a number of health issues, such as autoimmune disorders, arthritis, and heart disease. RJ has demonstrated significant anti-inflammatory properties in various studies. These properties help reduce inflammation and may alleviate symptoms of conditions such as rheumatoid arthritis. Studies have demonstrated that components like royalisin and 10-hydroxy-2-decenoic acid (10-HDA) contribute to its potent antimicrobial activity (Fratini et al., 2016). The mixture of RJ and honey showed enhanced antimicrobial effects, particularly against Gram-positive bacteria. The combination was effective in inhibiting the growth of pathogens like *Staphylococcus epidermidis* and *Enterococcus faecalis* (Maželienė et al., 2022).

Effects on Cardiovascular Diseases

RJ has been shown to positively influence cardiovascular health. It lowers serum levels of low-density lipoprotein and total cholesterol, which lowers the risk of cardiovascular diseases. The hypocholesterolemic effects are primarily due to its ability to decrease small very-low-density lipoprotein (VLDL) levels (Guo et al., 2007). Meta-analysis of RJ human studies to reduce hyperlipidaemia has shown that there is a significant reduction in total serum lipids and cholesterol levels and that normalization of HDL and LDL is determined without decreasing β / α lipoproteins. The best dose obtained shows that about 50 to 100 mg of RJ per day reduced total serum cholesterol levels by about 14% and total serum lipids by about 10% in the studied group of patients (Strant et al., 2019). Recent research suggests that RJ can improve cardiovascular health by augmenting vascular endothelial function and reducing markers of liver damage. This has been shown in clinical trials where RJ supplementation led to significant improvements in vascular function and reductions in liver enzyme levels (Fujisue et al., 2022). RJ's possible insulin-like action was demonstrated in a different study where it dramatically lowered serum glucose levels in healthy participants following an oral glucose tolerance test (Münstedt et al., 2009).

Effects on Immune System

The immune-boosting effects of RJ have been a subject of interest in recent research. It has been found to enhance the body's immune response, making it more effective in fighting off infections and diseases. The presence of specific proteins and fatty acids in RJ helps modulate the immune system, potentially offering protection against various pathogens. Additionally, RJ improves immunological function by encouraging immune cell proliferation and raising cytokine production. This immunomodulatory effect helps in maintaining a robust immune system, particularly in aging populations (Bouamama et al., 2021). RJ and its enzyme-treated variant showed anti-inflammatory and immune-enhancing properties in mice (Gu et al., 2018). Besides, by modifying immune response-related gene expression, RJ prevented tumor growth in mice, indicating its potential for use in cancer immunotherapy (Zhang et al., 2017). RJ has immunomodulatory properties, stimulating antibody production and immunocompetent cell proliferation in mice (Sver et al., 1996).



Effects on Gut Microbiota

RJ has been observed to modulate gut microbiota composition, enhancing overall health. It increases beneficial bacteria and improves antioxidant activities in the liver and kidneys, indicating a positive correlation between gut health and systemic health benefits (Chi et al., 2021). RJ additionally fosters the growth of advantageous gut flora like *Bacteroides fragilis* and *Bacteroides thetaiotaomicron*, improving gut health and possibly providing therapeutic advantages for disorders related to the gut (Kazemi et al., 2019). Additionally, RJ prevents colitis by modifying the gut microbiota and strengthening the colonic mucosal barrier (Guo et al., 2022).

Anti-Tumor and Anti-Cancer Effects

Research indicates that RJ possesses anti-tumor properties, which can inhibit the growth of cancer cells. This effect is attributed to its bioactive compounds that modulate cell proliferation and apoptosis (Viuda-Martos et al., 2008). In a study on dimethylhydrazine-induced colorectal cancer in rats, RJ significantly reduced oxidative stress and tumor markers, demonstrating its potential as an anticancer agent. Royal jelly-treated rats showed less necrosis, inflammation, and cell proliferation compared to untreated rats (Khoob et al., 2022). RJ stimulated human mononuclear cells to secrete cytokines that inhibited the growth of leukemic U937 cells and induced their differentiation. This indicates its potential in treating leukemia by modulating immune responses (Wang et al., 2019).

Neuroprotective Effects

The anti-inflammatory and antioxidant qualities of RJ are vital in preventing damage to neuronal cells (Siğ et al., 2019). RJ has shown promise in improving memory and exhibiting neuroprotective effects in a rodent model of sporadic Alzheimer's disease. It reduced neurodegeneration and oxidative stress while enhancing the proliferation of new neurons (Silva et al., 2020). Additionally, when given for two weeks, RJ increased consciousness in traumatic brain injury patients (Shafiee et al., 2022). RJ was shown to protect cortical neurons from cadmium-induced damage in mice by reducing oxidative stress and inflammation (Almeer et al., 2018).

Effects on Diabetes

RJ has shown potential in managing diabetes by improving glucose tolerance and lowering serum glucose levels. Its insulin-like activity helps in reducing blood sugar levels, making it beneficial for diabetic patients (Münstedt et al., 2009). A systematic review confirmed that RJ could improve glycemic status and reduce fasting blood sugar levels in diabetes mellitus patients (Maleki et al., 2019). In type 2 diabetic females, RJ supplementation significantly lowered fasting blood glucose levels and HbA1c, indicating improved glycemic control (Pourmoradian et al., 2014).

Anti-Aging Effects

RJ promotes healthy aging and longevity, potentially leading to the development of anti-aging drugs. Components like royalactin and 10-HDA enhance antioxidative capacity and signalling pathways (Bagameri et al., 2022). Human dermal microvascular endothelial cells are preserved by RJ, which also lessens the effects of UV exposure on vessel aging, thereby preventing skin aging (Kawano et al., 2019).

Effects on Hormonal Balance and Reproductive Health

RJ has demonstrated effectiveness in relieving menopausal symptoms and aging-related pathologies. It exhibits estrogen-like effects, which help mitigate symptoms such as hot flashes and mood swings. Additionally, RJ's antibacterial, anti-inflammatory, and antioxidant properties support overall health in postmenopausal women (Bălan et al., 2020). RJ has been recommended for alleviating menopausal symptoms due to its estrogen-like effects. Studies suggest that it can improve overall menopausal symptoms and promote healthy aging (Bălan et al., 2020; Münstedt and Männle, 2020). It activates estrogen receptors and enhances gene expression related to estrogen response (Mishima et al., 2005). Oral consumption of RJ was found to significantly reduce premenstrual syndrome (PMS) symptoms in a randomized controlled trial among Iranian medical students. This suggests its potential as a non-pharmacological treatment for PMS (Taavoni et al., 2014). RJ has been observed to have estrogenic effects in both in vitro and in vivo studies. It stimulates the expression of genes that are responsive to estrogen by binding to estrogen receptors, suggesting its potential in managing menopausal symptoms and other estrogen-deficient conditions (Mishima et al., 2005). RJ in treatment of sexual and urinary



problems of postmenopausal women is related to its estrogenic properties and could be suitable in promotion of life quality in postmenopausal women (Seyyedi et al., 2016). In addition, RJ has been shown to improve male fertility in various animal studies. Oral administration of RJ enhanced sperm quality and sexual behavior in male rabbits, and it protected against heat-induced infertility (Abdelnour et al., 2020). RJ-based apitherapy can mitigate nicotine-induced testicular damage by acting as an antioxidant and scavenger of reactive oxygen species (Nazarzadeh et al., 2022).

Effects on Skin diseases

The anti-aging qualities of RJ can lessen the visibility of wrinkles and fine lines while also improving wound healing and hydrating the skin. Its antimicrobial properties also contribute to its effectiveness in treating acne and other skin conditions. It has been demonstrated that applying RJ topically reduces pruritus in a mouse model of allergic contact dermatitis (Yamaura et al., 2013). RJ reduces melanin synthesis by downregulating tyrosinase expression, suggesting its potential use as a skin-whitening agent (Han et al., 2011). The wound-healing capabilities of RJ are attributed to its anti-inflammatory and antimicrobial properties. Studies have shown that RJ can accelerate the healing process by promoting tissue regeneration and reducing infection risks. This makes it a valuable natural remedy for cuts, burns, and other skin injuries. A study highlighted the distinct wound-healing properties of RJ derived from different floral sources, demonstrating its potential in accelerating wound closure and promoting skin repair (Lin et al., 2020). RJ protects the skin against oxidative stress and promotes healthy skin by upregulating the expression of NAD(P)H quinone dehydrogenase 1 (NQO1), which plays a role in antioxidation and detoxification (Okumura et al., 2021).

Effects on Memory and Mental health

Emerging research suggests that RJ may have a positive impact on cognitive function and memory. Its antioxidant properties, combined with its ability to reduce inflammation, can protect the brain from oxidative stress and improve neural function. Some studies have indicated that regular consumption of RJ may enhance learning abilities and memory retention, although more research is needed to confirm these effects. Major royal jelly proteins (MRJPs) have been shown to improve spatial memory in aged rats by 48.5% compared to controls. This improvement is linked to alterations in metabolism pathways like nicotinate and nicotinamide metabolism (Chen et al., 2017). A study conducted by Morita et al. (2021) demonstrated that long-term ingestion of RJ significantly improved mental health scores in healthy volunteers. The study found that after six months, participants who consumed RJ showed a notable improvement in their mental health as measured by the The Short-Form 36 (SF-36) Health Survey subscale score. Research by Ilegaki et al. (2019) on a murine model indicated that RJ could reduce depression-like behaviour through its effects on adrenal steroidogenesis. The study found that RJ suppressed stress-induced depression-like behaviour by regulating the synthesis and transport of cholesterol, which is crucial for adrenal steroidogenesis. Asama et al. (2018) conducted a placebo-controlled study on postmenopausal Japanese women and found that RJ supplementation significantly alleviated anxiety and back pain which highlights the potential of RJ in managing anxiety symptoms in specific populations.

Effects on Stem Cell Function and Regeneration

RJ has shown promise in influencing stem cell functions. A recent randomized trial demonstrated that RJ administration increased the count of hematopoietic stem cells in the peripheral blood of healthy subjects, indicating its potential role in promoting regenerative processes (Okamoto et al., 2023). It also enhances the oxidants superoxide and glutathione and is rich in nucleic acids, RNA, and DNA (Mateescu, 2016).

Recommended Royal Jelly for Human Diet

A common dosage for general health benefits is about 1000 mg of RJ daily. The use of RJ above the specified dose must be under the supervision of a physician. RJ is generally considered safe for most people when used appropriately. Nonetheless, some people may experience allergic reactions to it, especially those who have asthma or allergies to bee products. High doses might lead to gastrointestinal discomfort or other mild side effects. When adjusting to the recommended dosage, it is advisable to begin with a lower dose to determine tolerance (Strant et al., 2019).



CONCLUSION

RJ's importance in apitherapy applications lies in its rich nutritional composition and its wide range of potential health benefits. Its anti-inflammatory, antioxidant, immune-boosting, and antimicrobial properties make it a valuable natural remedy for various health conditions. Additionally, RJ's ability to support skin health, balance hormones, improve neurological function, and enhance cardiovascular health underscores its therapeutic potential. The impact of bee products on health protection is much more important than treatment. Bee products, which can prevent and cure such a large number and variety of health problems, can be used as complementary applications in both preventive medicine and modern medicine, if they are Used under the supervision of a doctor at the appropriate dose and period. RJ appears to be a good and useful agent that can be used in these applications. It is important to consult a professional doctor or Apitherapist for advice on the use of RJ, especially regarding product validation, specific and appropriate dosage and method of administration for each disease. RJ can be used as a preventive treatment in the form of a cure as well as in treatment, depending on the health status of the person and the progress of the disease, it must be applied under professional evaluation. While more detailed in vitro and in vivo scientific research is needed to fully validate and understand these benefits, RJ remains a promising component of apitherapy and human health.

Acknowledgements: -

Data availability: Data will be made available upon reasonable request.

Author contributions*: All authors contributed equally to the preparation of the article.

Competing interests.: There is no conflict of interest between the authors in this study.

Ethical statement: The author declares that there is no need for ethics committee for this review article.

Financial support.: -

Article description: This article was edited by Editor Çağrı KANDEMİR.

REFERENCES

- Abdelnour, S., El-Hack, M., Alagawany, M., Taha, A., Elnesr, S. et al. Useful impacts of royal jelly on reproductive sides, fertility rate and sperm traits of animals. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 2020.
- Ahmad, S., Campos, M., Fratini, F., Altaye, S., Li, J. New Insights into the Biological and Pharmaceutical Properties of Royal Jelly. *International Journal of Molecular Sciences*, 2020,21.
- Almeer, R., Kassab, R., Albasher, G., Alarifi, S., Alkahtani, S. et al. Royal jelly mitigates cadmium-induced neuronal damage in mouse cortex. *Molecular Biology Reports*, 2018, 46, 119-31.
- Asama, T., Matsuzaki, H., Fukushima, S., Tatefuji, T., Hashimoto, K. et al., Royal Jelly Supplementation Improves Menopausal Symptoms Such as Backache, Low Back Pain, and Anxiety in Postmenopausal Japanese Women. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine. eCAM*, 2018.
- Bagameri, L., Baci, G.M., Dezmirean, D.S. Royal Jelly as a Nutraceutical Natural Product with a Focus on Its Antibacterial Activity. *Pharmaceutics*, 2022, 14(6): 1142.
- Bălan, A., Moga, M.A., Dima, L., Toma, S., Elena Neculau, A. et al. Royal jelly—A traditional and natural remedy for postmenopausal symptoms and aging-related pathologies. *Molecules*, 2020 vol. ED-25, pp. 3291.
- Balkanska, R., Kashamov, B. Composition and Physico-Chemical Properties of Lyophilized Royal Jelly. *Bee Science*, 2011, 11: 114-117.
- Botezan, S., Baci, G., Bagameri, L., Paşca, C., Dezmirean, D. Current Status of the Bioactive Properties of Royal Jelly: A Comprehensive Review with a Focus on Its Anticancer, Anti-Inflammatory, and Antioxidant Effects. *Molecules*, 2023 28.
- Bouamama, S., Merzouk, H., Latrech, H., Charif, N., Bouamama, A. Royal jelly alleviates the detrimental effects of aging on immune functions by enhancing the in vitro cellular proliferation, cytokines, and nitric oxide release in aged human PBMCS. *J Food Biochem*. 2021, 45: e13619.



- Chen, D., Liu, F., Wan, J., Lai, C., Shen, L. Effect of Major Royal Jelly Proteins on Spatial Memory in Aged Rats: Metabolomics Analysis in Urine. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2017, 65 15, 3151-3159.
- Chi, X., Liu, Z., Wang, H., Wang, Y., Wei, W., Xu, B. Royal jelly enhanced the antioxidant activities and modulated the gut microbiota in healthy mice. *Journal of food biochemistry*, 2021, e13701.
- Fang, Y., Feng, M., Ma, C., Rueppell, O., Li, J. Major royal jelly proteins influence the neurobiological regulation of the division of labor among honeybee workers. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2023, 225: 848-60.
- Fratini, F., Cilia, G., Mancini, S., Felicioli, A. Royal Jelly: An ancient remedy with remarkable antibacterial properties. *Microbiological research*, 2016, 192:130-141.
- Fujisue, K., Yamamoto, E., Sueta, D., Arima, Y., Hirakawa, K., Tabata, N., Ishii, M., Ito, M., Yamanaga, K., Hanatani, S., Hoshiyama, T., Kanazawa, H., Takashio, S., Araki, S., Usuku, H. et al. A Randomized, Double-Blind Comparison Study of Royal Jelly to Augment Vascular Endothelial Function in Healthy Volunteers. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*, 2022, 29(9), 1285–94.
- Gu, H., Song, I., Han, H., Lee, N., Cha, J., Son, Y., Kwon, J. Anti-inflammatory and immune-enhancing effects of enzyme-treated royal jelly. *Applied Biological Chemistry*. 2018, 61, 227-233.
- Guo, H., Saiga, A., Sato, M., Miyazawa, I., Shibata, M., Takahata, Y., & Morimatsu, F. Royal jelly supplementation improves lipoprotein metabolism in humans. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 2007, 53(4): 345-8.
- Guo, J., Wang, Z., Chen, Y., Cao, J., Tian, W., Ma, B., Dong, Y. Active components and biological functions of royal jelly. *Journal of Functional Foods*, 2021.
- Guo, J., Ma, B., Wang, Z., Chen, Y., Tian, W., Dong, Y. Royal Jelly Protected against Dextran-Sulfate-Sodium-Induced Colitis by Improving the Colonic Mucosal Barrier and Gut Microbiota. *Nutrients*, 2022, 14.
- Han, S., Yeo, J., Cho, Y., Pak, S. Royal jelly reduces melanin synthesis through down-regulation of tyrosinase expression. *The American journal of Chinese medicine*, 2011, 39 6, 1253-60.
- Hryniewicka, M., Karpińska, A., Kijewska, M., Turkowicz, M., Karpińska, J. LC/MS/MS analysis of α -tocopherol and coenzyme Q10 content in lyophilized royal jelly, beebread and drone homogenate. *Journal of mass spectrometry: JMS*, 2016, (51)11: 1023-1029.
- Iegaki, N., Narita, Y., Hattori, N., Hirata, Y., Ichihara, K. Royal jelly reduces depression-like behavior through possible effects on adrenal steroidogenesis in a murine model of unpredictable chronic mild stress. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2019,84:606-12.
- Kawano, Y., Makino, K., Jinnin, M., Sawamura, S., Shimada, S., Fukushima, S., Ihn, H. Royal jelly regulates the proliferation of human dermal microvascular endothelial cells through the down-regulation of a photoaging-related microRNA. *Drug discoveries & therapeutics*, 2019, 13 5, 268-73.
- Kazemi, V., Mojtahedzadeh, M., Siadat, S., Hadjiakhondí, A., Ameri, A. et al. Evaluation the Effect of Royal Jelly on the Growth of Two Members of Gut Microbiota; *Bacteroides fragilis* and *Bacteroides thetaiotaomicron*. *Journal of Contemporary Medical Sciences*, 2019.
- Khoob, M., Hosseini, S., Kazemi, S. In Vitro and In Vivo Antioxidant and Anticancer Potentials of Royal Jelly for Dimethylhydrazine-Induced Colorectal Cancer in Wistar Rats. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022.
- Kolaylı, S., Keskin, M. (2020). Chapter 7 - Natural bee products and their apitherapeutic applications. *Studies in Natural Products Chemistry*, Elsevier, 2020, 66: 175-196.
- Kunugi H., Ali, A.M. Royal Jelly and Its Components Promote Healthy Aging and Longevity: From Animal Models to Humans. *Int. J. Mol. Sci.* 2019, 20: 4662.
- Li, J., Wang, T., Zhang, Z., Pan, Y. Proteomic analysis of royal jelly from three strains of western honeybees (*Apis mellifera*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2007, 55: 8411-8422.



- Lin, Y., Shao, Q., Zhang, M., Lu, C., Fleming, J., Su, S. Royal jelly-derived proteins enhance proliferation and migration of human epidermal keratinocytes in an in vitro scratch wound model. *BMC Complement. Altern. Med.* 2019, 19, 1–16.
- Lin, Y., Zhang, M., Wang, L., Lin, T., Wang, G. et al. The in vitro and in vivo wound-healing effects of royal jelly derived from *Apis mellifera* L. during blossom seasons of *Castanea mollissima* Bl. and *Brassica napus* L. in South China exhibited distinct patterns. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 2020, 20.
- Maleki, V., Jafari-Vayghan, H., Saleh-Ghadimi, S., Adibian, M., Kheirouri, S., Alizadeh, M. Effects of Royal jelly on metabolic variables in diabetes mellitus: A systematic review. *Complementary therapies in medicine*, 2019, 43, 20-27.
- Mateescu, C. Apitherapy; New Approach for Honey and Hive Products, 6th Apimedita & 5th Apiquality Symposium Rome, Italy, 22-25th November, 2016.
- Maželienė, Ž., Aleksandravičienė, A., Pašvenskaitė, M., Viliušienė, I., Šakienė, D., Dailidaitė, Evelina. Antimicrobial activity of royal jelly, honey, and their mixture. *Biologija*, 2022, 68.
- Mishima, S., Suzuki, K., Isohama, Y., Kuratsu, N., Araki, Y. et al. Royal jelly has estrogenic effects in vitro and in vivo. *Journal of ethnopharmacology*, 2005, 101 (1-3): 215-20.
- Morita, H., Ikeda, T., Kajita, K., Fujioka, K., Mori, I. et al. Effect of royal jelly ingestion for six months on healthy volunteers. *Nutrition Journal*, 2012, 11, 77 - 77.
- Münstedt, K., Bargello, M., Hauenschild, A. Royal jelly reduces the serum glucose levels in healthy subjects. *J Med Food*. 2009; 12(5):1170-1172.
- Münstedt, K., Männle, H. Seasonal allergic rhinitis and the role of apitherapy. *Allergologia et immunopathologia*, 2020, 48(6), 582–88.
- Nazarzadeh, M., Jalili, C., Fathi, A., Ghanbari, A., Bakhtiari, M. Royal-jelly-based apitherapy can attenuate damages to male reproductive parameter following nicotine administration. *Animal Models and Experimental Medicine*, 2022, 5: 133 - 140.
- Okamoto, H., Ohkuma, A., Kawaguchi, M., Shigematsu, N., Okumura, N. Royal Jelly Increases Hematopoietic Stem Cells in Peripheral Blood: A Double-Blind, Placebo-Controlled, Randomized Trial in Healthy Subjects. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, 2023, 7665515.
- Okumura, N., Ito, T., Degawa, T., Moriyama, M., Moriyama, H. Royal Jelly Protects against Epidermal Stress through Upregulation of the NQO1 Expression. *International Journal of Molecular Sciences*, 2021, 22.
- Oršolić, N., Jembrek, M. Royal Jelly: Biological Action and Health Benefits. *International Journal of Molecular Sciences*, 2024, 25.
- Pourmoradian, S., Mahdavi, R., Mobasser, M., Faramarzi, E., Mobasser, M. Effects of royal jelly supplementation on glycemic control and oxidative stress factors in type 2 diabetic female: A randomized clinical trial. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 2014, 20:347-52.
- Ramanathan, A.N.K.G., Nair, A.J., Sugunan, V.S. A review on Royal Jelly proteins and peptides. *Journal of Functional Foods*, 2018, 44:255-264.
- Sabatini, A., Marcazzan, G., Caboni, M., Bogdanov, S., Almeida-Muradian, L. Quality and standardisation of Royal Jelly. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 2009, (1) 1-6.
- Schmitzová, J., Klauđiny, J., Albert, Š. et al. A family of major royal jelly proteins of the honeybee *Apis mellifera* L. *Cell. Mol. Life Sci.*, 1998, 54: 1020-30.
- Sesta, G. Determination of sugars in royal jelly by HPLC. *Apidologie*, 2006, 37, 84–90.
- Seyyedi, F., Rafiean-Kopaei, M., Miraj, S., Comparison of the Effects of Vaginal Royal Jelly and Vaginal Estrogen on Quality of Life, Sexual and Urinary Function in Postmenopausal Women. *J Clin Diagn Res.*, 2016, 10(5):1-5.



- Shafiee, Z., Hanifi, N., Rashtchi, V. The effect of royal jelly on the level of consciousness in patients with traumatic brain injury: A double-blind randomized clinical trial. *Nursing and Midwifery Studies*, 2022, 11, 96 - 102.
- Siğ, A.K., Öz-Siğ, Ö., Güney, M. Royal jelly: a natural therapeutic? *Ortadogu Tip Derg.*, 2019, 11(3): 333-341.
- Silva, T., Paulo, M., Silva, J., Alves, A., Britto, L., Xavier, G., Sandoval, M. Oral treatment with royal jelly improves memory and presents neuroprotective effects on icv-STZ rat model of sporadic Alzheimer's disease. *Heliyon*, 2020, 6.
- Spanidi, E., Athanasopoulou, S., Liakopoulou, A., Chaidou, A., Hatziantoniou, S., Gardikis, K. Royal Jelly Components Encapsulation in a Controlled Release System—Skin Functionality, and Biochemical Activity for Skin Applications. *Pharmaceuticals*, 2020, 15.
- Strant, M., Yücel, B., Topal E., Puscasu A.M., Margaoan, R., Varadi A. Use of Royal Jelly as Functional Food in Human and Animal Health, *J. Anim. Prod.*, 2019, 60 (2): 131-144.
- Sver, L., Orsolić, N., Tadić, Z., Njari, B., Valpotić, I., Basić, I. A royal jelly a new potential immunomodulator in rats and mice. *Comp. Immun. Microbiol. Infect. Dis.* 1996, 19:31–38.
- Taavoni, S., Barkhordari, F., Goushegir, A., Haghani, H. Effect of Royal Jelly on premenstrual syndrome among Iranian medical sciences students: a randomized, triple-blind, placebo-controlled study. *Complementary therapies in medicine*, 2014, 22 4, 601-6.
- Uthaibutra, V., Kaewkod, T., Prapawilai, P., Pandith, H., Tragoolpua, Y. Inhibition of Skin Pathogenic Bacteria, Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of Royal Jelly from Northern Thailand, *Molecules*, 2023, 28.
- Uversky, V., Albar, A., Khan, R., Redwan, E. Multifunctionality and intrinsic disorder of royal jelly proteome. *Proteomics*, 2021, 21.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Alvarez, J. A. Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. *Journal of food science*, 2008, 73(9), 117–124.
- Wang, S., Chen, C. Effects of royal jelly extracts on growth inhibition, differentiation human leukemic U937 cells and its immunomodulatory activity. *Biocell*, 2019, 43.
- Wang, W., Li, X., Li, D., Pan, F., Fang, X., Peng, W., Tian, W. Effects of Major Royal Jelly Proteins on the Immune Response and Gut Microbiota Composition in Cyclophosphamide-Treated Mice. *Nutrients*, 2023, 15, 974.
- Xue, X., Wu, L., Wang, K. Chemical Composition of Royal Jelly. In: Alvarez-Suarez, J. (eds) *Bee Products - Chemical and Biological Properties*. Springer, 2017 Cham.
- Yamaura, K., Tomono, A., Suwa, E., Ueno, K. Topical royal jelly alleviates symptoms of pruritus in a murine model of allergic contact dermatitis. *Pharmacognosy Magazine*, 2013, 9, 9-13.
- Yücel, B., Topal, E., Kösoğlu, M. Bee Products as Functional Food. Chapter 2. Super Food and Functional Food. (Ed: Waisundara, V. and Shiomi, N.) In *Tech Publications*, Rijeka, Croatia. 2017, ISBN: 978-953-51-2916-2.
- Zhang, S., Nie, H., Shao, Q., Hassanyar, A., Su, S. RNA-Seq analysis on effects of royal jelly on tumour growth in 4T1-bearing mice. *Journal of Functional Foods*, 2017, 36, 459-66.



Instructions to Authors of Manuscripts

Journal of Animal Production

The journal of Animal Production publishes original and unpublished research articles in Turkish or in English. Papers are accepted for publication that they have not been published and are 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 journal's web site. 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 coauthors. The corresponding author should be declared with his/her name, full postal address, e-mail, fax and telephone numbers when submitting the manuscript.

1. Journal of Animal Production is published two issues in a year as in June and December.
2. Original full-length research and review articles, which have not been published previously and/or the manuscripts published as abstract only in the proceedings in the Symposiums, the Congress in the fields of In all areas of Zootechnics (basic sciences, animal breeding, animal welfare, genetics, biometrics, animal feeding and nutrition diseases, food hygiene and technology etc.) are considered for the publication. Short note and Letters to the Editor are not accepted for the publication.
3. If the first authors are the same in the manuscripts, only two of them are accepted for the publication in the same issue.
4. No royalty is paid to the authors. The cost for publication; research articles sent from the 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; <http://dergipark.gov.tr/hayuretim>
7. Manuscript should be prepared in such a form that it must include the title, an abstract in Turkish that is followed by abstract in English including Title, Keywords in both languages, Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusion and, References. If preferred, the sections of "Result" and "Discussion" can be prepared under a single heading as a "Result and Discussion".
8. Abstract must include configured flat information on 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 Editorial Board.
 - b. Abstracts should be written in English apart from manuscript and length is limited to a maximum of 200 words.
 - c. Avoid from using author details, diagrams, references, and abbreviations except from commonly used ones in the manuscript.
 - d. Provide relevant keywords to a maximum 4-6 words leaving a linespacing 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. "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 among the previous papers published in our journal has great importance for contribution to the application of Journal of Animal Production SCIENCE CITATION INDEX (SCI).
12. Style;
 - a. Manuscripts must be submitted in Word. All parts of the manuscript must be typewritten, single column, double-spaced, with margins of at least one inch on all sides. The author must use a normal, plain font (e.g., 12-point Times Roman) for text and save the paper in docx format (Word 2007 or higher). Number manuscript pages consecutively through-out the paper and not to exceed 20 pages in total.
 - b. Text lines should also be numbered (continuously) to facilitate the review process.
 - c. The title of the article should be written size 14 point, bold, centered. Only the first letter of each words should be a capital and the rest in lower case letters.
 - d. The names of the authors should be written in lower case letters; bold letters, point 12, centered and separated from the title by one line space. The name(s) of the author(s) should be written with the surname in full and capital letters. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Specify by asterisk the corresponding author. Leave one line space and write the e-mail author only, centered, point 10 characters.
 - e. 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 pt font. Second-level headings should be bold, left margin, with only the first letter of the first word capitalized. Third-level headings are discouraged, but, if required, should begin on the left margin, only the first letter of the word should be a capital and the rest in lower case letters.
 - f. The main body of the manuscript should be double-spaced Times New Roman 12 pt font. All paragraphs should start at the left margin. The text should be fully justified. There should be no hyphenation (cutting words). The authors are discouraged from highlighting text with the use of bold or underlined fonts.

- g. Academic and/or other professional institutions of the authors should be mentioned with 10 pt font using superscript on the number.
13. The system of "author and year" should be used for references in the manuscript except 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) name 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). Multiple entries for one author or one group of authors should be ordered chronologically, and multiple entries for the same year should be distinguished by appending sequential lower-case letters to the year, even if the author groups are not identical: e.g., Sönmez, R., Kandemir, Ç., and Taşkın, T. 1999a; Sönmez, R., Kandemir, Ç., and Taşkın, T. 1999b; Sönmez, R., Kandemir, Ç., and Taşkın, T. 1999c. (because all will appear as "Sönmez et al., 1999" in the text).
14. References should appear together at the end of the paper, listed alphabetically by the last name 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. First letter of each word for the titles of the books and book chapters should be in capital. Publishing number for Institutional publishing or publisher's name and address should be given. First line of the reference should be at the beginning of paragraph and following lines must be drawn in of 0.5 cm. Journal titles must be written in full.

Examples are given below of the layout and punctuation to be used in the references:

Article (all authors must be mentioned)

Foulley JL, Jaffrezic F, Robert-Granié C. 2000. EM-REML estimation of covariance parameters in Gaussian mixed models for longitudinal data analysis. *Genetics Selection Evolution* 32:129-141.

Book

Lynch M, Walsh B. 1998. *Genetics and analysis of quantitative traits*, 1st edn., Sinauer Associates, Sunderland.

Chapter in a book

Somes RG. 1990. Mutations and major variants of muscles and skeleton in chickens. In: Crawford R. (Editor) *Poultry breeding and genetics*, Elsevier, Amsterdam, pp. 209-237.

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, in: *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 <http://dergipark.gov.tr/hayuretim/> with additional attachment files as:

- Application Letter
- Copyright Release Form

After two referees' evaluations of the article, result sent to the corresponding author. Accepted articles are edited again and page proofs (as PDF files) 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 sent to the corresponding author.



Doç Dr Çağrı KANDEMİR (Journal of Animal Production Editor in Chief)

Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science

35100 Bornova, İzmir-TURKEY

e-mail: cagri.kandemir@ege.edu.tr ; Tel: (232) 311 2917; Faks: (232) 388 18 67



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 belirtilen (<http://dergipark.gov.tr/hayuretim>) basım ücreti alınır.
5. Makalelerin bilimsel sorumlulukları yazarlarına aittir.
6. Makale başvuruları <http://dergipark.gov.tr/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 metod, önemli araştırma bulguları ile sonucu içeren yapılandırılmış düzende olmalıdır.
 - a. Yurt dışından gelecek makalelerde bulunan “Abstract”ların 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” da yer almaz.
 - d. “Özet” ve “Abstract”dan 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 verililişi “Çizelge” olarak isimlendirilmelidir. Şekil ve Çizelgelere ait Türkçe isimlendirmelerin altında İngilizce isimlendirmeler de yer almalıdır. Verilen tüm çizelge ve resimlere 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 ve tek sütun halinde toplam 20 sayfayı geçmeyecek şekilde, A4 kağıdına kenarlarda 2.5 cm boşluk olacak şekilde çift satır aralıklı yazılmalıdır.
 - b. Makalede her sayfaya numara verilmeli ve satırlar süreklı şekilde satır numaraları içermelidir.
 - c. Makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı koyu, 14 punto, ortalı ve ilk harfleri büyük olacak şekilde küçük harflerle yazılmalıdır.
 - d. 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.
 - e. Metnin ana gövdesi çift aralıklı, Times New Roman, 12 punto ve iki yana yaslı yazılmalıdır. Tüm paragraflar sol kenardan başlamalıdır. Metin tümüyle iki yana yaslı hizalanmalıdır. Hiçbir heceleme olmamalıdır. Kalın veya altı çizili yazı kullanımı ile metin vurgulama önerilmez.
 - f. Yazar/yazarların isimleri, makale başlığının altında bir satır boşluktan sonra ünvan belirtilmeden koyu 12 punto ile ön ismi açık ve küçük harfle, soyadı büyük harfle ve sekme (tab) ile boşluk bırakılarak yazılmalıdır.
 - g. Yazarlarla ilgili akademik ve/veya diğer profesyonel kurumları rakam üst simgesi kullanılarak 10 punto ile belirtilmelidir. Ayrıca sorumlu yazarın elektronik posta adresi ayrı bir satırda yıldız işareti ile gösterilmelidir.
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” ile ayrılmalı, çok yazarlı eserlerde “ve ark.” (yabancı dildeki kaynaklarda ise “et al.”) kullanılmalıdır. Örneğin: Soyadı1 (2007), Soyadı1 ve Soyadı2 (2005), Soyadı1 ve ark. (2003). Birden fazla yazarlı veya tek yazarlı yayınların çoklu kullanışlarında tarihsel sıralanmalı, aynı yılda bir çok yayının kullanılmasında (yazar grupları aynı olmasa bile) ise küçük harf ile ayrılmalıdır. Örneğin: Sönmez, R.,Kandemir, Ç., and Taşkın, T. 1999a; Sönmez, R.,Kandemir, Ç., and Taşkın, T. 1999b; Sönmez, R., Kandemir, Ç., and Taşkın, T 1999c (çünkü metin içinde hepsi " Sönmez ve ark., 1999" olarak geçecektir).

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. Kitap ve kitap bölümünün 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 yazılışında ilk satır sola yaslanmalı, izleyen satırlar 0.5 cm içeri çekilmelidir. Literatür yazım şekli için örnekler aşağıda verilmiştir.

Kaynak makale ise:

Altan Ö, Oğuz İ, Akbaş Y. 1998. Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) canlı ağırlık yönünde yapılan seleksiyonun ve yaşın yumurta özelliklerine etkileri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 22(6):467-473.

Kaynak kitap ise:

Düzgüneş O, Eliçin A, Akman N. 1991. Hayvan ıslahı. 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Baskı Ünitesi, Ankara.

Kaynak bir kitaptan bölüm ise:

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

Kaynak sempozyum veya kongre makalelerinden ise:

Akbulut Ö, Bayram B. 1999. Buzağılarda yaş-ağırlık-yem tüketimi ilişkisinin fonksiyonel analizi. Uluslararası Hayvancılık'99 Kongresi, 21-24 Eylül 1999, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir, s.52-58.

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** (<http://dergipark.gov.tr/hayuretim>) üzerinden işleme alınır ve konusunda uzman iki hakem tarafından değerlendirilir. Çalışmaların bilimsel etik açıdan her türlü sorumluluğu yazarlara aittir. Hakem görüşlerine üç 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. Basım şekline göre yeniden düzenlenen çalışma, son kontrol için sorumlu yazara gönderilir. **Basım ücreti 400 TL’ dir** ve basım öncesi yazar(lar)ı bildirilerek talep edilir. Basım masrafı ödenmeyen çalışma yayınlanmaz. Basıma kabul edilen makalelerin yayımlandığı dergi, yazar sayısı kadar yazışma yapılan yazara gönderilir.



Doç Dr Çağrı KANDEMİR (Hayvansal Üretim Dergisi Baş Editörü)

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü 35100 Bornova-İZMİR
e-posta: cagri.kandemir@ege.edu.tr ; Tel: (232) 311 2917; Faks: (232) 388 18 67



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 Journal of Animal Production has been obtained and provided to the editor of 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 Turkish 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 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 Journal of Animal Production, Ege University Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Bornova, 35100 Izmir, TURKEY.



TELİF HAKKI DEVİR FORMU

Ege Zootechnical Society
“Hayvansal Üretim”

(Makale Adı): _____

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

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

1. Telif Hakkı dışında kalan patent v.b. bütün tescil edilmiş haklar,
2. Yazarın 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 yayımlandığını 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.