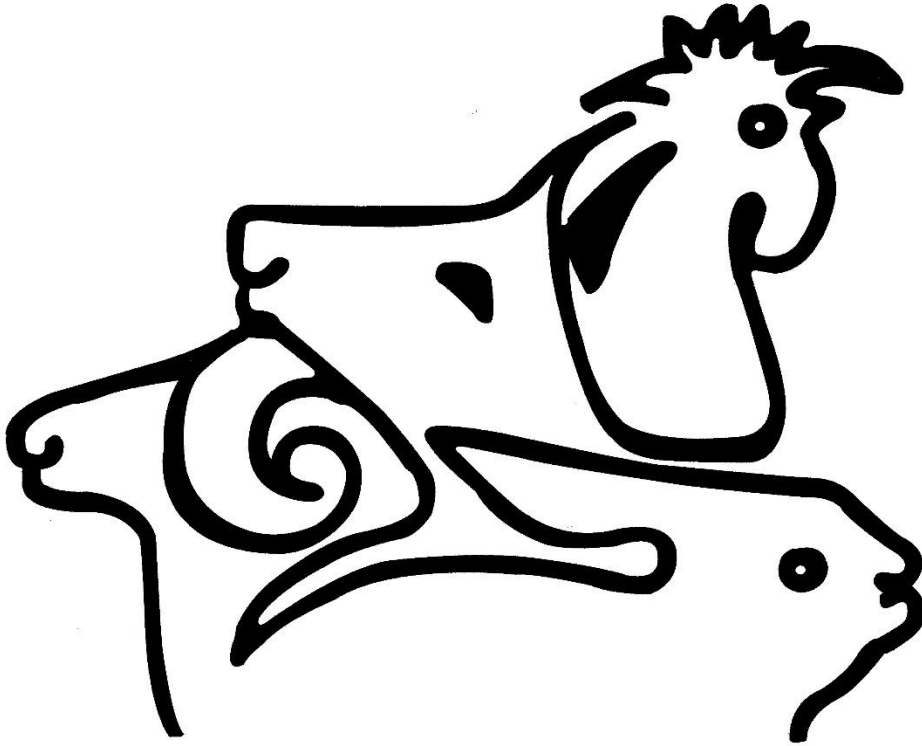


ISSN 1301-9597
e-ISSN 2645-9043

JOURNAL OF ANIMAL PRODUCTION

HAYVANSAL ÜRETİM

YEAR 2023 VOLUME 64 ISSUE 1
YIL CİLT SAYI



Published by Ege Animal Science Association
Ege Zootekni Derneği Yayınıdır



IMPORTANT INFORMATION
(Önemli Bilgi)

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

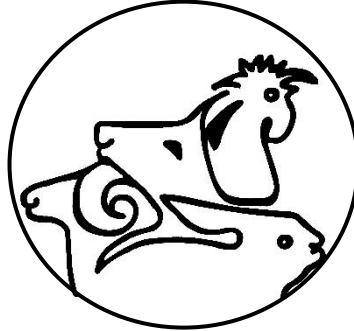
Atıf sayısı hem makalelerin hem de dergilerin değerlendirilmesinde önemli bir kriterdir. Yapılan atıflar incelendiğinde Hayvansal Üretim dergisindeki makalelere bazen doğru atıf yapılmadığı saptanmıştır.

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

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

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

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



Journal of Animal Production

indexed by

Hayvansal Üretim aşağıdaki indekslerce taranmaktadır

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

ISSN 1301-9597
e-ISSN 2645-9043



JOURNAL OF ANIMAL PRODUCTION

(HAYVANSAL ÜRETİM)

Year (Yıl): 2023 Volume (Cilt): 64 Issue (Sayı): 1

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

President of Association
(Dernek Başkanı)

Zir. Müh. Rıza DÖNMEZ

Editor in Chief
(Baş Editör)

Prof. Dr. İbrahim KAYA

Managing Editors
(Editör Yardımcıları)

Prof. Dr. Ahmet ALÇİÇEK
Prof. Dr. Can UZMAY
Prof. Dr. Atakan KOÇ

English Language Editor
(İngilizce Dil Editörü)

Öğr. Gör. (Lecturer) Behçet KAYA

Statistical Editors
(İstatistik Editörleri)

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

Turkish Language Editor
(Türkçe Dil Editörü)

Prof. Dr. İbrahim KAYA



JOURNAL OF ANIMAL PRODUCTION

(HAYVANSAL ÜRETİM)

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

- Alisa PİRLOG, Prof. Dr. alisa.pirlog@gmail.com
Angel VODENÍCHAROV, Prof. Dr. angvod@uni-sz.bg
Askarbek TULOBAEV, Prof. Dr. askarbek.tulobayev@manas.edu.kg
Ba Tiep NGUYEN, Dr. nbtiep@vnu.edu.vn
Calogero STELLETTA, Prof. Dr. calogero.stelletta@unipd.it
Cecilia COSTA, Dr. cecilia.costa@crea.gov.it
Cemal UN, Prof. Dr. cemal.un@ege.edu.tr
Charles I. ABRAMSON charles.abramson@okstate.edu
Dal Bosco ALESSANDRO, Prof. Dr. alessandro.dalbosco@unipg.it
Dušan PALÍČ, Prof. Dr. d.palic@lmu.de
Enes TAYLAN, Dr. enes.taylan@cshs.org
Erdoğan MEMİLİ, Dr. ermemili@pvamu.edu
Eslam FAİD-ALLAH, Doç. Dr. ifaidallah@yahoo.com
Fatih HATİPOĞLU, Prof. Dr. fhatip@selcuk.edu.tr
Figen KIRKPINAR, Prof. Dr. figen.kirkpinar@ege.edu.tr
Gniewko NIEDBALA, Prof. Dr. gniewko.niedbala@up.poznan.pl
Hayrettin OKUT, Prof. Dr. hokut@kumc.edu
Janka VAŠKOVÁ, Doç. Dr. janka.vaskova@upjs.sk
Javier LOPEZ-BALTAZAR, Dr. javier_lopezb@hotmail.com
Jiban SHRESTHA, Dr. jibshrestha@gmail.com
Juan Manuel SANCHEZ-YAÑEZ, Prof. Dr. syanez@umich.mx
Kadyrbai CHEKİROV, Doç. Dr. kadyr.chekirov@manas.edu.kg
Kushvar MAMMADOVA, Dr. kgmammadova@gmail.com
Larisa CAISIN, Prof. Dr. caisinlarisa@mail.ru
Laura Hernández HURTADO, Dr. idoiaz@ccmijesususon.com
Marwa FAYED, Doç. Dr. marwa.fayed@fop.usc.edu.eg
Maria Graca LOPES, Prof. Dr. mdlopes@icbas.up.pt
Markéta MIHÁLIKOVÁ, Yrd. Doç. Dr. mihalikova@af.czu.cz
Mehmet Ulaş ÇINAR, Prof. Dr. mucinar@erciyes.edu.tr
Mohammad Sohidel İSLAM, Prof. Dr. mohd.sh.islam@connect.polyu.hk
Muhammad Aamir IQBAL, Doç. Dr. aamir1801@yahoo.com
Muhammad Qasim SHAHİD, Doç. Dr. mfsuaf@yahoo.com
Navid GHAVİ HOSEİN-ZADEH, Prof. Dr. nhosseinzadeh@guilan.ac.ir
Noureddine DJEBLI, Prof. Dr. djebli_n@yahoo.fr
Panagiotis SİMİTZİS, Yrd. Doç. pansimitzis@aua.gr
Patrick Heslop-Harrison, Prof. Dr. phh4@le.ac.uk
Paul CROSS, Dr. paul.cross@bangor.ac.uk
Peter SCHAUSBERGER, Prof. Dr. peter.schausberger@univie.ac.at
Peter YANKOV, Doç. Dr. p_s_yankov@abv.bg
Raphaël Guatteo, Prof. Dr. raphael.guatteo@oniris-nantes.fr
Rodica MĂRGĂOAN, Dr. rodica.margaoan@usamvcluj.ro
Servet YALÇIN, Prof. Dr. servet.yalcin@ege.edu.tr
Shimon HARRUS, Prof. Dr. shimon.harrus@mail.huji.ac.il
Stanisaw HURUK, Prof. Dr. shuruk@pu.kielce.pl
Sezen ÖZKAN, Prof. Dr. sezen.ozkan@ege.edu.tr
Tugrul GIRAY, Prof. Dr. tugrul.giray@upr.edu
Vinayak S. SHEDEKAR, Prof. Dr. shedekar.i@osu.edu
Vladimer TSİTSİSHVİLİ, Prof. Dr. v.tsitsishvili@gmail.com
Yuriy Kravchenko, Doç. Dr. 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
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, ISRAEL
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

List of referees / Hakem listesi

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

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

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

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



Correspondence Address (Dergi İçin Yazışma Adresi):

Prof. Dr. İbrahim KAYA

Journal of Animal Production - Editor in Chief

Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science

35100 Bornova, İzmir, Türkiye

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

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

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

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

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

Publishing House (Basımevi):

Ege Üniversitesi Basım ve Yayınevi Şube Müdürlüğü, Merkez Kampüs, 35040 Bornova, İzmir, Türkiye
0 232 342 12 52 - 0 232 311 18 19

The early view date at DergiPark (DergiPark'ta erken görünüm tarihi): 17.09.2023
The publication date at DergiPark (DergiPark'ta yayın tarihi): 30.10.2023
The printing date (Basım tarihi): 20.11.2023



JOURNAL OF ANIMAL PRODUCTION

(HAYVANSAL ÜRETİM)

YEAR 2023
YIL

VOLUME 64
CİLT

ISSUE 1
SAYI

CONTENTS (İÇİNDEKİLER)

RESEARCH ARTICLES (ARAŞTIRMA MAKALELERİ)

- Loin Eye Muscle Ultrasonic Measurements, Live Weight and Some Body Measurements in Yalova Kıvrıkcık Lambs**
Yalova Kıvrıkcık Kuzularında Bel Göz Kası Ultrasonik Ölçümleri, Canlı Ağırlık ve Bazı Vücut Ölçümleri
Emre ALARSLAN, Turgut AYGÜN, Nurgül KAÇAR.....1
- Identification and Characterization of Carnitine Palmitoyltransferase 1A (CPT1A) Gene in European Sea Bass**
(*Dicentrarchus labrax*)
Avrupa Levreğinde (*Dicentrarchus labrax*) Karnitin Palmitoiltransferaz 1A (CPT1A) Geni Tanımlanması ve Karakterizasyonu
Emel ÖZCAN GÖKÇEK, Raziye IŞIK6
- Genetic Variations in *HSP90AA1* Gene Region in Pırlak Sheep Breed**
Pırlak Koyunlarında *HSP90AA1* Gen Bölgesindeki Genetik Varyasyonlar
Kadriye Gül YURDAGÜL, Sude ATAY, Ümit BİLGİNER, Taki KARSLI, Eymen DEMİR..... 12
- Anaerobik Gut Funguslarının Uzun Süreli Muhafazalarında Agarlı Besi Yerlerinin ve Ön Soğutma İşleminin Etkinliğinin Araştırılması**
Effectiveness of Agar Nutrient and Precooling Process for Long Term Storage of Anaerobic Gut Fungi
Tuğçe TURGUT, Ayşe Nur TANIŞ, Emin ÖZKÖSE, M. Sait EKİNCİ 17
- Hakkâri İli Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Yapısal Özellikleri**
Structural Characteristics of Small Ruminants Enterprises in Hakkâri Province
Yusuf DEMİR, Selçuk Seçkin TUNCER.....27
- Odunsu Göğüs Miyopatisinin Göğüs Eti Kalite Özellikleri Üzerine Etkilerini Tahminlemek İçin Meta-Analiz Uygulaması**
Meta-Analysis to Predict the Effects of Wooden Breast Myopathy on Breast Meat Quality Characteristics
Hüseyin Cem GÜLER, Çiğdem ŞEREMET.....36

REVIEWS (DERLEMELER)

- Yapay Zekâ Teknolojilerinin Hayvancılıkta Kullanımı**
Application of Artificial Intelligence Technologies in Livestock Management
Niyazi Hayrullah TUVAY, Orhan ERMETİN.....48
- Yumurta Kabuğunun Yapısı ve Mikrobiyal Kontaminasyon Yolları**
The Structure and Microbial Contamination Routes of Eggshell
İlayda ÖZÇEVİK, Serol KORKMAZ, İrem OMURTAG KORKMAZ.....59
- Kanatlı Hayvanlarda Embriyo Kayıpları**
Embryo Losses in Poultry
Esra ÜNBAŞ, Coşkun KONYALI, Türker SAVAŞ.....66

Instructions for Authors

Yazım Kuralları

Copyright Release Form

Telif Hakkı Devir Formu



Loin Eye Muscle Ultrasonic Measurements, Live Weight and Some Body Measurements in Yalova Kıvırcık Lambs

Yalova Kıvırcık Kuzularında Bel Göz Kası Ultrasonik Ölçümleri, Canlı Ağırlık ve Bazı Vücut Ölçümleri

Emre ALARSLAN^{1*}  0000-0001-8784-5775 Turgut AYGÜN²  0000-0002-0694-6628 Nurgül KAÇAR³  0000-0001-6288-0953

¹Bandırma Onyedü Eylül University, Bandırma Vocational School, 10200, Balıkesir, Türkiye

²Bingöl University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Science and Animal Nutrition Bingöl, Türkiye

³Yalova Sheep and Goat Breeders' Association, Yalova, Türkiye

ABSTRACT

Objective: This study was carried out to determine ultrasonic measurement parameters of the loin eye muscle characteristics, live weight and some body measurements in the marketing period of Yalova Kıvırcık lambs, and the relationships between them.

Material and Methods: The research animal material consisted of 308 Yalova Kıvırcık lambs in 9 different farms under extensive conditions in Yalova province of Türkiye.

Results: Least square means for backfat thickness (BFT), skin thickness, muscle depth (MD), body length (BL), chest girth (CG), and live weight (LW) at the mean age of 112 days were 0.20 cm, 0.15 cm, 1.94 cm, 60.50 cm, 73.82 cm, and 29.26 kg, respectively. Results of statistical analysis indicated that there was a significant difference between flocks in terms of MD, BFT, skin, BL, CG, and LW ($P<0.001$). The effect of gender was statistically significant on MD ($P<0.05$), BL ($P<0.01$), CG and LW ($P<0.001$).

Conclusion: As a result, it was found that the MLD measurements, the live weight, and some body measurements in Yalova Kıvırcık lambs were similar to those in Kıvırcık breed and in some indigenous sheep breeds in Türkiye.

Keywords: Loin eye muscle, carcass, backfat thickness, ultrasonic measurement, Yalova Kıvırcık

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, Yalova Kıvırcık ırkına ait kuzularda pazarlama döneminde, ultrasonik yöntemle bel kası özellikleri, canlı ağırlık ile bazı vücut ölçülerini belirlemek ve aralarındaki ilişkilerin tespiti amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot: Araştırmanın hayvan materyalini Yalova'da ekstansif koşullarda yetiştirilen 9 farklı işletmede bulunan 308 adet Yalova Kıvırcık kuzusu oluşturmuştur.

Bulgular: Sırt yağı kalınlığı (BFT), deri kalınlığı, kas derinliği (MD), vücut uzunluğu (BL), göğüs çevresi (CG) ve canlı ağırlık (LW) için en küçük kareler ortalaması 112 günlük yaşta sırasıyla 0.20 cm, 0.15 cm, 1.94 cm, 60.50 cm, 73.82 cm ve 29.26 kg olarak bulunmuştur. Sürüler arasında MD, BFT, deri, BL, CG ve LW açısından istatistiksel olarak önemli fark olduğu bulunmuştur ($P<0.001$). Cinsiyetin etkisi ise MD ($P<0.05$), BL ($P<0.01$), CG ve LW ($P<0.001$) üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Sonuç: Sonuç olarak Yalova Kıvırcık kuzularında MLD ölçümleri, canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin Kıvırcık ırkı ve Türkiye'deki bazı yerli koyun ırkları ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bel gözü kası, karkas, sırt yağı kalınlığı, ultrasonik ölçüm, Yalova Kıvırcık

Citation: Alarслан, E., Aygün, T., Kaçar, N. 2023. Loin eye muscle ultrasonic measurements, live weight and some body measurements in Yalova Kıvırcık lambs. Journal of Animal Production 64(1): 1-5. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1271875>

Atıf: Alarслан, E., Aygün, T., Kaçar, N. 2023. Yalova Kıvırcık kuzularında bel göz kası ultrasonik ölçümleri, canlı ağırlık ve bazı vücut ölçümleri. Hayvansal Üretim 64(1): 1-5. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1271875>

Geliş tarihi (Received): 27.03.2023

Kabul tarihi (Accepted): 07.05.2023

*Sorumlu yazar (correspondence): alarslan@bandirma.edu.tr

INTRODUCTION

Türkiye hosts a wide range of biodiversity due to its biogeographic location and there are many indigenous sheep breeds. Kıvırcık sheep breed is the best breed in terms of palatability of meat among the thin-tailed indigenous breeds, which are bred in Western Anatolia, especially in the Aegean and Marmara regions, constituting 6-7% of the total sheep population in the country. Kıvırcık sheep husbandry is carried out for lamb meat production, especially (Ekiz et al., 2009; Kaymakçı, 2010; Alarслан and Aygün, 2019). Yalova Kıvırcık is a sub-variety of the Kıvırcık breed and was registered in 2022 by being published in the Official Gazette of Türkiye (Date: 25.10.2022, Number: 31994).

In recent years, due to consumer habits preferring low-fat or lean meat, the tendency to eat lamb has increased in Türkiye as well as in the world. High yield and carcass quality are desirable features in the meat industry. Therefore, many methods have been developed to determine the composition and quality of lamb carcasses supplied to the market. Determining the carcass quality before slaughter is essential especially for businesses that carry out breeding work. One of the methods that provides fast, noninvasive, economical and more objective estimation of carcass characteristics in live animals is the ultrasonic measurement method and it is widely used (Kor ve Ertuğrul, 2000; Yılmaz et al., 2011; Fan et al., 2022). Also, the genetic evaluation for carcass characteristic in farm animal species is commonly based on measurements of the loin eye muscle, because this anatomic region represents the whole carcass (Meirelles et al., 2010). Ultrasonic measurements of the loin eye muscle in animals are of practical importance in terms of enabling selection considering measurement criteria for the improvement of some carcass characteristics and estimating the most appropriate slaughter or marketing age (Yılmaz et al., 2011).

It has been reported that there is a high level of correlation between body weight and eye muscle characteristics, and the effect of lamb body weight on muscle depth, muscle width and eye muscle area is important. (Esen ve Yıldız, 2000; Stanford et al., 2001; Cemal et al, 2007; Cemal et al, 2009). When the high-level relationships between eye muscle and body weight obtained from these studies are examined, it came into light that it is possible to use ultrasonic measurements effectively in selection programs for carcass quality (Yılmaz et al., 2011). In addition, there are studies reporting a high correlation between ultrasonic measurements and *Musculus longissimus dorsi thoracis et lumborum* (MLD) and fat thickness

measurements and post-slaughter measurements in live animals (Fernandez et al., 1997; Gökdal et al., 2004; Cemal et al., 2007; Şahin et al., 2008).

The aim of this study was to determine ultrasonic measurement parameters of the loin eye muscle characteristics of Yalova Kıvırcık lambs and to determine live weight in the marketing period, some body measurements, and the relationships between them.

MATERIAL AND METHOD

Animal Material

The research animal material consisted of the 308 lambs of Yalova Kıvırcık sheep breed extensively raised on 9 different farms in Yalova province of Türkiye.

Method

The study was carried out in May and June 2021. The routine maintenance and feeding program of the breeders have not been interfered with. The birth weights of the lambs were determined with an electronic scale within the first 24 hours after birth and recorded with the birth data. The lambs recorded were followed until they reached their marketing weight, and the live weights of the lambs during the average weaning period (3.5-4 months) were determined with an electronic scale sensitive to 10 g. At the same time, on the day of weighing, the characteristics of the loin eye muscle (*musculus longissimus thoracis et lumborum*) in the region between the 12th and 13th ribs were determined with a linear probe (8 MHz) of an ultrasound device (Mindray DP-20Vet). Muscle depth, fat thickness, and skin thickness of the loin eye muscle were determined.

Data Analyses

Statistical analysis of the data was made using the least squares analysis method in the SPSS 22 (SPSS, 2015) package program. Duncan multiple comparison test was used to compare the subgroup means. Furthermore, correlation analysis was performed in order to determine the phenotypic correlation among the traits.

RESULTS AND DISCUSSION

Basic statistics for ultrasound measurements of *musculus longissimus thoracis et lumborum* (MLD), live weight, and some body measurements of Yalova Kıvırcık lambs are shown in Table 1. Also, the least squares mean for ultrasound measurements of MLD, live weight, and body measurements and factors are shown in Table 2.

Table 1. Descriptive statistics for ultrasound measurements of MLD, live weight and some body measurements*Çizelge 1. MLD ultrason ölçümleri, canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler*

Variable	n	X ± Sx	Min	Max	CV (%)
Live weight (kg)	308	29.26±0.409	13.24	47.80	24.51*
Muscle depth (cm)	308	1.94±0.017	0.92	2.86	15.67*
Backfat thickness (cm)	308	0.20±0.003	0.10	0.41	24.23*
Skin thickness (cm)	308	0.15±0.002	0.03	0.30	22.39*
Body length (cm)	308	60.50±0.250	46	76	7.36
Chest girth (cm)	308	73.82±0.403	52	93	9.57
Age (day)	308	112.84±1.043	70	153	16.21

* = indicates a significant variance of >20%

Table 2. Least squares mean and standard error (SE) for ultrasound measurements of MLD, live weight and body measurements*Çizelge 2. MLD ultrason ölçümleri, canlı ağırlık ve vücut ölçülerine ilişkin en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları*

Factors	N	MD	BFT	Skin	BL	CG	LW
Herds		***	***	***	***	***	***
1	42	2.20±0.041 ^a	0.25±0.007 ^a	0.17±0.006 ^a	61.95±0.606 ^{ab}	77.62±0.830 ^{bc}	33.21±0.971 ^b
2	48	1.75±0.035 ^d	0.17±0.057 ^{de}	0.14±0.003 ^{cd}	59.40±0.658 ^{cd}	70.43±0.962 ^d	26.48±0.871 ^{de}
3	18	2.05±0.101 ^{bc}	0.22±0.004 ^b	0.14±0.008 ^{cd}	63.38±0.662 ^a	78.50±0.912 ^{ab}	35.80±1.166 ^{ab}
4	31	1.81±0.062 ^d	0.22±0.008 ^b	0.17±0.006 ^{ab}	58.16±0.846 ^{de}	68.65±1.042 ^d	24.90±1.052 ^{ef}
5	46	1.97±0.038 ^c	0.19±0.004 ^{cd}	0.16±0.004 ^{bc}	61.23±0.540 ^{bc}	77.15±0.797 ^{bc}	30.07±0.839 ^c
6	20	1.94±0.049 ^c	0.18±0.005 ^{de}	0.13±0.006 ^d	62.00±0.672 ^{ab}	74.60±1.177 ^c	29.28±1.025 ^{cd}
7	38	2.14±0.027 ^{ab}	0.20±0.006 ^{bc}	0.14±0.005 ^d	64.05±0.543 ^a	80.60±0.802 ^a	36.48±0.973 ^a
8	21	1.80±0.032 ^d	0.16±0.004 ^e	0.15±0.007 ^{cd}	59.04±0.803 ^{de}	69.00±1.100 ^d	23.08±1.094 ^e
9	44	1.78±0.030 ^d	0.18±0.005 ^{de}	0.14±0.003 ^{cd}	57.00±0.571 ^e	68.60±0.825 ^d	24.80±0.811 ^{ef}
Type of birth							
1	163	1.95±0.024	0.21±0.003	0.16±0.003	60.88±0.36	74.14±0.55	29.82±0.580
2	145	1.93±0.025	0.20±0.004	0.15±0.003	60.08±0.36	73.50±0.60	28.63±0.572
Gender		*			**	**	***
Male	142	1.97±0.260	0.20±0.04	0.15±0.002	61.30±0.410	74.93±0.630	31.35±0.675
Female	166	1.90±0.230	0.20±0.04	0.16±0.002	59.82±0.310	72.86±0.510	27.48±0.450
Reg. lin. LW		0.505±0.002***	0.103±0.000***	0.020±0.000*	0.635±0.021***	0.762±0.027***	

***P<0.001, **P<0.01, *P<0.05, MD: Muscle depth, BFT: Backfat thickness, BL: Body length, CG: Chest girth, LW: Live weight

Table 3. Phenotypic correlation coefficients between live weight, ultrasonic measurements of MLD and body measurements*Çizelge 3. Canlı ağırlık, MLD ultrason ölçümleri ve vücut ölçüleri arasındaki fenotipik korelasyon katsayıları*

	LW	MD	BFT	Skin	BL
MD	0.711**				
BFT	0.320**	0.383**			
Skin	0.143*	0.182**	0.312**		
BL	0.797**	0.610**	0.210**	0.156**	
CG	0.873**	0.703**	0.306**	0.200**	0.779**

**P<0.01, *P<0.05, MD: Muscle depth, BFT: Backfat thickness, BL: Body length, CG: Chest girth, LW: Live weight

In this study least squares means for live weight, muscle depth, backfat thickness, skin, body length, and chest girth were found to be 29.26 kg, 1.94 cm, 0.20 cm, 0.15 cm, 60.50 cm, and 73.82 cm, respectively. These results are compared with similar studies; for live weight of Yalova Kıvırcık lambs (28.58 kg) (Alarслан ve Aygün, 2019), Kıvırcık lambs (28.87 kg) (Cemal et al., 2017), Sakız and Sönmez lambs (29.01 and 27.56) (Çörekçi and Evrim, 2001) similar results were reported with this study. This weight was determined to be higher than those reported by Altın et al. (2003) and Yılmaz et al. (2014) for Kıvırcık lambs (20.34 and 26.74 kg). Şireli and Ertuğrul's (2004) finding for Akkaraman lambs (31.55 kg) and that of Yılmaz et al. (2014) for Karacabey Merino (38.07 kg) lambs were heavier than our finding for Yalova Kıvırcık lambs. Compared to similar studies, the values of the body length and chest girth were determined to be higher than some studies, lower than some studies and similar to some studies (Aksakal et al., 2009; Yılmaz et al., 2016; Alarслан and Aygün, 2019).

Compared to similar studies, the muscle depth in this study was higher than those reported by Yılmaz et al (2014) in Karya lambs (1.77 cm), by Yılmaz et al (2016) in White Dorper lambs (1.67 cm), White Dorper x Merino lambs (1.81 cm), Black Dorper lambs (1.75 cm), and Black Dorper x Merino lambs (1.84 cm), and that reported by Duman and Ulutaş (2018) in Karayaka lambs (1.73 cm). However, the average MD of the Yalova Kıvırcık lambs was lower than those determined by Sahin et al (2008) in Akkaraman lambs (2.20 cm), by Yılmaz et al (2014) in Kıvırcık lambs (2.02 cm) and Karacabey Merino lambs (2.47 cm), by Yaralı and Yılmaz (2014) in Karya male (2.12 cm) and female lambs (2.24 cm). In addition, the MD of the Yalova Kıvırcık lambs was similar to that reported by Cemal et al (2007) for Kıvırcık sheep. Compared to similar studies, the backfat thickness and skin values determined were higher than those reported in some studies, lower than some studies and similar to those reported in some studies (Cemal et al., 2007; Yaralı and Yılmaz, 2014; Grill et al., 2015; Duman and Ulutaş, 2018).

The analysis results indicated that there was a significant difference between flocks in terms of MD, BFT, skin, BL, CG and LW ($P < 0.001$) in the study (Table 2). Birth type showed no significance in MD, BFT, skin, LW and body measurement parameters. The effect of gender was statistically significant on MD ($P < 0.05$), on BL ($P < 0.01$) and CG, and on LW ($P < 0.001$); in addition to this, male lambs were found to be heavier than female lambs. The coefficients for the regression of live weight on MD, BFT, BL and CG measurements were found to be highly significant ($P < 0.001$) and

found to be significant on skin ($P < 0.05$). Similar results were obtained in other studies (Cemal et al., 2007; Yaralı and Yılmaz, 2014; Yılmaz et al., 2014; Orman et al., 2008; Akdag et al., 2015). Statistical differences in MD, BL, CG and LW were as expected for gender. The difference between the flocks was found to be statistically significant for all parameters examined. It can be said that the reason for this may be the care, feeding, and breeding conditions among the flocks.

Phenotypic correlation coefficients between live weight, ultrasonic measurements of MLD and body measurements of Yalova Kıvırcık lambs are given in Table 3. All phenotypic correlation coefficients were found positive and significant ($P < 0.01$, $P < 0.05$). The highest coefficient was found between body weight and chest girth ($r = 0.873$, $P < 0.01$) and the lowest correlation coefficient was found between skin thickness and body weight ($r = 0.143$, $P < 0.05$). A high correlation coefficient was determined between live weight and body measurements, and a high correlation was found between body weight and MLD parameters.

CONCLUSION

Kıvırcık sheep husbandry has been carried out especially for lamb meat production in Western Türkiye. Ultrasonic measurements of the lumbar eye muscle in animals are important both in terms of estimating the most appropriate slaughter or marketing age of lambs and in providing selection according to the measurement criteria for the purpose of breeding some carcass characteristics. Thus, looking at pre-slaughter ultrasonic measurements will both accelerate animal breeding in terms of meat production and increase operating profitability.

In this study, it was found that Yalova Kıvırcık lambs were similar to other indigenous sheep breeds for MLD measurements, live weight, and some body measurements in Türkiye.

ACKNOWLEDGEMENTS

The data of this research was obtained from "National Animal Breeding Program-Kıvırcık Sheep Project-Yalova", a sub-project within the scope of "National Animal Breeding Program", which is conducted by the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policy, Türkiye.

REFERENCES

- Akdag F, Teke B, Meral Y, Arslan S, Ugurlu M. 2015. Prediction of carcass composition by ultrasonic measurement and the effect of region and age on ultrasonic measurements. *Small Ruminant Research*, 133: 82-87. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.09.011>
- Aksakal V, Macit M, Esenbuğa N. 2009. Effects of various ages of weaning on growth characteristics, survival rate and some body measurements of Awassi lambs. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8: 1491-1497.
- Alarşlan E, Aygün T. 2019. Determination of growth and some morphological traits of Kıvrıcık lambs in Yalova. *Journal of Animal Production*, 60(1): 39-50. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.556669>
- Altın T, Karaca O, Cemal İ. 2003. Sütten kesim yaşının koyunlarda süt verimi ve kuzularda büyüme üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi* 13(2): 103-111.
- Cemal İ, Karaca O, Altın T, Gökdağ Ö, Yılmaz M, Yılmaz O. 2007. Ultrasound measurements of eye muscle properties and backfat thickness in Kıvrıcık lambs. *Journal of Biological Sciences*, 7(1): 89-94.
- Cemal İ, Karaca O, Yılmaz O, Yılmaz M. 2009. Karya kuzularda pazarlama dönemi canlı ağırlığı ile göz kası özelliklerine ait ultrason ölçüm parametreleri. 6. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, 24-26 Haziran, Erzurum. Poster Bildiriler: 63-70.
- Cemal İ, Karaman E, Firat MZ, Yılmaz O, Ata N, Karaca O. 2017. Bayesian inference of genetic parameters for ultrasound scanning traits of Kıvrıcık lambs. *Animal*, 11(3): 375-381. doi:10.1017/S1751731116001774
- Çörekçi ŞG, Evrim M. 2001. Sakız ve İmroz koyunlarının yarı-entansif koşullardaki verim performansları konusunda karşılaştırmalı araştırmalar 1. Döl verimi, yaşama gücü, kuzularda büyüme. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 25: 421-429.
- Duman, E, Ulutaş, Z. 2018. Karayaka kuzularında kesim öncesi ve kesim sonrası göz kası (Musculus longissimus dorsi) özellikleri, canlı ağırlık ve karkas ağırlıkları arasındaki ilişkiler. *Journal of Animal Science and Products (JASP)* 1(1): 59-66.
- Ekiz B, Yılmaz A, Özcan M, Kaptan C, Hanoğlu H, Erdoğan İ, Yalçın H. 2009. Carcass measurements and meat quality of Turkish Merino, Ramlic, Kıvrıcık, Choıs & İmroz lambs raised under an intensive production system. *Meat Science* 82: 64-70. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.12.001>
- Esen F, Yıldız N. 2000. Akkaraman, Sakız x Akkaraman melez (F1) kuzularda verim özellikleri. I. Büyüme, yaşama gücü, vücut ölçüleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 24: 223-231.
- Fan N, Liu G, Zhang C, Zhang J, Yu J. 2022. Predictability of carcass traits in live Tan sheep by real-time ultrasound technology with least-squares support vector machines. *Animal Science Journal*, 93:e13733. <https://doi.org/10.1111/asj.13733>
- Fernandez C, Gallego L, Quintanilla A. 1997. Lamb fat thickness and longissimus muscle area measured by a computerized ultrasonic system. *Small Ruminant Research*, 26: 277-282. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(97\)00007-2](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(97)00007-2)
- Gökdağ Ö, Ülker H, Karakuş F, Temur C, Handil H. 2004. Erkek kuzularda karkas kompozisyonunun tahmininde ultrason kullanımı: Yaş ve genotip etkileri. 4. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi. 1-3 Eylül, Isparta. 1-10.
- Grill L, Ringdorfer F, Baumunga R, Fuerst-Waltl B. 2015. Evaluation of ultrasound scanning to predict carcass composition of Austrian meat sheep. *Small Ruminant Research*, 123(2-3): 260-268. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.12.005>
- Kaymakçı M. 2010. İleri Koyun Yetiştiriciliği. Genişletilmiş 3. Baskı. Bornova- İzmir.
- Kor A, Ertuğrul M. 2000. Canlı hayvanda karkas kompozisyonu tahmin yöntemleri. *Hayvansal Üretim* 41: 91-101.
- Meirelles SL, Alencar MM, Oliveira HN, Regitano LCA. 2010. Efeitos de ambiente e estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em bovinos da raça Canchim criados em pastagem. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39(7): 1437-1442. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000700006>
- Orman A, Çalışkan GÜ, Dikmen S, Üstüner H, Ogan MM, Çalışkan Ç. 2008. The assessment of carcass composition of Awassi male lambs by real-time ultrasound at two different live weights. *Meat Science*, 80 (4): 1031-1036. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.04.022>
- Stanford K, Bailey DRC, Jones SDM, Price MA, Kemp RA. 2001. Ultrasound measurement of longissimus dimensions and backfat in growing lambs: effects of age, weight and sex. *Small Ruminant Research*, 42(3): 189-195. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(01\)00252-8](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(01)00252-8)
- Şahin EH, Yardımcı M, Çetingül İS, Bayram İ, Şengör E. 2008. The use of ultrasound to predict the carcass composition of live Akkaraman lambs. *Meat Science* 79: 716-721. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.11.003>
- Şireli HD, Ertuğrul M. 2004. Dorset Down x Akkaraman (GD1), Akkaraman ve Akkaraman x GD1 genotipli kuzularda büyüme eğrilerinin logistic model ile tahmini. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(4):375-380.
- Yaralı E, Yılmaz O. 2014. Marketing weights and ultrasonic measurements of loin eye muscle in Karya lambs. *Indian Journal of Animal Sciences* 84(9): 1016-1020.
- Yılmaz O, Cemal İ, Yılmaz M, Karaca O, Taşkın T. 2011. Eşme yöresi Kıvrıcık melezi kuzularda pazarlama canlı ağırlığı ve bel gözü kası ultrason ölçümleri. 7. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, 14-16 Eylül, Adana.
- Yılmaz O, Sezenler T, Alarşlan E, Ata N, Karaca O, Cemal İ. 2014. Karacabey Merinosu, Karya ve Kıvrıcık kuzularda sütten kesim döneminde kabuk yağı kalınlığı ve Musculus longissimus dorsi thoracis et lumborum (MLD) derinliğinin ultrason ölçümleri. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.* 20(6): 829-834. DOI: 10.9775/kvfd.2014.10859
- Yılmaz O, Ocak S, Ogun S. 2016. Ultrasonic carcass assessment of Dorper x Merino lambs using MLD and body measurements. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4(5): 395-400.



Identification and Characterization of Carnitine Palmitoyltransferase 1A (CPT1A) Gene in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*)[#]

Avrupa Levreğinde (*Dicentrarchus labrax*) Karnitin Palmitoiltransferaz 1A (CPT1A) Geni Tanımlanması ve Karakterizasyonu

Emel ÖZCAN GÖKÇEK¹ 0000-0001-6566-7680 Raziye IŞIK^{2*} 0000-0003-2982-6562

¹Ege University, Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, Bornova-İzmir, Türkiye

²Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Tekirdağ, Türkiye and São Paulo State University, Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba, Brasil

ABSTRACT

Objective: CPT1A intervenes in the access of the long-chain fatty acyl-CoA to the mitochondrial matrix. In this study, we conducted the genetic polymorphisms of the partial sequence of the CPT1A gene in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) that were cage cultured in the Aegean Sea.

Material and Methods: Genomic DNA was isolated from 100 European sea bass individuals. After amplifying a partial region of the CPT1A gene by thermal cycler, PCR products were sequenced via Sanger method.

Results: We detected two SNPs in partial sequence of the CPT1A gene in European sea bass. TT, TA and AA genotypes were observed for CPT1A g.2080T>A locus with frequencies of 27.04, 49.92 and 23.04%, respectively. The frequencies of the g.2216A>G locus as AA, AG and GG were found to be 1.2, 19.58 and 79.21%, respectively. The CPT1A g.2080T>A locus was in HWE, whereas the g.2216A>G locus was not in HWE.

Conclusion: European sea bass has a high commercial value. These findings suggest that two SNPs in the CPT1A gene could be used for genomic selection programs related to fatty acid composition in European sea bass.

Keywords: Fatty acid, SNP, sea bass, variation

ÖZET

Amaç: CPT1A, uzun zincirli yağ asil-CoA'nın mitokondriyal matrise girişine müdahale eder. Bu çalışmada, Akdeniz'de kafes kültürü yapılan Avrupa levreklerinde (*Dicentrarchus labrax*) CPT1A geninin kısmi dizisinde genetik varyasyonlar araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntemler: 100 Avrupa levreği bireyinde genomik DNA izole edilmiştir. CPT1A geninin kısmi bir bölgesi termal döngüleyici ile çoğaltıldıktan sonra, PCR ürünleri Sanger yöntemi ile dizilenmiştir.

Bulgular: Avrupa levreği CPT1A geninde kısmi dizisinde iki SNP belirlenmiştir. g.2080T>A lokusu için sırasıyla %27.04, %49.92 ve %23.04 frekansları ile TT, TA ve AA genotipleri gözlenmiştir. g.2216A>G lokusunun AA, AG ve GG'nin frekansları sırasıyla %1.2, %19.58 ve %79.21 olarak bulunmuştur.

Sonuç: Avrupa levreği yüksek ticari değere sahiptir. Bu bulgular, CPT1A genindeki iki SNP'nin, Avrupa levreğindeki yağ asidi bileşimi ile ilgili genomik seleksiyon programları için kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yağ asidi, SNP, levrek, varyasyon

Citation: Gökçek, E.Ö., Işık, R. 2023. Identification and characterization of carnitine palmitoyltransferase 1A (CPT1A) gene in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). Journal of Animal Production 64(1): 6-11. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1261236>

Atf: Gökçek, E.Ö., Işık, R. 2023. Avrupa Levreğinde (*Dicentrarchus labrax*) karnitin palmitoiltransferaz 1A (CPT1A) geni tanımlanması ve karakterizasyonu. Hayvansal Üretim 64(1): 6-11. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1261236>

Geliş tarihi (Received): 07.03.2023

Kabul tarihi (Accepted): 20.05.2023

*Sorumlu yazar (correspondence): risik@nku.edu.tr

[#]Bu çalışma, 31 Ağustos – 3 Eylül tarihleri arasında düzenlenen "International Fish Congress & Fish Expo Brasil 2022" kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

INTRODUCTION

Dicentrarchus labrax; *Moronidae* (European sea bass), which has a crucial commercial value, is mainly produced in the Aegean region of Turkey. European sea bass lives in the marine coastal waters along the northeast Atlantic Ocean, throughout the Aegean (Mediterranean) Sea (including Turkey), and the Black Sea (Özcan Gökçek et al., 2020). According to FAO, the aquaculture production of this species was 276,000 tonnes in 2020 and its market value reached 1,360,000 dollars. European sea bass culture started becoming widespread in the 1990s in the Mediterranean region ranking 35th among the world's fish farming industry. Genetic improvement studies for growth traits in European sea bass populations started relatively recently compared with the Atlantic salmon (*Salmo salar*).

The enzyme carnitine palmitoyltransferase 1 (CPT1) is the main regulator of mitochondrial fatty acid oxidation in vertebrates (Lu et al., 2016). CPT1 is also the "rate limiting" enzyme of beta-oxidation in the cell (Eaton, 2002). The CPT system (consisting of CPT1 and CPT2), intervenes in the access of the fatty acyl-CoA to the mitochondrial matrix (Gutiéres et al., 2003). The CPT1 catalyzes the transition of the acyl groups of long-chain fatty acyl-CoAs in carnitine and produces acyl carnitine. CPT1 plays a crucial role in the mitochondrial regulation of β -oxidation (Morash et al., 2008). Decrease in CPT-1A activity reduces the intra-mitochondrial substrate contents for fatty acid beta-oxidation, thus attenuating energy accumulation and it can cause hepatic encephalopathy and hypoketotic hypoglycemia after long periods of fasting in humans (Bennett et al., 2004; Gan et al., 2021). CPT1 is located in the mitochondrial outer membrane and has 3 isoforms in mammals: CPT1A (liver isoform), CPT1B (muscle isoform), and CPT1C (brain isoform) (Morash et al., 2010; Lu et al., 2016). Morash et al. (2010) have reported that taxa-specific variations might be the consequence of genome duplications in finfishes causing an increase to five CPT I isoforms in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). PPARA upregulates the expression level of CPT1A, which is contained in lipid catabolism (Guo et al., 2015). In a human study, it was reported that raised expression of the CPT1A gene was related to a decline in plasma triglyceride and affected fish oil intake (Bouchard-Mercier et al., 2014). It has been reported that the balance between the intracellular inflammatory response and lipid accumulation in the yellow-striped gobies (*Mugilogobius chulae*) can be regulated by different expression levels of MGLL and CPT1 (Cai et al., 2021). Liu et al. (2018) observed higher CPT1 activity in the juvenile golden pompano (*Trachinotus ovatus*) group

fed with fish oil compared to the soybean oil fed and lard oil fed groups. Relationships between the CPT1 gene expression and lipid metabolism in aquaculture species such as gilthead sea bream (*Sparus aurata*) (Bermejo-Nogales et al., 2014), Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Zhang et al., 2019), largemouth bass (*Micropterus salmoides*) (Chen et al., 2020), hybrid grouper (Zou et al., 2022), crab (*Portunus trituberculatus*) (Yuan et al., 2022), common carp (*Cyprinus carpio*) (Xie et al., 2022), Japanese seabass (*Lateolabrax japonicas*) (Zheng et al., 2012), yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*) (Zheng et al., 2013), and grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) (Shi et al., 2017) have been studied.

Abnormal fat accumulation in finfishes is an important trouble for the economics of the fish industry especially farmed fish, which might be correlated with instability of feed nutrition, over-feeding and the alteration of fish oil to vegetable oil in feed. Hereby, studies on the physiological functions and expression of the CPT genes in fish might be beneficial for inside fat accumulation in fish.

Since the yield differences between animals are caused by genotype and environmental factors, selection programs have been performed on these two factors for years to reach the desired yield levels. The significance of marker-assisted selection (MAS) has increased in animal and fish selection due to the extended generation interval, alongside traditional breeding methods. Genes with major effects are more important than genes with minor effects in the variation observed among individuals, and such genes are considered candidate genes. Polymorphism and association studies on candidate genes in different populations provide basic information for MAS research. Molecular markers were used in breeding programs such as genomic selection, MAS of livestock and fish species (Gutierrez et al., 2015). One of the most widely used markers is SNPs depend on a single variation of a nucleotide (Özcan Gökçek and Işık, 2020). In European sea bass, there is no published article investigating the CPT1A gene polymorphisms with SNP markers. Carnitine palmitoyltransferase 1 controls fatty acid oxidation, and it is important to understand the molecular characterization of lipid metabolism in cultured fish (Lu et al., 2016). This study aimed to investigate the genetic polymorphisms of the partial sequence of the CPT1A gene in European sea bass that is cultured in Aegean conditions.

MATERIALS AND METHODS

Animal Material

The 100 European sea bass individuals were selected from a commercial population. Fish came from two

batches of two commercial hatcheries. The individuals were cage cultured in the same marine environmental conditions on a fish farm in Urla, İzmir.

Method

DNA Isolation and PCR

Muscle tissue samples were taken from the dorsal part of the fish and preserved at -20 °C until DNA isolation. DNA was extracted by using the High Pure PCR Template Kit (Roche, Germany) following recommended protocols at Ege University, Faculty of Fisheries, Laboratory of Molecular Genetics and Fish Breeding. The quantity of extracted DNA samples was estimated with a spectrophotometer.

The primer pairs were designed based on CPT1A nucleotide information of European sea bass deposited in GenBank (accession number KF857302), to amplify a partial region of the CPT1A gene. Primer sequences of the CPT1A gene are F: 5'-CAACCGAGACACACAACCTG-3' and R: 5'-AGAACCTCATGTAACCGGCA-3'.

PCR were carried out in 30 µL reaction volumes containing: 0.5 µM of each primer and 2X MyTaq™ Mix (Meridian Bioscience, USA), 1 U Taq Hot Start DNA (Bioline) polymerase and 100 ng genomic DNA. The amplification was carried out with the following thermal cycle program: an initial denaturing step for 5 min at 95 °C; followed by 37 cycles of 95 °C for 45 s, 58 °C for 30 s, 72 °C for 60 s, and 72 °C for 10 min. The DNA fragments were separated by 1.5% agarose gel electrophoresis.

Data Analyses

The genotyping of the SNPs in the CPT1A gene was performed by Sanger sequencing (3500XL Genetic Analyzer System) of the PCR products. The sequence

results were aligned and controlled by ChromasPro Version 2.1.10 (Technelysium Pty. Ltd. Australia). The calculation of observed, allele and genotype frequencies, and the Chi-squared test of the group Hardy-Weinberg equilibrium (HWE) status was performed with the "HardyWeinberg" package in R software (R version R-3.4.3).

RESULTS AND DISCUSSION

The 621 bp of the CPT1A gene region was investigated by PCR and it is represented in Fig. 1. The partial sequence of the CPT1A gene in the *Dicentrarchus labrax* was studied by DNA sequencing in the current study. The *Dicentrarchus labrax* CPT1A gene includes 18 exons that encode 796 amino acids (FQ310507.3). The amplified CPT1A gene region is located between 4718538-4728712 bp in the NCBI GenBank (FQ310507.3). Two SNPs (g.2080T>A and g.2216A>G) have been defined in the European sea bass CPT1A gene noncoding region (KF857302) (Fig. 2a,b). The noncoding regions of the genome do not encode amino acids but, have important regulatory roles in transcription and translation such as modulation of gene expression, mRNA splicing and can induce changes in biological properties (Pagani and Baralle 2004; Kuhl et al., 2010; Sun et al., 2019). Introns are longer and under less selection pressure (Zhang et al., 2016). The variations of the sequences of the CPT1A gene were reported to the NCBI GenBank database for the first time in this study. Since intronic and noncoding regions are longer and under less pressure from natural selection, mutations are more common in these regions (Hu et al., 2013).

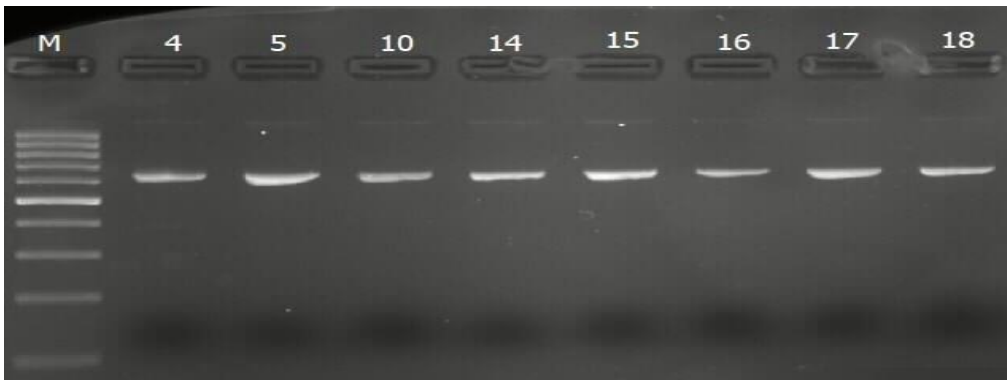


Figure 1. Electrophoresis results of the PCR products of CPT1A gene for the 8 samples. M; Marker
Şekil 1. 8 örneğin CPT1A geni PCR ürünlerine ait elektroforez sonuçları. M; Marker

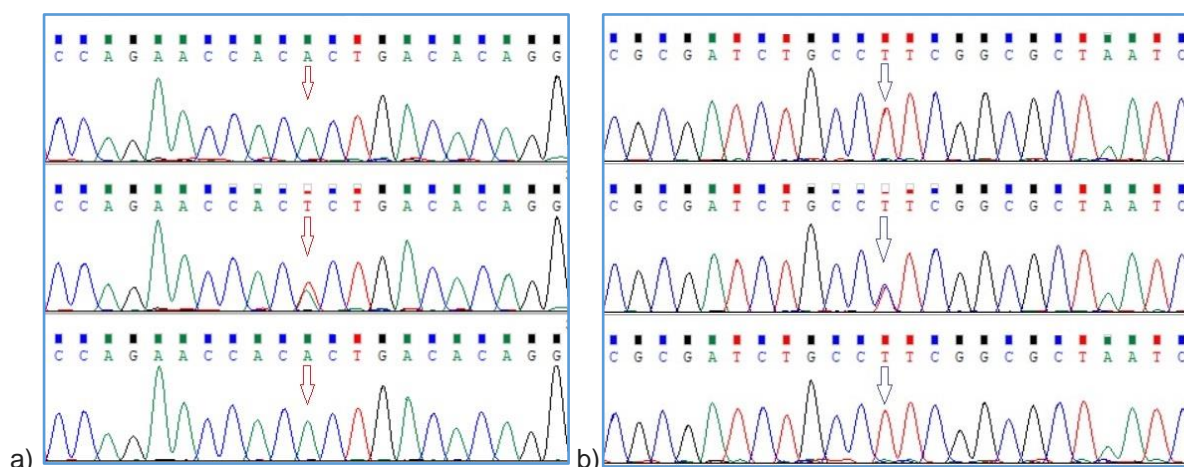


Figure 2. The sequences of CPT1A gene with the SNPs; a) g.2080T>A b) g.2216A>G (showing reverse complement)
Şekil 2. CPT1A genine ait SNP bulunan sekanslar a) g.2080T>A b) g.2216A>G (revers komplementinde gösterilmiştir)

The three genotypes were seen in the studied population, whereas the AA genotype was seen in very few individuals in g.2216A>G locus. The frequencies of the alleles A and G were 0.11 and 0.89, respectively. The genotype and allele frequencies of the European sea bass CPT1A gene were shown in Table 1. The CPT1A gene g.2080T>A locus is in HWE, while the

g.2216A>G locus is not in HWE. The genetic variation in this population is not constant from one generation to the next in the absence of disturbing factors. This shows that the imbalance indicates that the population has been selected. According to the results of the g.2216A>G locus, it may be associated with unknown genes affected by natural selection (Yang et al., 2018).

Table 1. Genotype and allele frequencies of CPT1A gene region

Çizelge 1. CPT1A gen bölgesi genotip ve allel frekansları

Loci		CPT1A Genotypes			Allele Frequency		χ^2
		TT	TA	AA	T	A	
g.2080T>A	Obs.	27	50	23	0.52	0.48	0.00*
	Exp.	27.04	49.92	23.04			
g.2216A>G	Obs.	6	10	84	0.11	0.89	23.9
	Exp.	1.21	19.58	79.21			

Note: χ^2 (0.05; 1), *The population is in HWE

The CPT1A gene was not studied at DNA variation level. Mostly there are gene expression researches about the CPT1A gene. There are no publications investigating the possible relationships between lipid metabolism and the CPT1A gene in fish. Rimoldi et al. (2016) revealed that expression levels of ATGL, HADH and the CPT1A genes were upregulated during the 10 days fasting study of the European sea bass. They reported that the CPT1A is one of the most important markers in monitoring the nutritional status of

European sea bass. In another study, CPT1A expression in the rainbow trout liver fed coconut oil (CO) diet was affected by fat storage but not by fat level (Figueiredo-Silva et al., 2012). It was stated that the effect of diets in the experiment on the expression of fatty acid oxidation markers (ACOX and CPT1A) in fish was less regulated in muscle than in liver. Chen et al. (2020) revealed that the addition of soybean oil and L-carnitine to fish food stimulated hepatic CPT1 activity and expression in largemouth bass. Researchers have

reported that L-carnitine supplementation accelerates fat metabolism in fish and reduces fat storage. Horn et al. (2020) reported that the SNPchip they developed for the selection of omega-3 fatty acid content in Atlantic salmon fillet would become more effective with the CPT1A and CPT2, which are marker genes whose effects are known in fish fat metabolism. Thus, Louro et al (2016) reported that CPT1A located in LG6 was found in the QTL confidence interval and is one of the marker genes that affect growth traits of European sea bass. Cai et al. (2021) have found that the alteration of MGLL and CPT1 gene expression at different stages of development in the liver of the yellowstripe goby (*Mugilogobius chulae*) and some innate immune gene family may help to offset high fat accumulation in steatohepatitis and hepatocytes. The researchers indicated that this gene could be related to sex determination and high-fat accumulation in the marine fish liver.

CONCLUSION

European sea bass is a very crucial commercial cultured fish in the Aegean Sea. Fatty acid composition is a significant quality trait in cultured seabass production. This study identified the genetic polymorphisms of the CPT1A gene in *Dicentrarchus labrax* populations in cage cultured European sea bass. Two SNPs were found in the noncoding region of the CPT1A gene in farmed European sea bass. The SNPs in the CPT1A gene could be related to fatty acid composition and this SNP could be exploited further in the genomic selection programs after validation with association studies with a large number of samples.

REFERENCES

- Bennett MJ, Boriack RL, Narayan S, Rutledge SL, Raff ML. 2004. Novel mutations in CPT 1A define molecular heterogeneity of hepatic carnitine palmitoyltransferase I deficiency. *Molecular Genetics and Metabolism* 82(1): 59-63.
- Bermejo-Nogales A, Nederlof M, Benedito-Palos L, Ballester-Lozano GF, Folkedal O, Olsen RE, Pérez-Sánchez J. 2014. Metabolic and transcriptional responses of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) to environmental stress: new insights in fish mitochondrial phenotyping. *General and Comparative Endocrinology* 205: 305-315.
- Bouchard-Mercier A, Rudkowska I, Lemieux S, Couture P, Vohl MC. 2014. Polymorphisms in genes involved in fatty acid β -oxidation interact with dietary fat intakes to modulate the plasma TG response to a fish oil supplementation. *Nutrients* 6(3): 1145-1163.
- Cai L, Liu G, Wei Y, Zhu Y, Li J, Miao Z, Huang R. 2021. Whole-genome sequencing reveals sex determination and liver high-fat storage mechanisms of yellowstripe goby (*Mugilogobius chulae*). *Communications Biology* 4(1): 15.
- Chen Y, Sun Z, Liang Z, Xie Y, Su J, Luo Q, Wang A. 2020. Effects of dietary fish oil replacement by soybean oil and L-carnitine supplementation on growth performance, fatty acid composition, lipid metabolism and liver health of juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Aquaculture* 516: 734596.
- Eaton S. 2002. Control of mitochondrial β -oxidation flux. *Progress in Lipid Research* 41: 197-239.
- Figueiredo-Silva AC, Kaushik, S, Terrier F, Schrama J W, Médale F, Geurden I. 2012. Link between lipid metabolism and voluntary food intake in rainbow trout fed coconut oil rich in medium-chain TAG. *British Journal of Nutrition* 107(11): 1714-1725.
- Gan, Y., Yu, F, Fang, H. 2021. Novel mutation in carnitine palmitoyltransferase 1A detected through newborn screening for a presymptomatic case in China: a case report. *Italian Journal of Pediatrics* 47: 154.
- Guo X, Liang XF, Fang L, Yuan X, Zhou Y, He S, Shen D. 2015. Effects of lipid-lowering pharmaceutical clofibrate on lipid and lipoprotein metabolism of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) fed with the high non-protein energy diets. *Fish Physiology and Biochemistry* 41: 331-343.
- Gutiérrez S, Damon M, Panserat S, Kaushik, S, Médale F. 2003. Cloning and tissue distribution of a carnitine palmitoyltransferase I gene in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative biochemistry and physiology. Part B, Biochemistry & molecular biology* 135: 139-151.
- Gutierrez AP, Yáñez JM, Fukui S, Swift B, Davidson WS. 2015. Genome-wide association study (GWAS) for growth rate and age at sexual maturation in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *PLoS One* 10: e0119730.
- Horn SS, Meuwissen T H, Moghadam H, Hillestad B, Sonesson AK. 2020. Accuracy of selection for omega-3 fatty acid content in Atlantic salmon fillets. *Aquaculture* 519: 734767.
- Hu X, Li C, Shi L. 2013. A novel 79-bp insertion/deletion polymorphism in 3'-flanking region of IGF-I gene is associated with growth-related traits in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture Research* 44: 1632-1638.
- Ji K, Liang H, Ren M, Ge X, Pan L, Yu H. 2021. Nutrient metabolism in the liver and muscle of juvenile blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) in response to dietary methionine levels. *Scientific Reports* 11(1): 1-13.
- Kuhl H, Beck A, Wozniak G, Canario A, Volckaert F, Reinhardt R. 2010. The European sea bass *Dicentrarchus labrax* genome puzzle: comparative BAC-mapping and low coverage shotgun sequencing. *BMC Genomics* 11: 68.
- Liu K, Liu H, Chi S, Dong X, Yang Q, Tan B. 2018. Effects of different dietary lipid sources on growth performance, body composition and lipid metabolism-related enzymes and genes of juvenile golden pompano, *Trachinotus ovatus*. *Aquaculture Research* 49(2): 717-725.
- Louro B, Kuhl H, Tine M, de Koning DJ, Batargias C, Volckaert FAM, Reinhardt R, Canario AVM, Power DM. 2016. Characterization and refinement of growth related quantitative trait loci in European sea bass (*Dicentrarchus*

- labrax) using a comparative approach. *Aquaculture* 455: 8-21.
- Lu KL, Zhang DD, Wang LN, Xu WN, Liu, WB. 2016. Molecular characterization of carnitine palmitoyltransferase IA in *Megalobrama amblycephala* and effects on its expression of feeding status and dietary lipid and berberine. *Comparative biochemistry and physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology* 191: 20-25.
- Morash AJ, Kajimura M, McClelland GB. 2008. Intertissue regulation of carnitine palmitoyltransferase I (CPTI): mitochondrial membrane properties and gene expression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Biochimica et Biophysica Acta* 1778: 1382-1389.
- Morash AJ, Le Moine CM, McClelland GB. 2010. Genome duplication events have led to a diversification in the CPT I gene family in fish. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 299: R579-R589.
- Özcan Gökçek E, Işık R, Karahan B, Gamsız K. 2020. Genetic variation of Insulin-like growth factor II (IGF-II) gene and its associations with growth traits in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 20(7): 541-548.
- Özcan Gökçek E, Işık R. 2020. Associations between genetic variants of the insulin-like growth factor I (IGF-I) gene and growth traits in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Fish Physiology and Biochemistry* 46: 1131-1138.
- Pagani F, Baralle FE. 2004. Genomic variants in exons and introns: identifying the splicing spoilers. *Nature Reviews Genetics* 5(5): 389-396.
- Rimoldi S, Benedito-Palos L, Terova G, Pérez-Sánchez J. 2016. Wide-targeted gene expression infers tissue-specific molecular signatures of lipid metabolism in fed and fasted fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 26: 93-108.
- Shi XC, Sun J, Yang Z, Li XX, Ji H, Li Y. 2017. Molecular characterization and nutritional regulation of carnitine palmitoyltransferase (CPT) family in grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Comparative biochemistry and physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology* 203:11-19.
- Sun CF, Sun HL, Dong JJ, Tian YY, Hu J, Ye X. 2019. Correlation analysis of mandarin fish (*Siniperca chuatsi*) growth hormone gene polymorphisms and growth traits. *Journal of Genetics* 98(2): 1-10.
- Xie M, Hao, Q, Olsen RE, Ringø E, Yang Y, Zhang Z, Zhou Z. 2022. Growth performance, hepatic enzymes, and gut health status of common carp (*Cyprinus carpio*) in response to dietary *Cetobacterium somerae* fermentation product. *Aquaculture Reports* 23: 101046.
- Yang Y, Lan Z, Shu H, Zhou H, Jiang X, Hou L, Gu P. 2018. Association between expression levels and growth trait-related SNPs located in promoters of the MC4R and MSTN genes in *Spinibarbus hollandi*. *Genes and genomics* 40(11): 1119-1125.
- Yuan Y, Jin M, Fang F, Tocher DR, Betancor MB, Jiao L, Zhou QC. 2022. New insight into the molting and growth in crustaceans: Regulation of energy homeostasis through the lipid nutrition. *Frontiers in Marine Science* 9: 914590.
- Zhang H, Wen JJ, Zhang YN, Limbu SM, Du ZY, Qin J G, Chen LQ. 2019. Forskolin reduces fat accumulation in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) through stimulating lipolysis and beta-oxidation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 230: 7-15.
- Zhang S, Zhong L, Qin Q, Wang M, Pan J, Chen X, Bian W. 2016. Three SNPs polymorphism of growth hormone-releasing hormone gene (GHRH) and association analysis with growth traits in channel catfish. *Acta Microbiologica Sinica* 40(5): 886-893.
- Zheng JL, Luo Z, Zhu QL, Chen QL, Gong Y. 2013. Molecular characterization, tissue distribution and kinetic analysis of carnitine palmitoyltransferase I in juvenile yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco*. *Genomics*. 101(3): 195-203.
- Zheng WX, Qian YX, Tong LJ. 2012. Molecular cloning and tissue distribution of carnitine palmitoyltransferases I gene from *Lateolabrax japonicus*. *Journal of Biology* 29(3): 1-5.
- Zou C, Su N, Wu J, Xu M, Sun Z, Liu Q., Ye C. 2019. Dietary *Radix Bupleuri* extracts improves hepatic lipid accumulation and immune response of hybrid grouper (*Epinephelus lanceolatus*♂×*Epinephelus fuscoguttatus*♀). *Fish & Shellfish Immunology* 88: 496-507.



Genetic Variations in *HSP90AA1* Gene Region in Pırlak Sheep Breed

Pırlak Koyunlarında *HSP90AA1* Gen Bölgesindeki Genetik Varyasyonlar

Kadriye Gül YURDAGÜL¹ 0000-0003-1824-5391 Sude ATAY¹ 0000-0003-4542-3499 Ümit BİLGİNER¹ 0000-0002-6217-5223
Taki KARSLI² 0000-0002-2413-1713 Eymen DEMİR^{1*} 0000-0003-4507-7426

¹ Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Antalya

² Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Eskişehir

ABSTRACT

Objective: This study aimed to reveal variations in *HSP90AA1* gene region in Pırlak sheep breed.

Material and Methods: A total of 100 unrelated animals randomly chosen from representative herds raised in Antalya province were genotyped by Allele-Specific Polymerase Chain Reaction (AS-PCR) technique and genotypes were validated via agarose gel electrophoresis.

Results: *HSP90AA1* region was found to be polymorphic in which two alleles (C and G) and three possible genotypes (CC, CG and GG) were detected. The frequencies of C and G alleles were 0.39 and 0.61, respectively, whereas genotype frequency ranged from 0.183 (CC) to 0.413 (GG). The frequency of CG genotype was calculated as 0.404. Conservation of the genetic variations at *HSP90AA1* region will be required for planning selection programs against heat stress in the future.

Conclusion: *HSP90AA1* and similar genes may offer new opportunities to reduce heat stress caused by global climate change in the near future. Additionally, more genetic studies for the other genomic regions related to environmental stressors should be conducted in Pırlak breed in order to shape conservation studies.

Keywords: Pırlak sheep, AS-PCR, characterization, heat stress, heat tolerance, *HSP90AA1*, polymorphism.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı Pırlak koyun ırkında *HSP90AA1* geni varyasyonlarının incelenmesidir.

Materyal ve Metot: Antalya ilinde ırkı temsil eden sürülerden rastgele seçilen toplam 100 akraba olmayan hayvan Allel-Spesifik Polimeraz Zincir Reaksiyonu (AS-PZR) tekniğiyle genotiplendirilmiş ve genotipler agaroz jel elektroforeziyle tespit edilmiştir.

Bulgular: İki allel (C ve G) ve olası üç genotipin (CC, CG ve GG) tespit edildiği *HSP90AA1* bölgesinin polimorfik olduğu belirlenmiştir. C ve G allel frekansı sırasıyla 0.39 ve 0.61 idi, genotip frekansı ise 0.183 (CC) ve 0.413 (GG) aralığında değişmiştir. CG genotip frekansı 0.404 olarak hesaplanmıştır. *HSP90AA1* bölgesindeki varyasyonların korunması gelecekte ısı stresine karşı yapılacak olan seleksiyon programlarının planlanması için gerekli olacaktır.

Sonuç: *HSP90AA1* ve benzeri genler yakın gelecekte iklim değişikliğinden kaynaklanan ısı stresinin azaltılması için yeni fırsatlar sunabilmektedir. Ayrıca, Pırlak koyunlarında koruma çalışmalarının şekillendirilmesi için çevresel stresörlerle ilişkili diğer genomik bölgeler temelinde daha fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir.

Anahtar sözcükler: Pırlak koyunu, AS-PZR, karakterizasyon, ısı stresi, ısı toleransı, *HSP90AA1*, polimorfizm.

Citation: Yurdagül, K.G., Atay, S., Bilginer, Ü., Karlı, T., Demir, E. 2023. Genetic variations in *HSP90AA1* gene region in Pırlak sheep breed. Journal of Animal Production 64(1): 12-16. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1268591>

Atıf: Yurdagül, K.G., Atay, S., Bilginer, Ü., Karlı, T., Demir, E. 2023. Pırlak koyunlarında *HSP90AA1* gen bölgesindeki genetik varyasyonlar. Hayvansal Üretim 64(1): 12-16. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1268591>

Geliş tarihi (Received): 21.03.2023

Kabul tarihi (Accepted): 02.07.2023

*Sorumlu yazar (correspondence): eymendemir@akdeniz.edu.tr

INTRODUCTION

In Türkiye, sheep rearing plays an important role in supplying society with animal-derived products such as meat and milk. Sheep not only make a contribution to effective use of the lands which are not suitable for crop production but also give rise to a lifestyle for farmers known as “nomadic breeding” in which sheep keepers migrate to other geographic areas according to the availability of grasslands (Karsli et al. 2020). This kind of rearing allows sheep to be exposed to different environmental conditions by which animals may develop adaptations against several stressors through generations. Although environmental stressors are many in numbers varying from management practices to climatic parameters (Demir et al. 2021), heat stress caused by climate change has negative effects on the growth, development, and productivity of sheep (Demir et al. 2022). Heat stress could be observed via numerous indicators such as physiological (rectum temperature, respiration rate, heart rate, etc.), behavioral (shade seeking, aggression, and feed preference), and performance (yield and content of the milk) (Hoffmann et al. 2020). On the other hand, there are several adaptation mechanisms (morphological, anatomical, physiological, behavioral, and genetic) to eliminate the negative effects of heat stress allowing for maintaining performance traits such as milk and meat yield (Niyas et al. 2015). Among these, genetic based adaptation mechanism occurs by variations in the related genomic regions and is passed to the next generations leading to the presence of thermo-tolerant animals. It is known that Heat Shock Proteins (HSPs) classified as *HSP47*, *HSP60*, *HSP70*, *HSP90*, and small proteins based on their molecular weight are of vital role in maintaining cellular homeostasis during heat stress (Park et al. 2007; Singh et al. 2017). During extreme temperatures, the expression level of HSPs significantly increases in heat-susceptible animals, whereas lower expression levels are expected in heat-tolerant animals (Kumar et al. 2018).

Developing molecular genotyping methods enable scientist to detect heat-tolerant animals at DNA level by screening genomic variations in the related genes. A previous study regarding HSPs variations in some Indian sheep breeds (Chokla, Magra, Marwari, and Madras Red) revealed five Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) of which SNP₄ in *HSP90AA1* gene was reported to be directly associated with thermo-tolerance parameters in which C allele and CC genotype turned out to be advantageous in terms of rectal temperature, pulse rate, and neutrophil/lymphocyte ratio (Singh et al. 2017). Moreover, the authors reported an AS-PCR protocol to genotype animals in a cost-effective manner. Indeed,

compared to several molecular genotyping methods, AS-PCR is cost-effective, since it requires amplification of wild and mutant alleles with specific primers and visualization of the alleles on agarose gel electrophoresis.

Being one of the native sheep breeds in Türkiye, Pırlak is reported to be obtained from crossbreeding studies between fat-tailed Dağlıç and thin-tailed Kıvrıkcık breeds (Çelikeloğlu et al. 2018). It was also highlighted that Pırlak sheep are more tolerant to environmental stressors than Kıvrıkcık breed as well as being advantageous over Dağlıç breed in terms of body weight and litter size (Çelikeloğlu et al. 2018). Unfortunately, no studies are available to investigate HSPs polymorphisms in Pırlak sheep breed. Therefore, this study aims to screen the *HSP90AA1* gene in Pırlak sheep in order to detect genetic variations in terms of SNP₄ by AS-PCR protocol.

MATERIAL AND METHOD

Sample Collection and DNA Extraction

Located between 29°20'-32°35' east longitudes and 36°07'-37°29' north latitudes in the south of Türkiye in the Mediterranean Region, Antalya, in which the average summer temperature and the relative humidity are 32 °C and 62%, respectively, ranks amongst the hottest climatic conditions across the country (Sancar ve Güngör, 2022). A total of 100 female animals of Pırlak breed were randomly sampled from five representative herds reared in Antalya province. Healthy animals were chosen based on pedigree information in order to minimise kinship. Blood samples were collected from the jugular vein into vacutainer tubes containing EDTA solution as an anticoagulant and stored at -20 °C till DNA extraction was performed. DNA was extracted from whole blood samples via a salting-out method reported by Miller et al. (1988). DNA quality and quantity were checked by both 1% agarose gel electrophoresis and spectrophotometer (NanoDrop-SD 1000). DNA concentration was optimized at 50 ng/μL for AS-PCR amplification.

AS-PCR Amplification and Genotyping

AS-PCR protocol in order to amplify C and G alleles in *HSP90AA1* promoter region of the *Ovis aries* genome was summarised in Singh et al. (2017). Briefly, in this study, two recommended primer sets were used to amplify 254 base pairs (bp) length of C and G alleles in the PCR process. Gradient PCR was applied for different annealing temperatures (from 55 to 65 °C) in order to optimize PCR conditions and to avoid non-specific amplification in which the expected fragments were clearly detected at 60 °C. PCR was performed in

50 µL reaction volume with 50 ng template DNA, 5 µL 10X reaction buffer, 0.6 mM dNTPs, 2.5 mM MgCl₂, 10 pM of each primer, 1 U of Taq DNA polymerase (GeNet Bio, Korea) and 31.25 µL nuclease-free water. PCR amplification was carried out in initial denaturation at 94 °C for 10 min, followed by 31 cycles at 94 °C for 40 s, at 60 °C for 40 s and at 72 °C for 40 s. The final extension was applied at 72 °C for 10 min. Amplified C and G alleles were visualised by agarose gel electrophoresis in order to genotype animals. Individuals with both amplifications were considered heterozygous (CG), while single amplifications allowed to genotype individuals as homozygous (CC or GG) based on the type of amplified nucleotide.

Data Analyses

GenAlEx 6.5 software (Peakall and Smouse 2012) was used to calculate allele and genotype frequencies and to test Hardy-Weinberg equilibrium via the chi-square approach. Allele and genotype frequencies were calculated simply by direct count of the proportion of different alleles and genotypes, respectively, while chi-square value was calculated via the equation:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O - E)^2}{E}$$

where O and E represent the observed and expected number of individuals of the i-th genotype.

RESULTS

Both C and G alleles for each animal were visualised by agarose gel electrophoresis in which animals possessing both amplifications were recorded as heterozygous. Accordingly, animals with single amplification were recorded as homozygous CC or homozygous GG based on the amplified allele in agarose gel electrophoresis. A total of two alleles (C and G) and three genotypes (CC, CG, and GG) were observed in Pırlak breed in terms of *HSP90AA1* (112G>C) polymorphism (Figure 1). G allele frequency (0.61) was higher than C allele frequency (0.39) whereas CC, CG, and GG frequencies were 0.183, 0.404, and 0.413, respectively. X² test indicated that the Pırlak population was in Hardy-Weinberg equilibrium in terms of the *HSP90AA1* region.

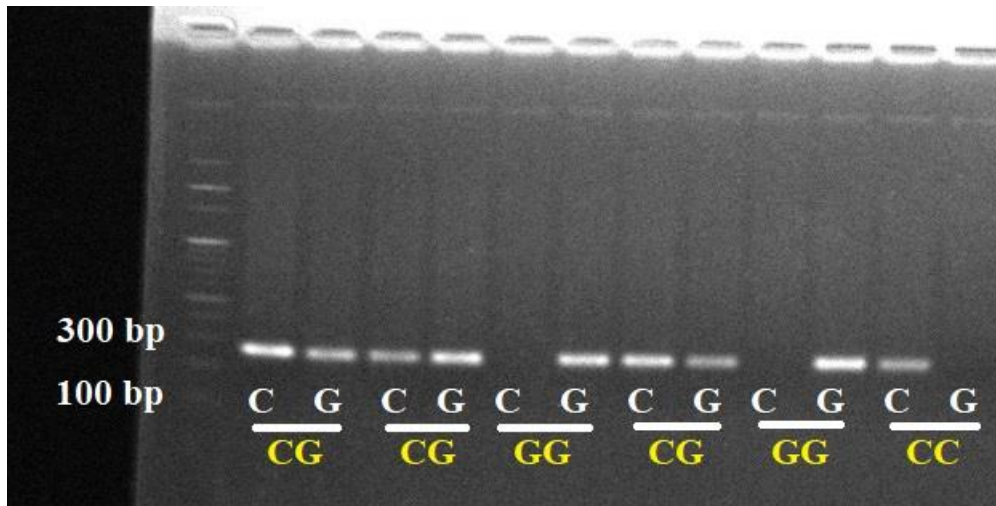


Figure 1. Agarose gel image of 254 bp length alleles amplified via AS-PCR

Şekil 1. AS-PCR ile çoğaltılan 254 bp uzunluğundaki allellerin agaroz jel görüntüsü

DISCUSSION AND CONCLUSION

As reported by McManus et al. (2020), climate change may affect environmental conditions such as alteration in the air temperature, precipitation, atmospheric carbon dioxide level as well as water availability which has negative effects on economically important traits and welfare in farm animals (Demir et al. 2020). Therefore, genomic regions related to heat stress should be analysed in order to obtain heat-tolerant animals with desired genotype combinations. Of these

genomic regions, HSPs offer several desired genotypes to obtain heat-tolerant animals, since they play a vital role in adaptation to heat stress.

In this study, desired C allele and CC genotype in terms of heat tolerance were present in Pırlak breed at sufficient frequency. Moreover, the frequency of the C allele and CC genotype were higher in Pırlak breed than in Indian sheep breeds (Singh et al. 2017). It is not surprising since animals were randomly chosen from the five herds raised in the rangeland-based breeding

system in which animals have been grazed in meadows during the summer months for generations in Antalya province. As reported by Demir et al. (2022), the rangeland-based breeding system not only decreases feed costs for farmers but also exposes the animals to high temperatures and direct solar radiation by which animals may develop adaptation against heat stress through generations. Another study conducted by Oner et al. (2012) revealed new indel (AA) polymorphisms in the *HSP90AA1* gene region in ten Turkish sheep breeds (Akkaraman, Çine Çaparı, Dağlıç, Gökçeada, Hemşin, İvesi, Karayaka, Kıvırcık, Morkaraman, and Sakız). The authors revealed that although this new indel was not significantly associated with climatic parameters, the *HSP90AA1* gene region was polymorphic in all sheep breeds (Oner et al. 2012).

The *HSP90AA1* gene was also reported to be associated with thermotolerance in several farm animals such as cattle (Badri et al. 2018), and chicken (Chen et al. 2013). However, it is noteworthy that variations in the *HSP90AA1* gene are not only associated with heat stress but they may also affect several traits. For example, Marcos-Carcavilla et al. (2008) confirmed that polymorphisms in the *HSP90AA1* gene were also related to the scrapie incubation period, while they were reported to be associated with sperm DNA fragmentation in sheep (Salces-Ortiz et al. 2015).

In conclusion, genetic variations of the *HSP90AA1* gene region in Pırlak breed were assessed in a cost-effective manner by previously designed AS-PCR. The *HSP90AA1* gene region, which was reported to be directly associated with heat tolerance and susceptibility, was found polymorphic in Pırlak breed. Moreover, the frequency of the desired allele and genotype turned out to be sufficient in Pırlak. This polymorphism should be conserved in the population, since climate change is an ongoing phenomenon, and it is estimated that the temperature will increase gradually in the future. Polymorphisms in the genomic regions related to heat tolerance will play a vital role for farmers to conduct selection practices against environmental challenges in the future. However, compared to other native Turkish sheep breeds, molecular characterisation studies of Pırlak breed are scarce. Besides, phenotypic data related to heat stress (with rectal temperature, pulse rate, hemoglobin level, and neutrophil/lymphocyte ratio) are not recorded by the farmers. We highly recommend the subsequent studies to analyze the other genomic regions related to environmental stressors with phenotypic records in Pırlak breed.

Financial Support

This study was financially supported by TÜBİTAK, the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (Project No: 1919B012101337).

Ethical Statement

This study was approved by Akdeniz University Animal Experiments Local Ethic Committee (Protocol No: 1392/2022.01/004).

REFERENCES

- Badri TM, Chen KL, Alsiddig MA, Li L, Cai Y, Wang GL. 2018. Genetic polymorphism in Hsp90AA1 gene is associated with the thermotolerance in Chinese Holstein cows. *Cell Stress and Chaperones* 23: 639-651.
- Chen ZY, Gan JK, Xiao X, Jiang LY, Zhang XQ, Luo QB. 2013. The association of SNPs in Hsp90 β gene 5' flanking region with thermo tolerance traits and tissue mRNA expression in two chicken breeds. *Molecular Biology Reports*, 40: 5295-5306.
- Çelikeloğlu K, Erdoğan M, Hacan Ö, Koçak S, Bozkurt Z, Tekerli M. 2018. Pırlak koyunlarında BMP1B, BMP15 ve GDF9 genlerinde olası polimorfizmlerin araştırılması. *Kocatepe Veterinary Journal* 11(4): 356-362.
- Demir E, Bilginer U, Balcioglu MS, Karsli T. 2021. Direct and indirect contributions of molecular genetics to farm animal welfare: a review. *Animal Health Research Reviews* 22(2): 177-186.
- Demir E, Ceccobelli S, Bilginer U, Pasquini M, Attard G, Karsli T. 2022. Conservation and selection of genes related to environmental adaptation in native small ruminant breeds: a review. *Ruminants* 2(2): 255-270.
- Hoffmann G, Herbut P, Pinto S, Heinicke J, Kuhla B, Amon T. 2020. Animal-related, non-invasive indicators for determining heat stress in dairy cows. *Biosystems Engineering* 199: 83-96.
- Karsli BA, Demir E, Fidan HG, Karsli T. 2020. Assessment of genetic diversity and differentiation among four indigenous Turkish sheep breeds using microsatellites. *Archives Animal Breeding* 63(1): 165-172.
- Kumar D, Yadav B, Choudhury S, Kumari P, Madan AK, Singh SP, Routh PK, Ramchandran N, Yadav S. 2018. Evaluation of adaptability to different seasons in goat breeds of semi-arid region in India through differential expression pattern of heat shock protein genes. *Biological Rhythm Research* 49(3): 466-478.
- Marcos-Carcavilla A, Calvo JH, González C, Moazami-Goudarzi K, Laurent P, Bertaud M, Hayes H, Beattie AE, Serrano C, Lyahyai J, Martín-Burriel I, Serrano M. 2008. Structural and functional analysis of the HSP90AA1 gene: distribution of polymorphisms among sheep with different responses to scrapie. *Cell Stress and Chaperones* 13: 19-29.
- Miller S, Dykes D, Polesky H. 1988. A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. *Nucleic Acids Research* 16(3): 1215-1215.
- Niyas PA, Chaidanya K, Shaji S, Sejian V, Bhatta R. 2015. Adaptation of livestock to environmental challenges.

- Journal of Veterinary Science and Medical Diagnosis 4(3): 1-7.
- Oner Y, Calvo JH, Serrano M, Elmaci, C. 2012. Polymorphisms at the 5' flanking region of the HSP90AA1 gene in native Turkish sheep breeds. *Livestock Science* 150(1-3): 381-385.
- Park H, Ahn IY, Lee HE 2007. Expression of heat shock protein 70 in the thermally stressed Antarctic clam *Laternula elliptica*. *Cell Stress and Chaperones* 12(3): 275-282.
- Peakall R, Smouse PE 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics* 28: 2537-2539.
- Salces-Ortiz J, Ramon M, Gonzalez C, Perez-Guzman MD, Garde JJ, Garcia-Alvarez O, Maroto-Morales A, Calvo JH, Serrano MM. 2015. Differences in the ovine HSP90AA1 gene expression rates caused by two linked polymorphisms at its promoter affect rams sperm DNA fragmentation under environmental heat stress conditions. *PLoS One* 10(2): e0116360.
- Sancar MC, Güngör Ş. 2022. Analysis of Antalya province bioclimatic comfort features according to heat index. *International Journal of Eurasia Social Sciences* 13(48): 710-723.
- Singh KM, Singh S, Ganguly I, Nachiappan RK, Ganguly A, Venkataramanan R, Chopra A, Narula HK. 2017. Association of heat stress protein 90 and 70 gene polymorphism with adaptability traits in Indian sheep (*Ovis aries*). *Cell Stress and Chaperones* 22: 675-684.



Anaerobik Gut Funguslarının Uzun Süreli Muhafazalarında Agarlı Besi Yerlerinin ve Ön Soğutma İşleminin Etkinliğinin Araştırılması[#]

Effectiveness of Agar Nutrient and Precooling Process for Long Term Storage of Anaerobic Gut Fungi

Tuğçe TURGUT^{1*} 0000-0003-2147-5526 Ayşe Nur TANIŞ^{1,2} 0000-0002-4369-0916 Emin ÖZKÖSE¹ 0000-0001-5710-4175
M. Sait EKİNCİ¹ 0000-0001-7994-0203

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş

² Şimdiki adresi: Konya Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Konya

ÖZET

Amaç: Anaerobik gut funguslarının (AGF) kültüre alınması ve uzun süreli muhafazası özellikle aerobik mikroorganizmalar ve prokaryotik gut mikrobiyom ile karşılaştırdıklarında göreceli olarak düşük verimlidir. Anaerobik koşullar altında yapılan bu muhafaza işleminde hücre yapılarının düşük sıcaklıklarda uzun süreli korunması amacıyla gliserol, dimetil sülfoksit (DMSO), kan serumu, polivinilpirolidon (PVP) ve sorbitol gibi kriyoprotektanlar kullanılır.

Materyal ve Metot: Bu çalışmada farklı enerji kaynakları (buğday samanı, sükröz, dekstroz, ksiloz ve glikoz) kullanılarak dağ keçisi dışkılarından izolasyonu ve saflaştırılması yapılan *Caecomyces* GMLF77 izolatı ile kültür koleksiyonundan temin edilen *Orpinomyces* GMLF18 izolatı 6 aylık süreyle eğik agar ve Roll tüp agar besi yerlerinde farklı sıcaklık kombinasyonlarında muhafaza edilmiş ve izolatların yaşama oranları analiz edilmiştir.

Bulgular: *Caecomyces* GMLF77 izolatı en yüksek yaşama oranını (%67) ksiloz içeren eğik agar içerisinde %15 gliserol varlığında doğrudan -196 °C'de (sıvı azot) muhafazaya alındığında göstermiştir. *Orpinomyces* GMLF18 ise glikoz içeren eğik agarlı besi yerinde, 6 aylık süreyle ön soğutmasız -196 °C'de muhafazasında %83 yaşama oranı göstermiştir. Diğer taraftan her iki izolat da kullanılan tüm besi yeri ve enerji kaynaklarında 4 °C'de ön soğutmaya tabi tutulduklarında yaşama şansı bulamamışlardır.

Sonuç: Sonuçlar fungal izolatların sıvı azota aktarılmadan önce ön soğutma işlemine tabi tutulmalarının uzun süreli yaşama oranlarının artırılmasına önemli bir katkı sağlamadığını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Agar, anaerobik gut fungus, kriyoprotektan, mikrobiyal muhafaza, sıvı azot.

ABSTRACT

Objective: Culturing and long term storage of anaerobic gut fungi (AGF) is a more challenging process compared to aerobic and prokaryotic gut microbiome. For prolonged storage, carried out under anaerobic conditions, various cryoprotectants such as glycerol, dimethyl sulfoxide (DMSO), blood serum, sorbitol, and polyvinylpyrrolidone (PVP) are widely used to protect the cell from possible damages of freezing.

Materials and Methods: *Caecomyces* GMLF77 was isolated and purified from wild goat feces using various energy sources (wheat straw, sucrose, dextrose, xylose and glucose), and *Orpinomyces* GMLF18 was obtained from the culture collection. Both isolates were stored in agar slant and Roll tube agar media at different temperature combinations until 6 months and later survival rates of the isolates were analyzed.

Results: The isolate *Caecomyces* GMLF77 showed the highest survival rate (67%) when it was grown in the agar slant medium containing xylose as sole energy source and stored directly at -196 °C (liquid nitrogen) under the preservation of 15% glycerol. The isolate *Orpinomyces* GMLF18 showed survival rate of 83% after the six-month storage period when it was grown in agar slant medium containing glucose as sole energy source and kept at -196 °C without any precooling. No survival was observed for both isolates when they were treated at 4 °C, regardless of medium type and energy source used in the experiment.

Conclusion: The results suggest that precooling of fungal isolates in low temperatures just before long-term storage in liquid nitrogen has no remarkable positive effect on their survival rates.

Keywords: Agar, anaerobic gut fungi, cryoprotectant, microbial preservation, liquid nitrogen.

Geliş tarihi (Received): 09.12.2022

Kabul tarihi (Accepted): 17.03.2023

*Sorumlu yazar (correspondence): tugceturgut@ksu.edu.tr

[#]Bu makale sorumlu yazarın doktora tezinden elde edilmiştir.

Atf: Turgut, T., Tanış, A.N., Özköse, E., Ekinci, M.S. 2023. Anaerobik gut funguslarının uzun süreli muhafazalarında agarlı besi yerlerinin ve ön soğutma işleminin etkinliğinin araştırılması. Hayvansal Üretim 64(1): 17-26. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1217042>

Citation: Turgut, T., Tanış, A.N., Özköse, E., Ekinci, M.S. 2023. Effectiveness of agar nutrient and precooling process for long term storage of anaerobic gut fungi. Journal of Animal Production 64(1): 17-26. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1217042>

GİRİŞ

Mikoplazma, bakteriler, arkea, protozoanlar ve funguslar gibi mikroorganizmaların izolasyon ve saflaştırılma aşamalarından sonraki en önemli husus uzun süreli canlılıkları koruma amaçlı muhafaza edilmeleridir. Herhangi bir mutasyona ve genetik varyasyona uğramadan mikroorganizmaların saf kültür şeklinde ve temel niteliklerini kaybetmeden korunmaları hayati bir konudur. Kültürlerin saf olarak özelliklerini koruyabilmeleri ve daha uzun süreli canlılıklarını koruyabilmeleri açısından muhafaza koşullarının iyileştirilmesi önem arz etmektedir. Günümüzde kültürlerin güvenli bir şekilde muhafaza edilebilmeleri için kısa süreli ve uzun süreli saklama yöntemleri kullanılmaktadır. Kısa süreli saklama uygulamaları en yaygın ve en basit yöntem olan döngüsel alt kültüre alma, sıvı parafin altında saklama ve damıtılmış su içerisinde saklama şeklinde sıralanabilir (Ekinci ve ark., 2006; Öztürk ve ark. 2015). Bu yöntemlerin göreceli kolay uygulanabilir ve ekonomik olmasına karşın, süreklilik gerektirmesi ve bulaş riski altında bulunması gibi nedenlerle önemli dezavantajları da bulunmaktadır (Öztürk ve ark. 2015). Diğer taraftan hücrelerin dondurulması ve kristalize formdaki hücre içi sıvının vakum altında süblimasyon ile ortamdan uzaklaştırılması (liyofilizasyon) (Morgan ve ark. 2005) ve düşük sıcaklıklarda korunma (kriyoprezervasyon) yöntemleri ise son yıllarda en yaygın olarak kullanılan uzun süreli mikroorganizma muhafaza yöntemini oluşturmaktadır (Patapoff ve Overcashier, 2002; Çömlekçioğlu ve ark., 2008; Clark ve Stensvold, 2016). Özellikle liyofilizasyon olarak adlandırılan dondurarak kurutma, temel anlamda prokaryotik mikroorganizmaların geniş kültür koleksiyonlarını depolamak, taşımak ve uzun süreli muhafaza etmek için tercih edilen yöntemdir (Morgan ve ark. 2005).

Mikroorganizmaların hücre yapılarının saklama koşullarından etkilenmemesi için koruyucu kimyasallar kullanılmaktadır. Bu kimyasallar içerisinde yaygın olarak kullanılmakta olan gliserol, dimetilsülfoksit (DMSO) ve polietilen glikol (PEG) gibi kriyoprotektanlar hücre içerisine de girerek donma zararına karşı hücre bütünlüğünü hem içerden hem de dışardan korurken, sakkaroz, glikoz, sorbitol, mannitol, dekstran ve nişasta gibi maddeler koruyuculuklarını sadece hücre dışından sergilemektedirler (Korbitt ve ark. 1997). Bu aditifler içerisinde anaerobik gut

fungusları (AGF)'nin ökaryotik hücre yapılarının korunması amacıyla en yaygın olarak kullanılanları ise moleküler ağırlığı (MW) 92.09 olan ve göreceli daha yavaş bir hücre penetrasyonuna sahip gliserol ile düşük moleküler ağırlıklı (MW=78.13) ve hücre penetrasyonu 30 dakikadan daha kısa süren DMSO'dur (Yarlett ve ark., 1986).

AGF'nin ilk olarak kültüre alınmaları 1975 yılında Orpin (1975) tarafından gerçekleştirilmiştir. AGF, ruminantlar başta olmak üzere birçok herbivor ile bazı sürüngenlerin sindirim sisteminde yaşam alanı bulurlar (Davies ve ark., 1993; Atanasova-Pancevska, Kungulovski, 2018). Günümüze kadar 20 cinsi rapor edilmiş olan ve enerji gereksinimi için mitokondri yerine hidrojenozom içeren (Yarlett ve ark., 1986; Yazdıç ve ark., 2021) bu mikroorganizmaların hemen tamamına yakınının ortak özelliği hayvanlar tarafından alınan bitkisel biyokütlenin di(mono)merlerine kadar enzimatik ve kısmen fiziki olarak parçalanması olduğu bilinmektedir (Joblin, 1989; Ekinci ve ark. 2006; Hooker ve ark., 2018). Geniş yelpazeli endüstriyel öneme sahip enzimatik sistemleri (Akyol ve ark., 2009) nedeniyle hayvan besleme dahil günümüz biyoteknolojik çalışmalarında (Özköse ve ark., 2009) yoğun olarak kullanılan bu mikroorganizmaların uzun süreli muhafaza edilmeleri konusu her geçen gün önemini biraz daha artırmaktadır (Chetverikova 2009; Solomon ve ark., 2016).

AGF *in vitro* şartlarda kullanılan besi yerindeki karbon kaynağının yapısına bağlı olarak (glikoz, ksiloz gibi suda eriyebilir hazır enerji kaynakları kullanıldığında daha kısa olmak üzere) 8-32 saat süren bir hayat döngüsüne sahiptir (Lowe ve ark., 1987; Özköse ve ark.2001). AGF'nin *in vitro* şartlarda ideal kültür sıcaklığı 39 °C'dir ve bu sıcaklıkta uzun süreli kültüre alınabilmeleri için 2-5 günlük süreler içerisinde yeni besi yerlerine aktarılmaları gerekir. Bu işlem yapılmadığı durumlarda karbon kaynağının azalması, metabolik faaliyet sonucu açığa çıkan gazlar nedeniyle ortam basıncının yükselmesi ve en önemlisi pH seviyesinin düşmesi gibi nedenlerle fungusların yaşam kıstasları önemli ölçüde kısıtlanmakta ve sonunda kültür ölümü gerçekleşmektedir (Milne ve ark., 1989). Diğer taraftan bazı monosentrik üreme sistemine sahip fungal izolatların 7 aya kadar enerji kaynağı olarak sisal içeren bazal besi yerlerinde 39 °C'de alt kültüre alınmadan yaşamlarını sürdürdükleri rapor edilmiştir (Joblin 1981). Benzer şekilde polisentrik

üreme sistemine sahip *Anaeromyces* sp EO12 suşunun yaklaşık 2 ay kadar benzer şartlarda canlılığını koruyabildiği bilinmektedir (Brookman ve ark., 2000, Özkose, 2001). Anaerobik fungal cinsler içerisinde yer alan ve küresel rizodial yapıya sahip *Cyllumyces* sp. ve *Caecomyces spp'*ye ait bireyler diğerlerine göre düşük sıcaklıkta muhafaza sonrası canlandırmalarında/aktifleştirilmelerinde düşük canlılık oranlarına sahiptirler (Özkose, 2001; Nagpal ve ark. 2012). Bu cinslerin kültür koleksiyonlarındaki canlılık oranlarını arttırmak amaçlı sınırlı sayıda yapılan çalışmalarda -70 °C'de en iyi saklama yöntemi %10 gliserol ile saklama olarak önerilmiştir. Bunu %10 DMSO ve %10 etilen glikol takip etmiştir. Ancak bütün bu çalışmalar yine diğer cinsler arasındaki canlılık oranının altında kalmakta ve yine diğer cinslere oranla daha kısa zaman diliminde canlı kalabilmektedirler (Nagpal ve ark. 2012). *Neocallimastix patriciarum*, kriyoprotektan olarak %5 DMSO içeren sıvı ortamda başarıyla muhafaza edilebildiği daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir (Orpin ve Bountiff, 1978). Bu cinsle ait muhafaza çalışmalarında -80 °C'de uzun süreli muhafaza test edilmiş ancak fungusun sadece sıvı azot ile uzun süreli muhafazada başarı elde edilebildiği rapor edilmiştir (Yarlett ve ark., 1986). Rumenin iki önemli ökaryotik mikrobiyal grubunu oluşturan protozoa ve AGF'nin *in vitro* koşullarda uzun süreli muhafazaları diğer grupları oluşturan ökaryotik mikroorganizmalara göre çok daha problemlidir (Campbell ve ark., 2020). Gerek AGF gerek protozoa grubu için henüz etkin bir uzun süreli muhafaza yöntemine ait protokol oluşturulamamış olup, özellikle funguslar için kullanılan protokoller ise çok çeşitli etkinlikler göstermektedir. Bu nedenle bu çalışmada küresel (bulbous body) rizodial sisteme sahip *Caecomyces* sp GMLF77'nin izolasyonu, saf kültürünün elde edilmesi, putatif olarak tanımlanması yapılmış ve ön soğutma ile iki farklı agarlı besi yerinin düşük sıcaklıklarda uzun süreli muhafaza koşullarının optimize edilmesindeki etkinliğinin araştırılması hedeflenmiştir. Uzun süreli muhafaza şartlarının belirlenmesi aşamasında misel yapısında bir rizoidal tallus sistemine sahip olan ve polisentrik üreme özellikleri gösteren *Orpinomyces* sp GMLF18 ile birlikte araştırmaya tabi tutulmuştur. Böylece küresel rizoidal sisteme sahip fungal izolat ile misel/filament formunda rizoidal yapıya sahip izolat arasında uzun süreli muhafaza yöntemlerinin karşılaştırılmasına olanak sağlanmıştır. Aynı zamanda anaerobik fungusların muhafaza altına alınması sırasında kullanılan ön soğutma işlemine tabi tutulmuş dondurulma yöntemi ile muhafazanın funguslar aktifleşme oranları üzerindeki etkileri de araştırılmış ve böylece optimum süre ve optimum sıcaklık ile kullanılan fungal

kültürlerin uzun süreli canlı kalabilme yeteneklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Anaerobik Gut Funguslarının İzolasyonu, Saflaştırılması ve Kültür Şartları

KSÜ Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği Laboratuvarı (BİGEM) dışkı koleksiyonunda bulunan Kahramanmaraş'ın Andırın ilçesi kırsalından toplanmış dağ keçisi dışkı fungus izolasyonu kaynağı olarak kullanılmıştır. Fungal izolasyon aşamasında Orpin'in (1976) anaerobik besi yerlerinde buğday samanı, sükröz, dekstroz, glikoz veya ksiloz (5 g/L) tek enerji kaynağı olarak kullanılmış (katı besi yerlerine %1 agar eklenmiştir) ve CO₂ akımı altında kültür tüplerine aktarılmıştır (Theodorou ve ark., 1994). İzolat katı besi yeri olan ve enerji kaynağı olarak ksiloz içeren Roll tüp metodu kullanılarak saflaştırılmış (Joblin, 1981) ve bu izolat GMLF77 olarak adlandırılmıştır. GMLF77 için yapılacak olan deneysel çalışmalarda karşılaştırma yapabilmek amacıyla yine BİGEM fungus kültür koleksiyonunda (sıvı azot içerisinde) yer alan ve putatif şekilde *Orpinomyces* olarak tanımlanmış filamentli tallus yapısına sahip GMLF18 izolatı kullanılmıştır.

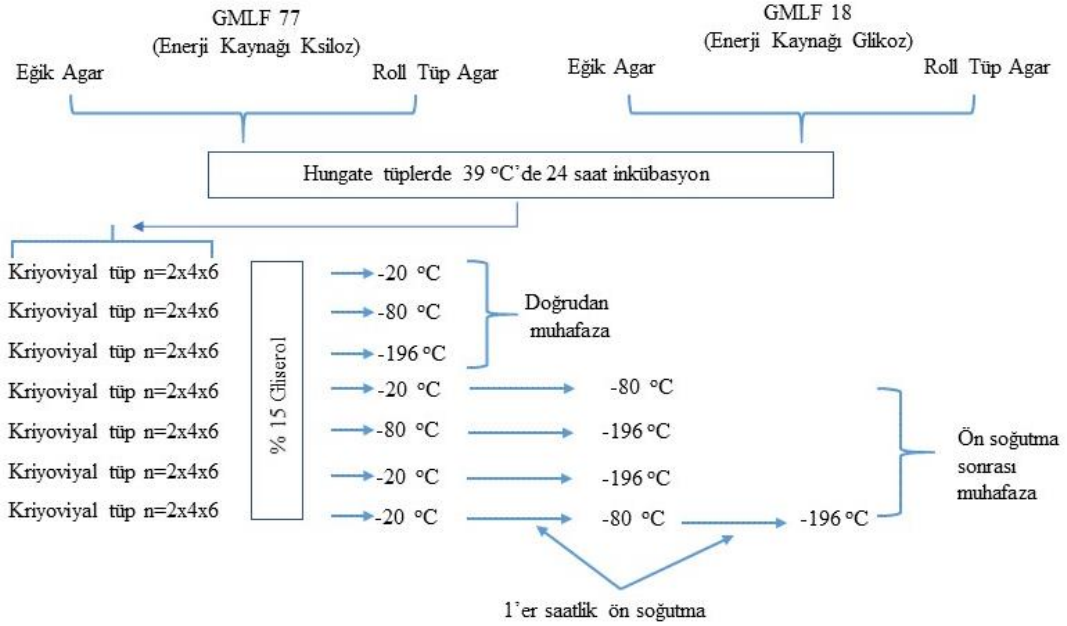
GMLF18 izolatının aktive edilmesi

İzolatların dondurulma ve tavlama işlemleri Çömlekçiöğlü ve ark. (2008) tarafından rapor edilmiş olan metodoloji kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada GMLF18 izolatı sıvı azottan çıkartıldıktan sonra yavaş tavlama (buz içerisinde bekletilerek) şeklinde çözüldürülmüştür. Daha sonra CO₂ akımı altında kriyoprotektan olarak kullanılan gliserol enjektör yardımı ile alınmış ve fungal hücreler enerji kaynağı olarak glikoz içeren anaerobik sıvı besi yerlerine aktarılmıştır. Olası mikrobiyal bulaşmayı engellemek amacıyla kültür şartları ve inokülasyon prosedürlerinde gerekli önlemler alınmıştır (Brookman ve ark., 2000).

Uzun süreli muhafaza deneme deseni

Uzun süreli muhafaza yönteminde Roll tüp agar ve eğik agar ile birlikte kullanılmak üzere hazırlanan ve enerji kaynağı olarak sırasıyla ksiloz ve glikoz içeren besi yerlerine GMLF77 ve GMLF18 izolatları inoküle edilerek 39 °C'de 24 saat süreyle Hungate tüplerinde (125x16 mm, Bellco Glass Inc., USA) inkübe edilmiştir.

İnkübasyon sonunda eğik agar ve roll tüp agar denemelerinde her bir örnek hattı için 24'er adet kriyoviyal tüp (4 muhafaza süresi x 6 tekrür) %15 gliserol (Solomon ve ark., 2016) kullanılarak muameleye alınmıştır. Bu örnekler ya doğrudan -20 °C, -80 °C ve -196 °C'de (sıvı azot - LN₂) muhafazaya tabi tutulmuş ya da dört farklı aşamalı soğutma ile



Şekil 1. Uzun süreli saklama koşullarını belirlemek üzere planlanan deneme deseni. Her bir izolat (GMLF77 ve GMLF18) için kurulan deneme hattında 2x4x6 (agar çeşidi x muhafaza süresi x tekrür) = 48 adet kriyoprotektan (%15 gliserol) içeren kriyoviyal tüp kullanılmıştır.

Figure 1. Experimental design planned for long-term storage conditions. In the experimental line established for each isolate (GMLF77 and GMLF18), 2x4x6 (agar type x storage period x repeats) = 48 cryovials including cryoprotectant (15% glycerol) were used.

muhafazaya tabi tutulmuştur. Bu aşamalarda örnekler; i) -20 °C'de 1 saat soğutulup -80 °C'de muhafaza edilmiş; ii) -80 °C'de 1 saat soğutulup sonra -196 °C'de muhafaza edilmiş; iii) -20 °C'de 1 saat soğutulup -196 °C'de muhafaza edilmiş; iv) sırasıyla -20 °C ve -80 °C'de 1'er saat soğutulup -196 °C'de muhafaza edilmiştir (Şekil 1). Muhafaza süreleri her bir örnek hattı için 1 hafta, 2 hafta, 3 hafta ve 6 ay olarak uygulanmıştır.

Her bir muhafaza periyodundan (1 hafta, 2 hafta, 3 hafta ve 6 ay) sonra soğuk muhafaza ortamından çıkarılan kriyoviyal tüpler (6'şar adet) buza konularak oda sıcaklığında çözdürülmüştür (yavaş çözünme). Çözünmüş olan GMLF77 izolatu enerji kaynağı olarak ksiloz, GMLF18 izolatu ise glikoz içeren sıvı besi yerlerine (ortamdaki kriyoprotektan madde uzaklaştırıldıktan sonra) karbondioksit akımı altında öze kullanılarak aktarılmıştır. Anaerobik fungusların optimum gelişim gösterdiği 39 °C'de inkübatöre bırakılan örneklerin gelişimleri 14 gün süreyle ters (inverted) mikroskop (SOIF XDS-1B) kullanılarak gözlemlenmiştir (Theodorou ve ark., 1994).

BULGULAR

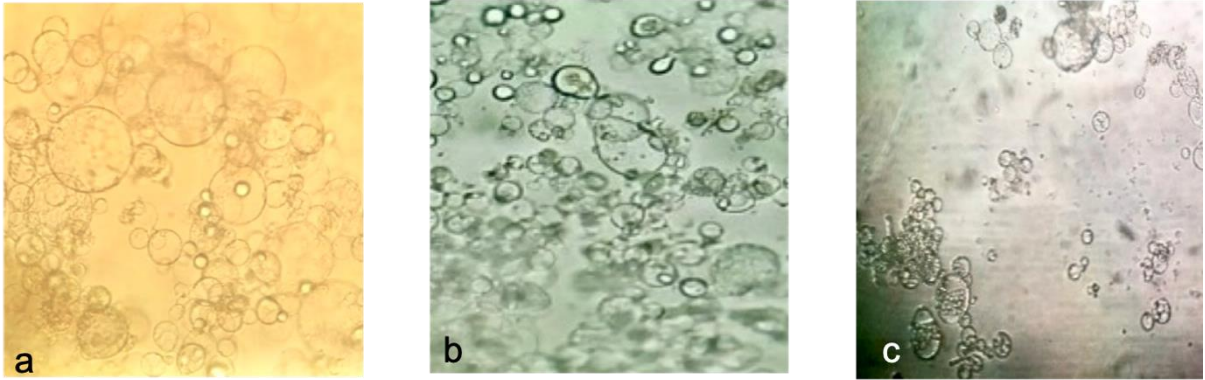
GMLF77 izolatinın izolasyonu aşamasında 5 farklı enerji kaynağı (buğday samanı, sükröz, dekstroz, glikoz veya ksiloz) kullanılmış ve izolatu optimum gelişim ve üremeyi besi yerlerinde ksiloz kullanıldığında gerçekleştirdiği belirlenmiştir. İzolat en zayıf metabolik faaliyeti ise besi yerlerinde enerji kaynağı olarak sükröz kullanıldığında göstermiş, hatta uzun süreli sükröz içeren besi yerlerinde alt kültür çalışması yapıldığında izolatu gelişiminin oldukça yavaşlaması ve kültürün kaybedilme riskinin ortaya çıkması söz konusu olmuştur. Fakat dönüşümlü olarak sükröz-dekstroz veya sükröz-glikoz ya da sükröz-ksiloz gibi sıralı kültür çalışmaları yapıldığında izolatu normal gelişimine devam ettiği gözlemlenmiştir. Besi yerlerinde suda erimeyen enerji kaynağı olan buğday samanı kullanıldığında ise metabolik faaliyetin minimum olduğu ve gelişimin göreceli olarak zayıf olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda enerji kaynağı olarak buğday samanı kullanıldığında GMLF77'ye ait gelişim incelenmiş ve popülasyonda zoospor salınımı gözlemlenememişken, enerji kaynağı olarak ksiloz bulunan besi yerinde ise yaygın bir zoospor salınımı gözlemlenmiştir (veri gösterilmemiştir). Bu nedenle araştırmada GMLF77 izolatinın kültür çalışmaları ve

uzun süreli muhafazaları denemelerinde besi yerlerinde enerji kaynağı olarak ksiloz kullanılmıştır.

GMLF77 izolatının ağ şeklinde filamentli yapıda değil küresel rizoidal yapıda tallus formuna sahip olması, zoosporlarının çok kamçılı olması, her bir tallus için bir adet kese boynu ve bir adet zoospor kesesi içermesi gibi temel morfolojik özelliklerinden dolayı putatif olarak *Caecomyces* olarak tanımlanmıştır (Şekil 2).

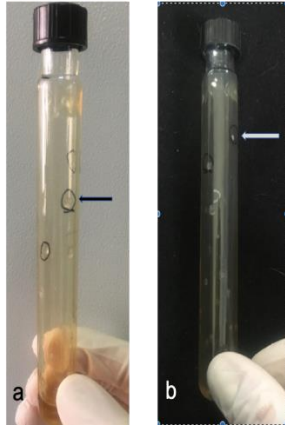
Orpinomyces GMLF18 izolatı sıvı azottan çıkarıldıktan sonraki kültür çalışmalarında besi yerlerinde dekstroz,

sükroz, ksiloz, glikoz ve buğday samanı olmak üzere 5 farklı enerji kaynağı kullanılmıştır. Araştırmanın ilk aşamaları olan kültüre alıştırma döneminde (5-6 alt kültür) kullanılan bu enerji kaynaklarının tamamında GMLF18 izolatının benzer büyüme aktivitesi göstermesi (veriler gösterilmemiştir) ve agarlı besi yerlerinde kullanım kolaylığı nedeniyle glikoz enerji kaynağı olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla araştırmanın sonraki aşamalarında (kültüre alma ve uzun süreli muhafaza denemeleri) GMLF18 izolatı için besi yerlerinde enerji kaynağı olarak glikoz kullanılmıştır.



Şekil 2. GMLF77 izolatının farklı enerji kaynakları içeren besi yerlerindeki gelişimini örnekleyen mikroskopik görüntüler. Enerji kaynağı olarak ksiloz içeren besi yerinde gelişim (a), glikoz içeren besi yerindeki gelişim (b), dekstroz içeren besi yerindeki gelişim (c) (100 × 0.25 SOIF XDS-1B ters mikroskop görüntüsü).

Figure 2. Exemplified microscopic images of the isolate GMLF77 growing on the media containing various energy sources. Xylose (a), glucose (b), and dextrose (c) as sole energy sources (100 × 0.25 SOIF XDS-1B inverted microscope image)



Şekil 3. Enerji kaynağı olarak ksiloz içeren Roll tüp agar tüplerinde GMLF77 izolatında 48 saat sonunda gelişim gözlenmeye başlamışken (a), glikoz içeren besi yerinde inkübe edilen GMLF18 izolatında ilk koloni gelişimi 24 saatin sonunda gerçekleşmiştir (b).

Figure 3. In Roll tube agar tubes containing xylose as an energy source, the GMLF77 isolate started to grow at the end of 48 hours (a), while the first colony development in the GMLF18 isolate incubated in the medium containing glucose was observed at the end of 24 hours (b).

Fungal gelişimi belirlemek amacıyla *Caecomyces* GMLF77 ve *Orpinomyces* GMLF18 izolatları enerji kaynağı olarak sırasıyla ksiloz ve glikoz kullanılmış olan roll tüp agara ekimleri yapılmış, 39 °C'de koloni gelişimi görülene kadar inkübasyona bırakılmıştır. Mevcut çalışma kapsamında izolasyonu ve saflaştırılması gerçekleştirilmiş olan GMLF77 izolatı için 48 saatlik inkübasyon sonrası koloni gelişimi gözlemlenmişken (Şekil 3a), GMLF18 izolatı için daha hızlı bir gelişim sözü konusu olmuş ve 24 saatin sonunda koloni gelişimi gözlemlenmiştir (Şekil 3b). Bu durum aynı şekilde izolatlar eğik agar içerisinde kültüre alındıklarında da gözlemlenmiştir.

Farklı Sıcaklıklardaki Muhafaza Sonuçları

Fungal izolatların muhafaza sıcaklığı olarak -20 °C, -80 °C ve -196 °C ile bu sıcaklıkların dört farklı kombinasyonu denenmiştir. Bu düşük sıcaklıklarda 1 hafta, 2 hafta, 3 hafta ve 6 ay süreyle muhafaza edilen izolatlar yavaş çözünme ile çözdürülmüş (her bir deneme için 6 kriyoviyal tüpün tamamı) ve GMLF77 izolatı ksiloz içeren, GMLF18 izolatı ise glikoz içeren sıvı besi yerlerine aktarılmıştır. Deneme hatasını minimize etmek amacıyla her birinden 2 tüpe aktarım yapılmış

Turgut ve ark.

olan izolatlarda 39 °C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresince tüm tüpler günlük olarak mikroskop yardımıyla incelenmiş ve pozitif tüpler belirlenmiştir. İnkübasyonun 14. gününde hala fungal gelişim gözlenemeyen tüpler negatif (aktifleşme gerçekleşmeyen) olarak değerlendirilmiştir. *Caecomyces* GMLF77 izolatu, muhafaza sıcaklığının -20 °C olduğu ve bu sıcaklıkla başlayan tüm sıcaklık kombinasyonlarında yaşama şansı bulamamış sadece -20 °C ve sonrasında -196 °C'ye aktarıldığında 1. hafta sonunda %17'lik zayıf bir aktifleşme söz konusu olmuştur. Muhafaza sıcaklığı olarak doğrudan -196 °C kullanılması durumunda ise %67 ile en yüksek aktifleşme oranı gözlemlenmiştir. *Orpinomyces* GMLF18 izolatu ise 1 haftalık muhafaza sürecinde kullanılan tüm sıcaklıklar ve sıcaklık kombinasyonlarında yaşama şansı bulmuştur. Bu izolatin en yüksek aktifleşme oranı (%100) ise kültürün doğrudan -196 °C'ye aktarılması ve bu sıcaklıkta muhafaza edilmesi durumunda elde edilmiştir. *Orpinomyces* GMLF18 izolatu için de GMLF77 izolatına benzer şekilde, doğrudan -20 °C'ye aktarılma ve -20 °C

ön soğutma ile başlayan muhafaza sıcaklıkları deneme sonunda ölçülen aktifleşme oranları, -20 °C ve sonrasında -196 °C'ye aktarma hariç, en düşük seviyede gerçekleşmiştir (Çizelge 1, Çizelge 2). Çalışma kapsamında ön soğutma olarak 1 saatlik 4 °C (buzdolabı sıcaklığı) muamelesi de denenmiş fakat hiçbir kombinasyon ve muhafaza sürecinde her iki izolat için de aktifleşme gerçekleşmemiştir (veri gösterilmemiştir).

Eğik Agar Üzerinde Uzun Süreli Muhafaza

Eğik agar tekniği ile muhafaza sonuçları incelendiğinde, hiçbir ön soğutma işlemi uygulanmadan -196 °C'de 1 haftalık muhafazadan sonra GMLF77 ve GMLF18 izolatlarına ait aktifleşme oranları sırası ile %67 ve %100 olarak belirlenmiştir. Diğer yandan doğrudan -20 °C'ye aktarılmış örnekler ile -20 °C'de ön soğutma yapıp -80 °C'de muhafaza edilen ve eğik agar üzerinde kültüre alınmış olan GMLF77 izolatında deneme sürelerinin hiçbirinde aktifleşme / canlılık görülmemiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Eğik agarda farklı sürelerde düşük sıcaklıklarda muhafazadan sonra aktifleştirilen GMLF77 ve GMLF18'in enerji kaynağı olarak sırasıyla ksiloz ve glikoz bulunan besi yerlerindeki yaşama oranları (---: Aktifleşme negatif).

Table 1. Survival rates of the isolates GMLF77 and GMLF18, activated after storage at low temperatures for different periods of time in the agar slant, in media containing xylose and glucose as energy sources, respectively (---: No resuscitation)

EĞİK AGAR								
Saklama Süreleri	GMLF77 (Enerji Kaynağı Ksiloz)				GMLF18 (Enerji Kaynağı Glikoz)			
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	6. Ay	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	6. Ay
Doğrudan -20 °C	---	---	---	---	%33.3	---	---	---
Doğrudan -80 °C	%16.6	%33.3	%50	%16.6	%33.3	%66.6	%50	%33.3
Doğrudan -196°C	%66.6	%50	%50	%66.6	%100	%66.6	%66.6	%83.3
-20 °C'den -80 °C	---	---	---	---	%16.6	%16.6	%16.6	---
-80 °C'den -196°C	%33.3	---	%33.3	---	%66.6	%33.3	%50	%33.3
-20 °C'den -196°C	%16.6	---	---	---	%50	%16.6	---	---
-20 °C' -80°C ve -196°C	---	---	---	---	%33.3	%33.3	%33.3	---

İki haftalık muhafaza sürecinin sonunda -20 °C'de muhafaza edilen GMLF77 ve GMLF18'e ait örneklerin hiçbir tekerrüründe canlılık gözlemlenmemiştir. Ön soğutma işlemi yapılmamış ve doğrudan -196 °C'de muhafaza edilen her iki örnek için kullanılan 6 kriyoviyal tüpten yapılan aktifleştirme sonucunda GMLF18 izolatında %67 aktifleşme söz konusu iken, GMLF77 izolatında %50 oranında gelişim belirlenmiştir.

Eğik agar yöntemi ile yapılan 3 haftalık muhafaza süresinin sonunda GMLF77 izolatının aktifleşme oranı diğer haftalarla karşılaştırıldığında -80 °C'de arttığı ancak en yüksek yaşama oranına ise izolatin ön soğutma işlemi yapmadan doğrudan -196 °C'ye alındığı ve bu sıcaklıkta muhafaza edildiği durumda gerçekleştiği belirlenmiştir (Çizelge 1).

GMLF18 ve GMLF77 izolatlarının aynı deneme deseninde 1 aylık ve 3 aylık uzun süreli muhafaza sonucu yaşama oranlarının 3 haftalık muhafaza sonuçları ile paralel gerçekleştiği belirlenmiştir (veri gösterilmemiştir). Eğik agarda 6 aylık muhafaza süresi sonunda en yüksek aktifleşme oranı GMLF77 ve GMLF18 izolatları için sırası ile %67 ve %83 ile ön soğutma uygulanmadan -196 °C 'de muhafaza edilen kriyoviyallerde gözlemlenmiştir. Her iki izolat için de -20 °C ve ön soğutmada -20 °C'nin kullanıldığı tüm kombinasyonlarda, GMLF18 için bazı istisnalar dışında, aktifleşme oranının en düşük seviyede gerçekleştiği tespit edilmiştir (Çizelge 1). Eğik agar denemesi değerlendirildiğinde genel olarak uzun süreli muhafaza işleminde başarı yüzdesi oldukça düşük olan GMLF77 izolatı ve diğer izolat GMLF18 için en uygun muhafaza yönteminin doğrudan -196 °C uygulaması olduğu belirlenmiştir.

Roll Tüp Agar Üzerinde Uzun Süreli Muhafaza

Roll tüp yönteminde agar içeren besi yerleri kültür tüplerinin iç yüzeyinde göreceli ince (ca 0.5 mm) bir

tabaka oluşturması ve fungal gelişimin temel olarak agar yüzeyinde gerçekleşmesi nedeniyle eğik agar metodundan ayrılmaktadır. Bu farklılığın fungusların uzun süreli düşük sıcaklıkta muhafaza koşullarında yaşama oranlarına olası etkisi de bu çalışma kapsamında araştırılmıştır. Bu amaçla aşamalı olarak düşük sıcaklıklarda tutulan her iki fungal izolat eğik agarda yetiştirilen izolatlar ile aynı deneme modeline tabi tutulmuş (Şekil 1) ve aynı periyotlarda yeniden aktifleştirme denemeleri gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle farklı ön soğutma muamelelerine tabi tutulmuş ve belirlenen sürelerde muhafaza edilmiş izolatlar ait bulgular Çizelge 2'de verilmiştir. Roll tüp agar kullanılarak yapılan deneme sonucunda her iki izolat için en iyi gelişimlerin kültürlerin doğrudan -196 °C sıcaklığa aktarılmaları ve burada muhafaza edilmeleri durumunda gerçekleştiği belirlenmiştir. Muhafaza sıcaklıklarından -20 °C'nin kullanıldığı denemelerde ise GMLF77 izolatında aktifleşme olmazken, GMLF18 izolatında en düşük aktifleşme oranı gözlemlenmiştir.

Çizelge 2. Roll tüp agarda farklı sürelerde düşük sıcaklıklarda muhafazadan sonra aktiveleştirilen GMLF77 ve GMLF18'in enerji kaynağı olarak sırasıyla ksiloz ve glikoz bulunan besi yerlerindeki yaşama oranları (---: Aktifleşme negatif).

Table 2. Survival rates of the isolates GMLF77 and GMLF18, activated after storage at low temperatures for different periods of time in the Roll tube agar, in media containing xylose and glucose as energy sources, respectively (---: No resuscitation)

ROLL TÜP AGAR								
Saklama Süreleri	GMLF77 (Enerji Kaynağı Ksiloz)				GMLF18 (Enerji Kaynağı Glikoz)			
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	6. Ay	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	6. Ay
Doğrudan -20 °C	---	---	---	---	%33.3	%16.6	---	---
Doğrudan -80 °C	%33.3	%50	%33.3	---	%83.3	%50	%50	%33.3
Doğrudan -196°C	%66.6	%50	%50	%50	%83.3	%83.3	%83.3	%66.6
-20 °C'den -80 °C	---	---	---	---	%33.3	---	---	---
-80 °C'den -196°C	%33.3	---	---	---	%66.6	%33.3	%33.3	%33.3
-20 °C'den -196°C	---	---	---	---	%16.6	---	---	---
-20 °C' -80°C ve -196°C	---	---	---	---	%16.6	---	---	---

Roll tüp agar muhafaza denemesinde GMLF77 ve GMLF18 izolatları için en kısa süre olan 1 haftalık muhafaza süresinde en yüksek canlılık oranı sırası ile %67 ve %83 ile doğrudan -196 °C'de saklanan örneklerde gözlemlenmiştir. Bu besi yerinde 2 hafta boyunca muhafaza edilen GMLF77 ve GMLF18 izolatları için elde edilen aktifleşme verilerinin, 1 haftalık muhafaza süresinde elde edilen veriler ile

yaklaşık özellikleri taşıdığı belirlenmiştir. En uzun süreli saklama süreci olan 6 aylık dönem için en yüksek canlılık oranı GMLF77 ve GMLF18 izolatları için sırası ile %50 ve %67 oranında doğrudan -196 °C'de muhafaza edilen kültürlerde gözlemlenmiştir. Roll tüp agar kullanılarak doğrudan -196 °C'de yapılan 6 aylık muhafaza işleminin GMLF77 izolatının yaşama oranına önemli bir etkisinin olmadığı fakat GMLF18 izolatının

%83 olan aktifleşme oranının bu süreç sonunda kısmen etkilenecek %67'ye gerilediği belirlenmiştir. Buna göre Roll tüp agar yöntemi ile stok alınan GMLF77 ve GMLF18 izolatlarının muhafaza süresinin uzamasının (6 aya kadar belirlenmiştir) stoklardaki canlılık oranlarını önemli ölçüde değiştirmedeği görülmüştür (Çizelge 2).

Roll tüp agar ile muhafaza çalışmasının diğer zaman dilimlerinden 1 aylık zaman dilimi ile 3 aylık zaman dilimindeki muhafaza sonuçları (veri gösterilmemiştir) ile 6 aylık muhafaza süreci sonunda elde edilmiş olan aktifleşme oranları benzer bulunmuştur. Bir başka anlamda bu süreler içerisinde aktifleşme oranlarında bir azalma görülmediği gibi aktifleşme gözlemlenmeyen sıcaklıklarda da herhangi bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak hem *Caecomyces* GMLF77 hem de *Orpinomyces* GMLF18 izolatlarının ön soğutma işlemine tabi tutularak daha sonra düşük sıcaklıklarda (LN₂ içerisinde) muhafazasının kültürlerde aktifleşme oranının kayda değer oranlarda düşmesine neden olduğu görülmüştür. Diğer taraftan doğrudan -196 °C sıcaklıklarda muhafaza edilen hücrelerin ise muhafaza sürelerinin uzamasına paralel olarak aktifleşme oranlarının önemli ölçüde azalmadığı belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde ise Roll tüp agar kullanılarak yapılan uzun süreli muhafaza sonucunda kültürlerin aktifleşme oranının aynı şartlarda eğik agar yöntemi kullanılarak yapılan uzun süreli muhafazaya göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

TARTIŞMA

Caecomyces GMLF77 izolatının enerji kaynağı olarak ksiloz içeren sıvı besi yerlerinde 24 saatlik zaman diliminde gelişimini tamamladığı (bir sonraki generasyonu oluşturma süresi) ve zoospor salınımının tetiklenerek daha fazla zoospor popülasyonunun olduğu gözlemlenmiştir. *Caecomyces spp.*'nin farklı enerji kaynakları kullanıldığında yaşam siklusunun 48 saatlere kadar çıkması ve çok az zoospor salınımı görülen bir cins (Chen 2007; Henske ve ark. 2017) olarak bilinmesi nedeniyle bu cinsin kültür çalışmalarında besi yerlerinde enerji kaynağı olarak ksiloz kullanımı önerilebilir. Mevcut çalışmada Roll tüp agar içerisinde bu izolatın ancak 48 saat sonra gözlemlenebilir hale gelmesi ise ilk kültür esnasında inoküle edilen canlı hücre sayısının sınırlı olması ile açıklanabilir.

Çalışmada kullanılan her iki AGF izolatu için eğik agar üzerinde kültüre alındıklarında en uygun muhafaza yöntemi doğrudan sıvı azot (LN₂) içerisinde saklanmaları olmuştur. Bu şekilde yapılan muhafaza işleminde GMLF18 ve GMLF77 izolatları için 6 ay sonunda sırasıyla %83 ve %67'lik bir aktifleşme söz konusu olmuştur. Özellikle LN₂ içerisinde uzun süreli

muhafazası göreceli olarak daha zor olan *Caecomyces spp* göz önünde bulundurulduğunda (Ozkose, 2001) GMLF77 için 6 aylık süreç sonunda ulaşılan %67'lik aktifleşme oranı önem arz etmektedir. *Caecomyces spp*, diğer AGF izolatlarında olduğu gibi kısa süreli muhafaza edebilmek adına laboratuvar koşullarında temel besi yerlerinde 2-7 gün içerisinde taze besi yerlerine alt kültüre alınması gerekir (Theodorou ve ark., 1994). Ayrıca *Caecomyces* cinsinin uzun süreli muhafazası için -80 °C'de koruyucu madde olarak etilen glikol ya da DMSO kullanılması durumunda gliserol kullanımına oranla daha yüksek aktifleşme oranları elde edilmiş (Nagpal ve ark., 2012), ancak en yüksek korunma oranı DMSO kullanıldığında yine LN₂ içerisinde muhafaza edildiğinde gerçekleşmiştir. Mevcut çalışmada GMLF77 izolatının -80 °C'de koruyucu etken madde olarak gliserol kullanılmasına rağmen aktifleşme oranlarının düşük olması önceki çalışmaları destekler niteliktedir. Ayrıca çalışmaya ait en uzun muhafaza (6 ay) süresi içerisinde optimum aktifleşmelerin kültürler doğrudan LN₂'ye (-196 °C) aktarıldığında gerçekleştiği belirlenmiştir. *Caecomyces spp.* için Orpin besi yerinde (Orpin, 1976) yapılan çalışmada buzdolabı sıcaklığı olan 4-7 °C'ler arasında ikinci haftadan sonra kültürler yaşama şansı bulamadığı gibi (Nagpal ve ark., 2012) mevcut çalışmada ön soğutma kısmında 4 °C'de yapılan denemelerin hiç birinde aktifleşme gerçekleşmemiştir.

Caecomyces sp.'i düşük sıcaklıktan alıp tekrar aktifleştirmek için denenen farklı yöntemler olmasına rağmen aktifleşme yüzdesinin diğer cinslerin yaşama oranları göz önünde bulundurulduğunda düşük olduğu görülmüştür. Mevcut çalışma kapsamında etkinlikleri araştırılmış olan Roll tüp agar ile eğik agar içerisinde yapılan uzun süreli muhafaza yöntemlerinde ise eğik agar kullanımının temel anlamda daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Eğik agar yönteminin göreceli olarak daha başarılı olması ise bu yöntemde agarın AGF hücrelerini sarması ve düşük sıcaklıklara karşı hücre yapılarının ve bütünlüğünün korunmasında kriyoprotektan maddelere yardımcı olmasından kaynaklandığı öngörülmektedir. Fakat bu etkinlikte, kullanılan kriyoprotektanın hücre içine emilim hızının mı (Gaidhani ve ark., 2015) etkili olduğu yoksa agar miktarının mı kritik öneme haiz olduğu henüz bilinmemektedir. Bununla birlikte, dondurarak saklamada DMSO kullanımının, çözündürme sonrasında kültüre alma noktasında yaklaşık %30-50 oranında kayıpla sonuçlanabildiği rapor edilmiştir (Yarlett ve ark., 1986). Bu çalışmada ise DMSO yerine %15 gliserol kullanılmış ve dondurarak muhafaza edilerek agar içerisindeki kolonilerin düşük sıcaklıklardan daha az etkilenecek hücre bütünlüklerinin korunması amaçlanmıştır. Yine aynı şekilde mikroorganizmaların

istemleri doğrultusunda optimum gelişim gösterdiği enerji kaynaklarında gelişimleri de göz önünde bulundurulmuş ve buradan doğabilecek olumsuzluklar da giderilmek istenmiştir. Dolayısı ile GMLF77 izolatu için enerji kaynağı olarak en iyi metabolik faaliyet gösterebildiği ksiloz kullanılarak agarlı besi yeri içerisindeki gelişimlerinin iyileştirilmesi sağlanmıştır.

GMLF18 izolatu için uzun süreli düşük sıcaklıkta muhafazadan sonra elde edilmiş olan sonuçlar GMLF77 izolatu ile paralellik göstermiştir. Enerji kaynağı olarak glikoz kullanılan besi yerlerinde kültüre alınan ve agarlı besi yerlerinde uzun süreli muhafazaya alınmış olan bu izolat için en uygun yöntemin ön soğutma uygulanmadan kriyoviyallerin doğrudan LN₂'ye aktarılması olduğu belirlenmiştir. Ancak GMLF77 izolatıyla karşılaştırıldığında daha yüksek aktifleşme oranına (%100'e varan) sahip olduğu belirlenmiştir. Bu izolat için de en düşük aktifleşme oranı ön soğutma olarak -20 °C'nin kullanıldığı denemelerde elde edilmiştir. Diğer bir ökaryotik mikroorganizma grubu olan algler (Campbell ve ark., 2020) ile ökaryotik anaerobik gut mikroorganizması olan protozoanlar (Ksidayova, 1995) için uygulanan iki aşamalı muhafaza yönteminde daha başarılı sonuçlar elde edilmesine karşın benzer sonuçlar bu deneme kapsamında kullanılan AGF için söz konusu olmamıştır.

Sıcaklık değişimleri göz önüne alındığında -20 °C'de, -80 °C'ye ya da -196 °C'ye göre daha yavaş donduğu için canlılıklarını yitirdikleri düşünülmektedir. Aynı zamanda -80 °C'de ya da -196 °C'de bekletilen fungusların daha hızlı donup daha az hücre ölümünün gerçekleşmesinden dolayı çözüldüklerinde aktifleşme şansının -20 °C'de muhafaza edilenlere göre daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan, fungusların muhafaza edildikleri ortamlarda canlılıklarını kaybetmemeleri ve farklı karakterlere sahip olan cinslerin geri kazanımları sırasında canlılık oranlarının önemi büyüktür. Anaerobik gut funguslarının açık alanda hava ile temaslı konumda 10 ay kadar dışkı içerisinde canlı kalabilmeleri (Milne ve ark. 1989; Theodorou ve ark. 1990; McGranaghan ve ark. 1999) veya dondurulmuş dışkı içerisinde popülasyon çeşitliliği ve miktarında önemli bir değişiklik olmadan muhafaza edilebilmeleri (Griffith ve ark., 2009), saf kültür halinde uzun süreli muhafaza edilmelerine bir alternatif olarak düşünülebilir. Fakat bu gibi durumlarda mikroorganizmanın tekrar izolasyon ve uzun süren bir saflaştırma işlemine tabi tutulması gerekir ki bu olgu önerilen alternatiflerin kullanımını önemli ölçüde kısıtlamaktadır.

Günümüze kadar anaerobik gut funguslarının düşük sıcaklıkta uzun süreli muhafazası için henüz optimum muhafaza koşullarını içeren standart bir protokolün mevcut olmayışı bu konuda yeni çalışmaların

oluşturulmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Mevcut çalışma, bu bağlamda, güncel bilgi birikimimize önemli katkılar sunacaktır. Özellikle kriyoprotektan maddelerin korunması planlanan hücre içerisine geçiş hızları ve LN₂ içerisine konmadan önce mikroorganizmaların kriyoviyal içerisinde optimum kalma sürelerinin belirlenmesi (kriyoprotektanların hücre içerisine emilimine vakit tanınması açısından) bu konudaki bilgi birikimine önemli katkılar sağlayacak sonraki çalışmalar olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmaya Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri birimince (2021-6-17D) kısmi maddi destek sağlanmıştır. Makalenin oluşturulmasında Tuğçe Turgut'un doktora çalışması verilerinden kısmen faydalanılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akyol I, Comlekcioglu U, Kar B, Ekinci M, Ozkose E. 2009. Cloning of a xylanase gene xyn2A from rumen fungus *Neocallimastix* sp. GMLF2 in *Escherichia coli* and its partial characterization. *Biologia*, 64(4), 664-670.
- Atanasova-Pancevska N, Kungulovski D. 2018. Fermentative activity of five strains of *N. frontalis* cultivated on a different substrates. *Macedonian Journal of Animal Science*, 8(1), 33-40.
- Brookman JL, Ozkose E, Rogers S, Trinci AP, Theodorou MK. 2000. Identification of spores in the polycentric anaerobic gut fungi which enhance their ability to survive. *FEMS Microbiology Ecology*, 31(3), 261-267.
- Campbell NC, Field J, MacKechnie K, Saxon RJ, Menéndez CR. 2020. Cryopreservation to sustain long term maintenance of algae and protozoa in the culture collection of algae and protozoa (CCAP). *Cryobiology*, 97, 279.
- Chen YC, Tsai SD, Cheng HL, 2007. *Caecomyces sympodialis* sp. nov., a new rumen fungus isolated from *Bos indicus*. *Mycologia*, 99(1): 125-130.
- Chetverikova EP. 2009. The problem of stability of organisms after cryopreservation (fungi as example). *Biophysics*, 54(5), 626-630.
- Clark CG, Stensvold CR. 2016. Blastocystis: isolation, xenic cultivation, and cryopreservation. *Current Protocols in Microbiology*, 43(1), 20A-1.
- Comlekcioglu U, Akyol I, Ozkose E, Kar B, Ekinci MS. 2008. Carboxymethylcellulase production by the anaerobic rumen fungus *Neocallimastix* sp. GMLF7. *Annals of Microbiology*, 58 (1) 115-119.
- Davies, D.R., Theodorou, M.K., Lawrence, M.I. and Trinci, A.P.J. 1993. Distribution of anaerobic fungi in the digestive tract of cattle and their survival in faeces. *J. Gen. Microbiol.* 139: 1395-1400.
- Ekinci MS, Özköse E, Akyol İ. 2006. Effects of sequential sub-culturing on the survival and enzyme activity of *Neocallimastix hurleyensis*. *Turkish Journal of Biology*, 30(3), 157-162.

- Gaidhani KA, Harwalkar M, Bhambere D, Nirgude PS. 2015. Lyophilization / freeze drying - A review. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 4(8), 516-543.
- Griffith GW, Ozkose E, Theodorou MK, Davies DR. 2009. Diversity of anaerobic fungal populations in cattle revealed by selective enrichment culture using different carbon sources. *Fungal Ecology*, 2:87-97.
- Henske JK, Gilmore SP, Knop D, Cunningham FJ, Sexton JA, Smallwood CR, O'Malley MA. 2017. Transcriptomic characterization of *Caecomyces churrovii*: a novel, non-rhizoid-forming lignocellulolytic anaerobic fungus. *Biotechnology for Biofuels*, 10(1), 1-12.
- Hooker CA, Hillman ET, Overton JC, Ortiz-Velez A, Schacht M, Hunnicutt A, Mosier NS, Solomon KV. 2018. Hydrolysis of untreated lignocellulosic feedstock is independent of S-lignin composition in newly classified anaerobic fungal isolate, *Piromyces* sp. UH3-1. *Biotechnology for Biofuels*, 11(1), 1-14.
- Hubalek Z. 2003. Protectants used in the cryopreservation of microorganisms. *Cryobiology*, 46: 205-229
- Hungate RE. 1969. Chapter IV A Roll tube method for cultivation of strict anaerobes. In *Methods in Microbiology* (Vol. 3, pp. 117-132). Academic Press.
- Joblin KN. 1981. Isolation, enumeration, and maintenance of rumen anaerobic fungi in Roll tubes. *Applied and Environmental Microbiology*, 42: 1119-1122.
- Joblin KN, Naylor GE. 1989. Fermentation of woods by rumen anaerobic fungi. *FEMS Microbiology Letters*, 65(1-2), 119-122.
- Korbitt GS, Rayat GR, Ezekowitz J, Rajotte RV. 1997. Cryopreservation of rat pancreatic islets: Effect of ethylene glycol on islet function and cellular composition. *Transplantation*, 64(7), 1065-1070.
- Lowe SE, Theodorou MK, Trinci APJ. 1987. Growth and fermentation of an anaerobic rumen fungus on various carbon sources and effect of temperature on development. *Applied and Environmental Microbiology*, 53(12) 105-121.
- McGranaghan P, Davies JC, Griffith GW, Davies DR, Theodorou MK. 1999. The survival of anaerobic fungi in cattle faeces. *FEMS Microbiology and Ecology*, 29(3), 293-300.
- Milne A, Theodorou MK, Jordan MGJ, King-Spooner C, Trinci APJ. 1989. Survival of anaerobic fungi in faeces, in saliva and in pure culture. *Experimental Mycology* 13: 27-37.
- Morgan CA, Herman N, White PA, Vesey G. 2006. Preservation of micro-organisms by drying; a review. *Journal of Microbiological Methods* 66:183-193.
- Nagpal R, Puniya AK, Sehgal JP, Singh K. 2012 Survival of anaerobic fungus *Caecomyces* sp. in various preservation methods: a comparative study. *Mycoscience*, 53(6), 427-432.
- Orpin CG. 1975. Studies in the rumen flagellate *Neocallimastix frontalis*. *Journal of General Microbiology*, 1975, 91, 249-262.
- Orpin CG. 1976. Studies on the rumen flagellate *Sphaeromonas communis*. *Journal of General Microbiology* 94: 270-280.
- Orpin CG, Bountiff L. 1978. Zoospore chemotaxis in the rumen phycomycete *Neocallimastix frontalis*. *Microbiology*, 104(1), 113-122.
- Ozkose E, Thomas BJ, Davies DR, Griffith GW, Theodorou, MK. 2001. *Cyllumyces aberensis* gen. nov. sp. nov., a new anaerobic gut fungus with branched sporangiophores isolated from cattle. *Canadian Journal of Botany*, 79(6), 666-673.
- Ozkose E. 2001. Morphology and Molecular Ecology of Anaerobic Fungi (Doctoral dissertation, University of Wales).
- Ozkose E, Akyol I, Kar B, Comlekcioglu U, Ekinci MS. 2009. Expression of fungal cellulase gene in *Lactococcus lactis* to construct novel recombinant silage inoculants. *Folia Microbiologica*, 54(4), 335-342.
- Öztürk S, Çakır İ. 2015 Mikroorganizma kültürlerinin korunmasında kullanılan kurutma yöntemleri. *Akademik Gıda Dergisi*, 75(82), 94-100.
- Patapoff TW, Overcashier DE. 2002. The importance of freezing on lyophilization cycle development. *Biopharm*, 15(3), 16-21.
- Solomon KV, Henske JK, Theodorou MK, O'Malley MA. 2016. Robust and effective methodologies for cryopreservation and DNA extraction from anaerobic gut fungi. *Anaerobe*, 38, 39-46.
- Theodorou MK, Gill MK, King-Spooner C, Beever DE. 1990. Enumeration of anaerobic chytridiomycetes as thallus forming units: A novel method for the quantification of fibrolytic fungal populations from the digestive tract ecosystem. *Applied and Environmental Microbiology*, 56: 1073-1078.
- Theodorou MK, Davies DR, Orpin CG. 1994. Nutrition and survival of anaerobic fungi. In: *Anaerobic Fungi: Biology, Ecology and Function* (edt DO Mountford and CG Orpin). Marcel Dekker, New York. p. 107-128.
- Yarlett N, Orpin CG, Munn EA, Yarlett NC, Greenwood CA. 1986. Hydrogenosomes in the rumen fungus *Neocallimastix patriciarum*. *Biochemical Journal*, 236(3), 729-739.
- Yazdıcı FC, Yazdıcı F, Kar B, Özköse E, Ekinci MS. 2021. Anaerobik funguslarda hidrojenozomlar: Hidrojen üreten organeller. *Mantar Dergisi*, 12(2), 190-208.



Hakkâri İli Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Yapısal Özellikleri[#]

Structural Characteristics of Small Ruminants Enterprises in Hakkâri Province

Yusuf DEMİR¹  0000-0003-1676-6986 Selçuk Seçkin TUNCER^{2*}  0000-0001-8252-8009

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Tuşba-Van

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Tuşba-Van

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, Hakkâri ili Merkez, Çukurca, Yüksekova, Şemdinli ve Derecik ilçelerinde küçükbaş hayvancılık yapan işletmelerin ahır özellikleri ve işletme sahiplerinin sosyo-demografik özelliklerini de içeren yapısal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot: Araştırma materyali 96 yetiştirici ile yüz yüze yapılan anketlerden alınan verilerden elde edilmiştir. İşletmelerin belirlenmesinde tabakalı örnekleme yöntemi kullanılmıştır.

Bulgular: İşletme sahiplerinin tamamına yakını (%97.9) erkek olarak belirlenmiştir. Yetiştiricilerin çoğunluğu (%52.1) 41-60 yaş arasındadır. Hane halkı 4-6 ve 7-9 olan ailelerin çoğunlukta olduğu görüldü. Yetiştiricilerin üçte biri (%33.3) ilkokul mezunudur. Yetiştiricilerin %41.7'sinin 26 yıl ve üzerinde tecrübeye sahip olduğu bulunmuştur. Küçükbaş hayvan barınaklarının %46.9'unda taş, %26'sında briket malzemesi kullanılmıştır. Yetiştiricilerin önemli bir kısmı (%74) ücretli çoban temini yöntemini kullanmaktadır. Anket yapılan işletme sahiplerinin çoğunluğu (%95.8) yetiştirici örgütlerine üye olduğunu bildirmiştir. Yetiştiricilik bilgi kaynağı olarak çoğunlukla aile büyükleri (%59.4) ve Tarım ve Orman Bakanlığı il ya da ilçe müdürlükleri (%34.4) kullanılmaktadır.

Sonuç: Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği bakımından; sektördeki genç nüfus istihdamının daha cazip hale getirilmesi, yetiştiricilerin eğitim seviyesinin yükseltilmesi ve hayvancılık işletmelerine yapılan devlet desteklerinin artırılması önemlidir.

Anahtar kelimeler: Anket, Hakkâri ili, hayvancılık işletmesi, küçükbaş hayvan

ABSTRACT

Objective: In this study, it was aimed to determine the structural characteristics of the small ruminant farms in Central, Çukurca, Yüksekova, Şemdinli and Derecik districts of Hakkâri Province, including the barn characteristics and the socio-demographic characteristics of the owners.

Materials and Methods: The research material consists of data obtained from face-to-face surveys with 96 breeders. Stratified sampling method was used to determine the enterprises.

Results: Almost all of the farm owners (97.9%) were male. The majority of breeders (52.1%) were found to be between the ages of 41-60. Families with 4-6 and 7-9 households were found to be the majority. One third of the breeders (33.3%) were primary school graduates. It was found that 41.7% of the breeders had 26 years of experience or more. 46.9% of the small ruminant barns are made of stone and 26% of bricks. An important part of the breeders (74%) use the paid shepherd. The majority of enterprise owners (95.8%) surveyed reported that they were members of breeders' organizations. The sources of breeding information were mostly family elders (59.4%) and provincial or district directorates of the Ministry of Agriculture and Forestry (34.4%).

Conclusion: In terms of the sustainability of small ruminants breeding; it is important to make the employment of young people more attractive in the sector, to increase the education level of the breeders and to increase the state support to livestock enterprises.

Keywords: Survey, Hakkâri province, livestock enterprise, small ruminant

Geliş tarihi (Received): 05.04.2023

Kabul tarihi (Accepted): 23.07.2023

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

#Bu makale, birinci yazarın Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalında tamamlanan Yüksek Lisans Tezinin bir bölümünden alınmıştır.

Atf: Demir, Y., Tuncer, S.S. 2023. Hakkâri ili küçükbaş hayvancılık işletmelerinin yapısal özellikleri. *Hayvansal Üretim* 64(1): 27-35. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1277515>

Citation: Demir, Y., Tuncer, S.S. 2023. Structural characteristics of small ruminants enterprises in Hakkâri province. *Journal of Animal Production* 64(1): 27-35. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1277515>

GİRİŞ

Hayvansal gıdalar yeterli ve dengeli esansiyel aminoasit içeriklerinden dolayı bitkisel proteinlerden daha üstün biyolojik değerlere sahiptir (Özder ve ark., 2011). Bu nedenle, gelişmiş toplumların ekonomilerinde tarım ve tarımın gelişmişlikteki en önemli ölçütlerinden olan hayvansal üretim toplumun yeterli ve dengeli beslenme ihtiyacını sağlamak bakımından stratejik ürün olarak değerini her zaman korumuştur (Tuncer, 2019). Nitekim 2018 yılı itibariyle tarımsal üretimde hayvansal ürün değeri gelişmiş ülkelerden oluşan Avrupa Birliği ülkelerinde %44.37, az gelişmiş ülkelerde ise %21.05 oranında tespit edilmiştir. Türkiye’de ise bu oran %36.72 ile dünya ortalamasından (%33.94) biraz daha iyi durumdadır (FAO, 2022).

Ülkemizde süregelen nüfus artışı nedeniyle gerek toplumun yeterli ve dengeli beslenme gerek artan istihdam ihtiyacı sektörlerden ekonomik olarak optimum yararlanma faaliyetlerini daha da önemli hale getirmektedir. Bölgelerin gelişmişlik düzeyleri arasındaki farklar o bölgelerdeki koşulların olanak verdiği ekonomik faaliyetlerin teşvikiyle ve istihdamın artmasıyla azaltılabilir (Kaymak ve Sarıözkan, 2016). Bölgeler arasındaki sosyo-ekonomik farklılıkların tespitinde dikkate alınması gereken en önemli kriterlerden biri nüfus yoğunluğu ve hareketliliğidir (Atasever ve ark., 2013). Coğrafik olarak ülkemizin en büyük bölgesi olan Doğu Anadolu Bölgesi’nin (163.000 km²) (Akınar ve ark., 2012) yüzölçümü olarak en küçük üçüncü ili olan Hakkâri (7.095 km²) yüzölçümü olarak Türkiye’deki iller arasında da 45. sırada bulunmaktadır (Kaya, 2015). Hakkâri 278.218 kişilik bir nüfusa sahiptir. Nüfus yoğunluğu (km² / kişi) olarak kıyaslandığında, 2021 yılı itibariyle Hakkâri (38.75) Doğu Anadolu Bölgesi’nin; Tunceli (11.25), Ardahan (19.61), Erzincan (20.43), Kars (27.76), Erzurum (29.89) ve Bingöl’den (34.3) sonra yedinci en düşük yoğunluklu ilidir ve Türkiye ortalamasından (110.03) oldukça aşağıdadır. Doğu Anadolu Bölgesi’nde bulunan illerin, sosyoekonomik gelişmişlik düzeyine göre sıralamaları incelendiğinde, bölge illerinin ağırlıklı olarak sonlarda olduğu ve 80. sıradaki konumuyla Hakkâri’nin son sıralarda yer aldığı bildirilmiştir (Aslan, 2020). Nitekim, bölgenin ekonomik, coğrafi ve gelişmişlik düzeyi analiz edildiğinde tipik bir kırsal üretim tarzı olan hayvancılık sektörünün sosyal yapıyı belirlediği görülmektedir (Atasever ve ark., 2013). Hakkâri ilinde de hayvancılık

en önemli ekonomik faaliyet alanlarının başında gelir. Küçükbaş hayvancılık faaliyetinde Hakkâri ili işletmelerinde koyun ve keçi yetiştiriciliğinin önemli oranda (%59.4) birlikte yapıldığı, %19.8’inde yalnızca keçi, %11.4’ünde ise yalnızca koyun yetiştiriciliği yapıldığı bildirilmiştir. Ankete katılanların %9.4’ünün ise çeşitli nedenlerle bu soruya cevap vermediği belirtilmiştir (Demir ve Tuncer, 2022).

Hayvancılık sektörü çeşitli nedenlerle nüfusta yaşanan göç hareketlerinin sonuçlarından olumsuz etkilenmekle beraber Hakkâri ili Türkiye hayvancılık faaliyetine en büyük oranda pozitif katkı yapan yerleşim yerlerinden biri olarak önemli bir rol oynamaya devam etmektedir (Çelik, 2015). Coğrafik koşulların farklı ekonomik faaliyetlere çok fırsat vermediği çalışma alanında küçükbaş hayvancılık oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Hakkâri ilinin Türkiye’nin koyun varlığının %1.07’sini (453 757 baş) ve keçi varlığının %1.81’ini (222 962 baş) (Demir ve Tuncer, 2022) oluşturan önemli küçükbaş hayvan potansiyeli nedeniyle; işletme sahiplerinin sosyo-demografik özellikleri, barınak özellikleri, çoban kullanımı ile yetiştiricilik ve örgütlenme durumunu inceleyerek sorunların belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece Hakkâri ili küçükbaş hayvancılık faaliyetlerinin sürdürülebilir olması için sorunların giderilmesine yönelik kurumların ilgisi çekilerek teknik ve ekonomik anlamda katkı sağlanması hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın yapılması için gerekli izinler Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Yayın Etik Kurulu’ndan alınmıştır (Karar no: 2021/08/02; Karar tarihi: 17.12.2021).

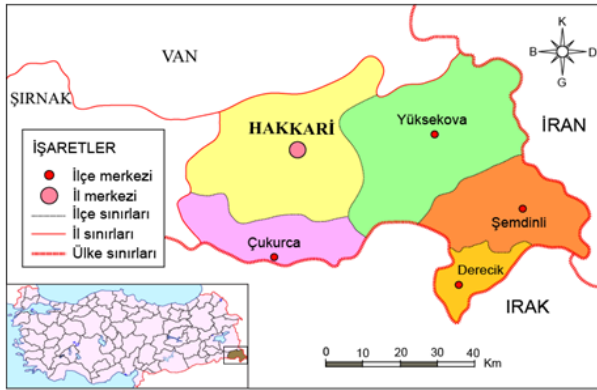
Bu çalışma, Hakkâri ili merkez ve ilçelere bağlı 96 köydeki 96 hayvancılık işletmesi yetiştiricisi ile yüz yüze yapılan anket çalışmasından oluşturulmuştur. Anket soruları oluşturulurken benzer çalışmalardan ve araştırmacılar tarafından oluşturulan anket sorularından yararlanılmıştır. Toplam 129 sorudan oluşan anket formunda işletmelerin yapısal özellikleri ve sosyo-ekonomik durumunu ortaya koyan sorulara verilen cevaplar bu çalışmanın verilerini oluşturmuştur. Küçükbaş hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olduğu ve anket uygulamasının yapılacağı işletmelerin bulunduğu köylerin belirlenmesinde Hakkâri İl Tarım ve Orman Müdürlüğü’nün kayıtları ile kurum yetkililerinden alınan bilgilerden faydalanılmıştır (Çizelge 1). Araştırmanın

yapıldığı Hakkâri il ve ilçelerine ait görsel Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Hakkâri ili küçükbaş hayvan işletme sayıları

Table 1. Number of small ruminant farms in Hakkâri province

İlçe Adı	İşletme sayısı (adet)
Merkez	2.188
Çukurca	578
Yüksekova	4.735
Şemdinli	1.822
Derecik	1.262
Toplam	10.515



Şekil 1. Çalışma alanlarının konumu

Figure 1. Location of the study areas

Kaynak: Saygılı (2019).

Not: Hayvansal Üretim yayıncısı, haritaların doğruluğundan ve içeriğinden sorumlu değildir.

Küçükbaş hayvancılık yapılan işletmelerin belirlenmesinde farklı sayıdaki küçükbaş hayvan popülasyonuna sahip ilçelerin yeterli düzeyde temsil edilebilmesini sağlamak amacıyla tabakalı örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Erkuş ve ark., 1996). İlçelerde anket yapılacak işletme sayısının belirlenmesinde Tarım ve Orman Bakanlığı il ya da ilçe müdürlüklerinden alınan ortalama küçükbaş hayvan sayıları esas alınmıştır. Anket çalışması küçükbaş hayvan popülasyonu dikkate alınarak Çukurca, Derecik, Şemdinli, Merkez ve Yüksekova ilçelerinde sırasıyla; 6, 11, 16, 20 ve 43 olmak üzere toplam 96 işletmede yapılmıştır.

$$n = \frac{N \cdot \sum Nh \cdot (Sh^2)}{N^2 D^2 - \sum Nh (Sh^2)}$$

Formülde;

n = Popülasyonu temsil edecek işletme sayısı (örnek büyüklüğü)

N = Toplam işletme sayısı

Nh = h'inci tabakadaki işletme sayısı

Sh^2 = h'inci tabakadaki varyans

D^2 = Arzu edilen varyansı

$D^2 = d^2 / Z^2$ değeri

d = Popülasyon ortalamasını tahmin için kabul edilebilir hata payı

Z : Hata oranına göre standart normal dağılım tablosundaki Z değerini ifade etmektedir.

Anket çalışmasıyla toplanan veriler SPSS 25 (2017) paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda yetiştiriciler ve işletmeler ile ilgili tanımlayıcı istatistikler frekans ve yüzde değerlerle ifade edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

İşletme Sahiplerinin Sosyo-Demografik Özellikleri

Hakkâri ilinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yapan 96 işletme sahibi ile gerçekleştirilen anket sonucunda yetiştiricilere ait sosyo-demografik veriler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. İşletme sahiplerinin sosyo-demografik özellikleri

Table 2. Socio-demographic characteristics of enterprise owners

		n	%
Cinsiyeti	Kadın	2	2.1
	Erkek	94	97.9
Yaşı	18-40	24	25.0
	41-60	50	52.1
	60+	22	22.9
Hane birey sayısı	Cevap yok	3	3.2
	2-3	5	5.2
	4-6	40	41.6
	7-9	38	39.6
	10+	10	10.4
Eğitim Durumu	Okur-yazar değil	28	29.2
	Okur-yazar (diploma yok)	17	17.7
	İlkokul	32	33.3
	Ortaokul	9	9.4
	Lise	6	6.3
Yetiştiricilik deneyimi (yıl)	Üniversite	4	4.1
	≤5	8	8.3
	6-10	12	12.5
	11-15	6	6.3
	16-20	15	15.6
Hayvancılığa devam etme düşüncesi	21-25	15	15.6
	26+	40	41.7
	Evet	78	81.2
Hayır	18	18.8	

İşletme sahiplerinin cinsiyet olarak tamamına yakını (%97.9) erkek, sadece 2 işletme sahibinin (%2.1) kadın olduğu saptanmıştır. Yapılan başka çalışmalarla da (Şimşek, 2019; Acıbuca ve Budak, 2021; Hanoğlu Oral ve ark., 2021) uyumlu olan bu sonuç sosyolojik olarak kadınların üretim sürecinde daha yönlendirici konumlarda rol oynaması gerektiğini göstermektedir.

İşletme sahiplerinin yaş durumları incelendiğinde 41-60 yaş aralığında olanların %52.1'lik oranla en önemli yaş aralığını oluşturduğu gözlenmiştir. Önemli bir oranı oluşturan bu yaş aralığı küçükbaş hayvan işletmeleriyle daha önce yapılan benzer çalışmalarla da (Karakaya ve Kızıloğlu, 2014; Yılmaz, 2016; Türkan, 2017; Aydın, 2018; Özsayın ve Everest, 2019; Serttaş, 2019; Şimşek, 2019; Acıbuca ve Budak, 2021; Hanoğlu Oral ve ark., 2021) uyumludur. Bu sonuç küçükbaş hayvan yetiştiriciliği faaliyetinde bulunan işletme sahiplerinin önemli oranda orta yaş grubundan oluştuğunu ve belirli bir tecrübe sahibi olmanın idarecilikte aranan bir özellik olduğunu gösterebildiği gibi sektörün sürdürülebilirliği bakımından genç nüfus için daha cazip hale getirilmesi gerektiğini de ifade etmektedir. Bunun için; uygun kredi, destek, hibe, sosyal yardım ve alt yapı yatırımları gibi yöntemlerin geliştirilmesi önemlidir (Satar ve Sakarya, 2021).

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılan işletme sahiplerinin hane halkı sayısının büyük çoğunluğu 3'ün üzerindeyken; hane halkı 4-6 ve 7-9 olan gruplar sırasıyla %41.6 ve %39.6 oranlarıyla önemli bir büyüklüğe sahiptir. Türkiye'de ortalama hane halkı büyüklüğünün 3.30 olduğunu dikkate aldığımızda bu oran oldukça yüksektir. Bununla birlikte bu sonuç, Hakkâri ilinin 5.16 kişi ile ortalama hane halkı büyüklüğünde 3. en yüksek il olması nedeniyle normal kabul edilebilir (TÜİK, 2022). Daha önce yapılan çalışmalarda; Şanlıurfa ilinde küçükbaş hayvan yetiştiricilerinin hane halkı büyüklüğü ortalaması 7.9 kişi (Karadaş, 2017), Çanakkale ili Gökçeada ilçesinde ankete katılan yetiştiricilerin %46.4'ünün 4-6 kişi (Özsayın ve Everest, 2019), Yozgat ilindeki araştırmada yetiştiricilerin %56'sının 5-7 kişi (Tüfekçi, 2020), Mardin'de ortalama 6.6 kişi (Acıbuca ve Budak, 2021) ve Balıkesir ilinde yetiştiricilerin %53.40'ünün aile birey sayısı 4-6 kişi (Hanoğlu Oral ve ark., 2021) olarak saptanmıştır. Bu çalışmadaki küçükbaş hayvan yetiştiricilerinin hane halkı sayısının Türkiye'nin farklı coğrafya ve illerindeki sonuçlarla benzerlik göstermesi kırsal nüfusta yapılan bu iş kolunun aile işletmesi özelliğinde olması nedeniyle aile işgücüne ihtiyaç duymasından dolayı olabilir.

Hakkâri ili 15 yaş ve üstü sadece ilkököl mezunu oranında %7.69'luk oranla Türkiye'nin en son sıradaki ili durumundayken (Şahbaz, 2021), Yılmaz (2016)'ın Yüksekova'daki çalışmasında ve bu anket çalışmasına

katılan yetiştiricilerde bu eğitim seviyesi en büyük oranı (sırasıyla %67.1 ve %33.3) oluşturmaktadır. Yetiştiricilerden okur yazar olmayan kategorisinde bulunanların oranının (%29.2) ise Türkiye ortalamasından (%2.56) ve iller arasında 26. sırada olan Hakkâri ili genelinden (%4.67) (Şahbaz, 2021) çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'deki iller içinde 15 yaş ve üstünde eğitim alanlarda ortaokul düzeyinde 8. (mezun oranı %0372.39), lise ve denge okullar seviyesinde 2. (mezun oranı %0300.64) ve fakülte veya yüksekokul seviyesinde 60. sırada bulunan (mezun oranı %0135.67) (Şahbaz, 2021) Hakkâri ilinde ankete katılan yetiştiricilerde bu eğitim seviyeleri sırasıyla; %9.4, %6.3 ve %4.1 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak Hakkâri ili küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yapan işletme sahiplerinin %46.9'unu (%29.2+%17.7) oluşturan önemli bir kısmının hiç diplomasının olmadığı ve diploması olmayanların yaklaşık 2/3'ünün ise okur yazarlıklarının olmadığı saptanmıştır. Bu durum hayvancılık ve teknolojik gelişmelerin sahaya yansıtılmasında sorunlar yaşanabileceğini göstermektedir. Hakkâri ili küçükbaş hayvan yetiştiricilerinin hiçbir eğitim almama oranı başka iller ile karşılaştırıldığında; Antalya ili (%5) (Aydın ve Keskin, 2018), İzmir ilçeleri (%5.88) (Aydın, 2018), Erzincan ili (%4.9) (Özyürek ve ark., 2018), Sivas ili (%13.04) (Çıkılı, 2019), Gökçeada ilçesi (%0) (Özsayın ve Everest, 2019), Afyonkarahisar ili (%1.90) (Serttaş, 2019), Kırşehir ili (%2) (Şimşek, 2019), Mardin ili (%12) (Acıbuca ve Budak, 2021), Balıkesir ili (%15.09) (Hanoğlu Oral ve ark., 2021) yetiştiricilerinden çok daha yüksek, Bitlis ili Mutki ilçesi (%48.7) (Yıldırım ve ark., 2021) ve Şanlıurfa ili (%41.7) (Karadaş, 2017) yetiştiricileriyle benzer olduğu tespit edilmiştir.

Hakkâri ilinde küçükbaş hayvan yetiştiricilerinin deneyimleri incelendiğinde yetiştiricilerin; %20.8'inin 10 yıl ve altında, %21.9'unun 11-20 yıl arasında ve %57.3'ünün ise 21 yıl ve üzerinde deneyim sahibi olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, yörede küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin uzun süreli olarak yapıldığını ve önemli bir geçim faaliyeti olarak benimsendiğini göstermektedir. Hakkâri ili yetiştiricilerinin 21 yıl ve üzeri mesleki deneyim süreleri oransal olarak; Antalya ili (%64) (Aydın ve Keskin, 2018) ve Mersin ili (%62) (Bebek ve Keskin, 2018) yetiştiricilerinden daha düşük bulunurken, Gökçeada ilçesi yetiştiricilerinden (%50.4) (Özsayın ve Everest, 2019) daha yüksek ve Yozgat ili yetiştiricileriyle (%55.6) (Tamer ve Sariözkan, 2017) benzer bulunmuştur. Coğrafik farklılıkların sunduğu farklı olanaklar veya zorunluluklar küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin mesleki olarak süresinin tayininde etken olmuş olabilir.

Hayvancılığa devam etme düşüncesine önemli oranda (%81.2) olumlu cevap verilmesinin bu işin ne kadar

benimsendiği ve geçim kaynağı olarak kabul edildiğiyle ifade edilebilir.

İşletmelerin Barınak ve Ekipman Özellikleri

Hakkâri ili küçükbaş hayvan işletmelerinin barınak ve ekipman özellikleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. İşletmelerin barınak özellikleri

Table 3. Barn characteristics of enterprises

		İşletme sayısı (n)	Oran (%)
Barınak mülkiyeti	Öz mülkiyet	81	84.4
	Ortak mülkiyet	7	7.3
	Kiralık	8	8.3
Barınak yeri	Köyde	94	98.0
	Yaylada	1	1.0
	Her ikisinde	1	1.0
Barınak yapı malzemesi	Kerpiç	4	4.2
	Beşap	1	1.0
	Betonarme	21	21.9
	Briket	25	26.0
Havalandırma bacası	Taş	45	46.9
	Var	50	52.1
Ağıllarda pencere	Yok	46	47.9
	Var	92	95.8
Ağıllarda pencere	Yok	4	4.2
	Var	92	95.8

Hakkâri ili işletmelerinde barınak mülkiyetinin önemli bir çoğunluğu (%84.4) yetiştiricilerin kendisinin üzerine olup barınakların tamamına yakını (%98) köydedir.

Barınak yapı malzemesi en fazla taş malzemesinden oluşurken (%46.9), briket (%26) ve betonarme (%21.9) diğer önemli taşıyıcı sistem malzemeleri olarak saptanmıştır. Bölgenin karasal iklimin hüküm sürdüğü bir coğrafyada olması nedeniyle izolasyonu yüksek yapı malzemelerinin kullanılması anlaşılabilir bir durumdur. Aydın'ın (2018) bildirdiğine göre, tipik bir Akdeniz iklimine sahip olan İzmir ili ve ilçelerini kapsayan yerleşim yerlerinde barınak duvar malzemesi olarak sırasıyla; tuğla (%55), taş (%27.5) ve briket (%10) tercih edilirken, karasal iklimin hüküm sürdüğü Yüksekova'da barınaklarda en fazla briket (%41.7) ve betonarme (%22.6) yapı malzemeleri tercih edilmiş (Yılmaz, 2016), Şanlıurfa ilinde de en fazla briket (%67), taş (%19.6) ve tuğla (%6.6) kullanıldığı saptanmıştır (Amak, 2018). Karasal iklimin hakim olduğu Mardin ilinde de benzer şekilde briket (%51.9) en fazla tercih edilen barınak yapı malzemesiyken, taş (%28.6) ve tuğla (%14.3) diğer tercihleri oluşturmuştur (Şan, 2019).

Güvenlik nedenleriyle ve Hakkâri ili gibi kış mevsiminin sert geçtiği coğrafyalarda soğuk havadan korunmak için kapı ve pencereler genellikle kapalı tutulmaktadır. Bu durumda barınakların havalandırılması için havalandırma bacalarının olması önemlidir. Bu çalışmada hayvan barınaklarının %52.1'inde

havalandırma bacasının olduğu tespit edilmiştir. Bolu ilinde yapılan bir çalışmada barınakların hiçbirinde havalandırma bacası olmadığı saptanmıştır (Yılmaz, 2008).

Ağılların %95.8'inde pencere bulunmaktadır. Çalışmada hiç penceresi olmayan 4 ağıl tespit edilmiştir. Doğal ışıklandırma ve havalandırmaya yarayan pencerelerin barınaklarda bulunması oldukça önemlidir. Bolu ilinde 42 küçükbaş hayvan işletmesinde yapılan bir çalışmada da 1 ağılda hiç pencere olmadığı tespit edilirken (Yılmaz, 2008), Şanlıurfa ilindeki araştırmada barınakların %75'inde hiç pencere bulunmadığı saptanmıştır (Amak, 2018).

Çoban Temini

Hakkâri yöresindeki yetiştiricilerin önemli bir kısmı (%74) ücretli çoban temini yöntemini kullanmaktadır. Ağırlıklı olarak (%65.6) dört veya daha fazla yetiştiricinin bir araya gelerek tuttıkları çobanların çoğunluğunun (%43.8) ilkökul mezunu olduğu tespit edilmiştir. Çobanların önemli bir oranının (%41.7) 41-50 yaş aralığında olduğu ve aylık olarak (%88.5) ücretlendirildikleri saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. İşletmelerde çoban kullanımı

Table 4. Use of shepherds in enterprises

		İşletme sayısı (n)	Oran (%)
Çoban temini	Cevap yok	1	1.0
	Aile üyesi	24	25.0
	Ücretli	71	74.0
Çobanın kiralandığı yetiştirici sayısı	Cevap yok	5	5.2
	1	23	24.0
	2	2	2.1
	3	3	3.1
	4+	63	65.6
Çoban eğitim durumu	Cevap yok	1	1.0
	Okur-yazar değil	33	33.4
	İlkokul	42	43.8
	Ortaokul	11	11.5
Çobanların yaşı	Lise	9	9.4
	Cevap yok	2	2.1
	10-20	1	1.0
	21-30	12	12.5
	31-40	28	29.2
	41-50	40	41.7
Çoban kiralama dönemi	51 +	13	13.5
	Cevap yok	11	11.5
	Aylara göre	85	88.5
Sürü işlerine göre		-	-

Küçükbaş hayvancılık yapan küçük aile işletmeleri çoğunlukla sürülerini birleştirerek ortak çoban tutma yöntemine başvurabilmektedir. Nitekim günümüzden 30 yıl önce yapılan bir çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesinde yetiştiricilerin ortak çoban kullanımının

yaygın olduğu ve sürü büyüklüklerinin ortalama 485 baş olduğu tespit edilmiştir (Karaca ve ark., 1993). Karaman ilinde ücretli çoban tutma eğiliminin %62 olduğu ve sertifikalı çoban eğitimleri düzenlenerek mesleğin cazip hale getirilmesi gerektiği bildirilmiştir (Şahinli, 2014). Ardahan ilindeki yetiştiricilerin %38.4'ünün ücretli çoban tuttuğu ve güvenilir çoban bulma sorunu yaşadıkları saptanmıştır (Demir ve ark., 2015). İzmir ilinde çoban büyük oranda yetiştiricinin kendisi (%62.7) olurken, bunu aileden (%25.9) ve ücretli (%11.4) çoban takip etmektedir. Çobanın işletme sahibinin kendisi ya da aileden olması nedeniyle de çobanlar çoğunlukla (%96.3) daimî olarak çalışmaktadır. İzmir ilinde de çobanların önemli oranda (%73.8) ilkökul mezunu olduğu tespit edilmiştir (Kandemir ve ark., 2015). Yüksekova'daki işletmelerin tamamına yakını (%98) ücretli çoban tutma eğilimindeyken (Yılmaz, 2016), Muğla ilindeki koyun ve keçi yetiştiricisi işletmelerin sırasıyla %6 ve %4 oranında dışarıdan çoban bulundurma ihtiyacı duyduğu saptanmıştır (Aydın ve Keskin, 2018). Küçük Menderes havzasındaki küçükbaş işletmelerde de çoban ihtiyacı çoğunlukla aileden karşılanmaktadır (Aydiner, 2018). Ücretli çoban kullanımının sınırlı olmasının önemli bir nedeni bu bölgelerin kısıtlı olan çayır mera alanlarından dolayı yem temininde bitkisel tarımın tercih edilmesi olabilir. Nitekim Yozgat ilindeki yetiştiricilerin en önemli sorununun çoban ve mera sorunu (%51) olduğu bildirilmiştir (Tüfekçi, 2020).

İşletmelerin Yetiştiricilik ve Örgütlenme Durumu

İşletmelerin yetiştiricilik ve örgütlenme durumuyla ilgili bilgiler Çizelge 5'te verilmiştir.

Hakkâri ilindeki küçükbaş hayvan yetiştiricilerinin %69.8'inin tek geçim kaynağının bu iş olduğu belirlenirken, ailenin temel besin ihtiyacını karşılamak (%16.7) ve aile geleneği (%10.4) diğer yetiştiricilik nedenleri olarak saptanmıştır. Sosyoekonomik gelişmişlik düzeyi dikkate alındığında son sıralarda olan (Aslan, 2020) ve hayvancılık sektörünün sosyal yapıyı belirlediği (Atasever ve ark., 2013) Hakkâri ilinde hayvancılığın, sınırlı olan ekonomik faaliyetler içinde en önemlisi olarak yetiştiricilerin büyük oranda tek geçim kaynağı olması normal bir durum olarak kabul edilebilir. Şanlıurfa yöresi işletme sahiplerinde de benzer oranda (%71.4) tek geçim kaynağı olduğu saptanırken (Amak, 2018), Mardin ili yetiştiricilerinde ev ihtiyacını karşılamak (%71.4) ilk sırada bulunmuştur (Şan, 2019).

Yetiştiricilerin %74'ü yörede küçükbaş hayvan sayısında azalma olduğunu ifade ederken en önemli nedenleri kâr edilememesi (%39.6) ve mera ve otlakların azalması (%38.6) olarak belirtmiştir. Çayır ve mera alanları küçükbaş hayvanların kaba yem

ihtiyacının karşılanmasında oldukça önemlidir. Hakkâri ilinde iklim ve coğrafik koşullar nedeniyle hayvanlar barınaklarda uzun süre (7 ay) kapalı kalmaktadır. Bu dönemde hayvanların beslenmesi için çayır ve yem bitkileri ekiminden elde edilen kuru ot, ihtiyacın yalnızca yaklaşık olarak %21'ini karşılamaktadır. Bu durum önemli bir beslenme sorunu oluşturmaktadır (Ertuş, 2019). Bu durum hayvansal üretimde yüksek maliyetlerden dolayı elde edilen kârın düşmesine ve hayvan yetiştiriciliğinin azalmasına neden olabilmektedir. Yem üretim alanlarının artması, mera alanlarının ıslahı, korunması ve kaliteli yem üretmesi için önlemler alınması küçükbaş hayvan sayısını artıracaktır. Afyon ilindeki yetiştiricilerin büyük oranı (%87.6) hayvansal üretimde sorunlar yaşadığını belirtirken, yem fiyatları ve gelirin gideri karşılamamasını en önemli sorunlar olarak bildirmiştir (Serttaş, 2019).

Türkiye'de hayvancılık işletmelerinin genel olarak aile tipi küçük ölçekli işletmeler olması ve yetiştiricilerin sosyo-kültürel yapısı, yetiştiricilikle ilgili sorunların çözümünde yetersizliklere neden olabilmektedir. Örgütlü hareket edilebilme karşılaşılabilecek sorunların çözümünde olumlu katkılar sağlayacaktır. Yetiştirici örgütlenmesi bakımından Doğu Anadolu Bölgesi diğer bölgelere göre daha yetersiz durumdadır (Atasever ve ark., 2013).

Hakkâri ilindeki işletme sahiplerinin tamamına yakını (%95.8) yetiştirici örgütlerine üye olduğunu bildirmiş ve bu örgütlerin sağladığı olanaklara ilişkin sunulan seçenekler arasından en çok destek-teşvik alımlarında aracılık (%28.1) ve sağlık desteği (%19.8) seçenekleri belirtilmiştir. Van ilindeki yetiştiricilerin önemli bir kısmı (%81.76) yetiştirici birliklerine üye olduğunu belirtmiştir (Karakuş ve Akkol, 2013). Bingöl ilindeki yetiştiricilerin %42'sinin tarım örgütlerine üye olduğu belirtilirken %70'inin üyeliğin gerekli olmadığını bildirdiği ve yetiştiricilerin tarım örgütlerinden daha çok pazar sorununda çözüm (%36) ve veteriner hizmetleri (%36) beklediği belirlenmiştir (Karakaya ve Kızıloğlu, 2014). Iğdır ili Tuzluca ilçesindeki işletme sahiplerinin %87.5'i herhangi bir kooperatife üye olmadığını belirtmiştir (Türkan, 2017). Balıkesir ilindeki yetiştiricilerin önemli bir kısmının (%79.93) üretici örgütlerine üye olduğu tespit edilmiştir (Hanoğlu Oral ve ark., 2021). Hakkâri ilindeki yetiştiricilerin üretici örgütlerine üyelik bilincinin veya üyelik isteğinin Türkiye'nin diğer illerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Yetiştirici örgütlerinin çoğunluğunun (%78.1) zooteknist veya veteriner çalıştırdığı tespit edilmiştir. Bu oran yetiştiricilerin doğru ve güvenilir bilgiye ulaşabilmesi bakımından önemlidir.

Çizelge 5. İşletmelerin yetiştiricilik ve örgütlenme durumu
Table 5. Breeding and organizational status of enterprises

		İşletme sayısı (n)	Oran (%)
Koyun-keçi yetiştirme nedeni	Tek geçim kaynağı olması	67	69.8
	Hobi	2	2.1
	Aile geleneği	10	10.4
	Ailenin temel besin ihtiyacını karşılamak	16	16.7
	Diğer	1	1.0
Yöredeki koyun-keçi sayısında azalma durumu	Fikrim yok	11	11.5
	Evet	71	74.0
	Hayır	14	14.5
Koyun-keçi sayısındaki azalma nedeni	Fikrim yok	10	10.4
	Kâr edilemiyor	38	39.6
	Mera ve otlakların azalması	37	38.6
	Alternatif alanlara yönelim	2	2.1
	Aile fert sayısında azalma	8	8.3
	Diğer	1	1.0
Yetiştirici örgütlerine üyelik durumu	Evet	92	95.8
	Hayır	4	4.2
Yetiştirici örgütlerinin sağladığı olanaklar	Fikrim yok	2	2.1
	Damızlık temini	3	3.1
	Ürün taban fiyat oluşumu	4	4.2
	Sağlık (aşı, ilaç vb.) desteği	19	19.8
	Destek-teşvik alımlarında aracılık	27	28.1
	Yetiştiricilik bilgileri	4	4.2
	Yeni koyun tiplerinin tanıtımı	1	1.0
	Diğer	36	37.5
Yetiştirici örgütünün zootechnik ve/veya veteriner çalıştırma durumu	Fikrim yok	3	3.1
	Evet	75	78.1
	Hayır	18	18.8
Yetiştiricilik bilgi kaynağı	Aile büyükleri	57	59.4
	İlçe Tarım Müdürlüğü	33	34.4
	Üniversite	1	1.0
	Serbest Veteriner Hekim	3	3.1
	Yetiştirici örgütü	2	2.1

Yetiştiricilikle ilgili bilgi kaynakları çoğunlukla aile büyükleri (%59.4) ve tarım müdürlükleri (%34.4) olarak bildirilmiştir. Bingöl ilindeki yetiştiricilerin bilgi kaynağı ise çoğunlukla (%72) tarım müdürlükleri olarak tespit edilmiştir (Karakaya ve Kızıloğlu, 2014). Iğdır ili Tuzluca ilçesindeki yetiştiricilerin çoğunluğu (%64.4) herhangi bir teknik bilgi almadığını belirtirken, tarım müdürlükleri (%12.5) ve aile büyükleri (%12.5) önemli bilgi kaynakları olarak saptanmıştır (Türkan, 2017).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hakkâri ili ve ilçelerinde küçükbaş hayvan yetiştiricisi işletmelerde hayvancılık faaliyetlerinin sürdürülebilir olması için kadın ve genç nüfusa yönelik kırsal kalkınma projeleri uygulamaya geçirilerek özendirici tedbirlerin alınması önemli olabilir. Aile bireylerinin hayvancılık işini meslek olarak kabul edip istikrarlı bir şekilde sürdürebilmesi için yönetim sürecinde de aktif olarak rol oynamasının sağlanması gereklidir. Bunun

için bu kesimlere yönelik yapılacak kırsal kalkınma projelerinde sağlanacak önceliklerle gerek sosyal gerek ekonomik ortamlarına yönelik iyileştirmeler yapılabilir.

Küçükbaş hayvan yetiştiricilerinin hayvancılık ve teknolojik gelişmeleri takip edebilmesi için okullaşma oranlarında artışın sağlanması önemlidir.

Çobanlık mesleğinin özendirilmesi hem genç nüfusun göç etmesini engelleyecek hem de işletmenin kendi iş gücünü kullanması nedeniyle ekonomik olarak rahatlatacaktır.

Küçükbaş hayvan sayısındaki azalmanın önüne geçilebilmesi için yetiştiricinin ekonomik olarak korunmasına yönelik tedbirlerin alınması öncelikli olarak ele alınmalıdır. Girdi maliyetlerinin azaltılması, meraların ıslahı ve korunması, yem alanlarının artması hayvan sayısındaki azalmayı önleyecek tedbirlerden olabilir.

KAYNAKLAR

- Acıbuca V, Budak DB. 2021. Mardin ilindeki küçükbaş hayvancılık işletmelerinin yapısal durumu. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 31(4): 898-905. DOI: 10.29133/yyutbd.925141
- Akpınar R, Özsan ME, Taşçı K. 2012. Doğu Anadolu Bölgesi'nde hayvancılık sektörünün rekabet edebilirliğinin analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi* 5: 198-214.
- Amak A. 2018. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Şanlıurfa Yöresindeki Küçükbaş Hayvan Barınaklarının Yapısal Yönden Araştırılması ve Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye.
- Aslan MB. 2020. Hayvansal üretimin bölgesel kalkınmaya yönelik etkileri: Doğu Anadolu Bölgesi illerine yönelik panel veri analizi. *Journal of Social Sciences of Mus Alparslan University* 8: 9-19. DOI: <http://dx.doi.org/10.18506/anemon.832133>
- Atasever M, Günlü A, Aydın E, Yıldız A. 2013. Doğu Anadolu Bölgesi'nde hayvansal üretimin genel değerlendirmesi ve çözüm önerileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi* 8(2): 174-191.
- Aydın MK, Keskin M. 2018. Muğla ilinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin yapısal özellikleri. *Mediterranean Agricultural Sciences* 31(3): 317-323. DOI: 10.29136/mediterranean.428577
- Aydiner R. 2018. Küçük Menderes Havzası Koyunculuk İşletmelerinin Yapısal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye.
- Bebek DT, Keskin M. 2018. Mersin ilinde koyun yetiştiriciliğinin mevcut durumu bazı verim ve yapısal özellikleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23(2): 315-323.
- Çelik Ş. 2015. Çok boyutlu ölçkleme analizi ile hayvancılık açısından Türkiye'de illerin sınıflandırılması. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 31 (4): 159-164.
- Çıklı G. 2019. Sivas İli Merkez İlçede Hayvansal Üretim Yapan İşletmelerin Mevcut Durumu ve Kredi Kullanımının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tokat, Türkiye.
- Demir AP, Işık AS, Aydın E, Yazıcı K, Ayvazoğlu C. 2015. Ardahan ilinde koyun yetiştiriciliğinin sosyo-ekonomik önemi. *Van Veterinary Journal* 26(3): 141-146.
- Demir Y, Tuncer SS. 2022. Hakkâri ilindeki küçükbaş hayvancılık işletmelerinin mevcut durumu ve genel sorunları. *Van Veterinary Journal* 33(3): 97-105.
- Erkuş A, Turan A, Eliçin A, Tanrıvermiş H, Özçelik A, Gündoğmuş E. 1996. Tekirdağ İli Tarım İşletmelerinde İthal ve Kültür Melezi Süt Sığırları ile Üretim Yapan İşletmelerde Süt Sığırcılığı Faaliyetlerinin Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi. *Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği ve Vakfı Yayınları*. No:14, Ankara.
- Ertuş MM. 2019. Hakkâri'de sürdürülebilir mera kullanımı ve yem bitkileri üretimi. *Doğu Fen Bilimleri Dergisi* 2(1): 47-53.
- FAO, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT. Livestock primary. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. (24 Nisan 2022).
- Hanoğlu Oral H, Kuz Hİ, Dayanıklı C, Önalı AT, Alarslan E, Duman E. 2021. Ekstansif küçükbaş hayvancılık işletmelerinin yapısal özellikleri ve organik hayvancılığa geçiş olanakları: Balıkesir ili örneği, Türkiye. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 8(3): 320-330. DOI: 10.19159/tutad.996602
- Kandemir Ç, Alkan İ, Yılmaz Hİ, Ünal HB, Taşkın T, Koşum N, Alçıçek A. 2015. İzmir yöresinde küçükbaş hayvancılık işletmelerinin coğrafik konumlarına göre genel durumu ve geliştirilme olanakları. *Hayvansal Üretim* 56(1): 1-17.
- Karaca O, Vanlı Y, Kaymakçı M, Altun T, Kaygısız A. 1993. Doğu Anadolu Bölgesinde Koyun Yetiştiriminin Sosyolojik, Ekonomik ve Genetik Görünüşü. *Van Y.Y.Ü. Araştırma Fonu 90-ZF-071 nolu Projenin Kesin Sonuç Raporu, Ayrı Basım, Van*. 23 s.
- Karadaş K. 2017. Şanlıurfa ilinde koyunculuk işletmelerinin sosyo-ekonomik durumu: Siverek ilçesi örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 7(2): 268-279. DOI: <http://dx.doi.org/10.17714/gufbed.2017.071017>
- Karakaya, E., Kızıloğlu, S. 2014. Küçükbaş hayvancılık işletmelerinin örgütlenme yapısı Bingöl ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(4):552-560.
- Karakuş F, Akkol S. 2013. Van ili küçükbaş hayvancılık işletmelerinin mevcut durumu ve verimliliği etkileyen sorunların tespiti üzerine bir araştırma. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 18(1-2): 9-16.
- Kaya F. 2015. Hakkâri ili'nin idari coğrafya analizi. *The Journal of Academic Social Science Studies* 41: 79-99. DOI: <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS3202>
- Kaymak K, Sarıözkan S. 2016. Muş ili Korkut ilçesinde koyunculuk işletmelerinin sosyo-ekonomik yapısı ve üretim maliyetleri. *Van Veterinary Journal* 27(3): 141-146.
- Özder M, Gaytancıoğlu O, Yılmaz İ. 2011. Et ve süt üretimini etkileyen faktörler. Süt ve Kırmızı Et Üretimi Kendine Yeterlilik Paneli. 02 Mart 2011, Tekirdağ, Türkiye.
- Özsayın D, Everest B. 2019. Koyun yetiştiriciliği yapan üreticilerin sosyo-ekonomik yapısı ve koyunculuk faaliyetiyle ilgili uygulamaları. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 22 (Ek sayı 2): 440-448. DOI:10.18016/ksutarimdog.a.vi.589725
- Özyürek S, Türkyılmaz D, Dağdelen Ü, Esenbuğa N, Yaprak M. 2018. Erzincan ili koyunculuk işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunlarının işletme büyüklüğüne göre incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 7(2): 219-226. DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.476651>
- Satar M, Sakarya E. 2021. Kırsal kalkınma kapsamında, genç çiftçi projeleri ile desteklenen küçükbaş hayvancılık işletmelerinin sosyo-ekonomik analizi. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences* 37(4): 274-285. DOI: 10.15312/EurasianJvetSci.2021.353
- Saygılı R. 2019. Hakkâri ili haritası. http://cografyaharita.com/turkiye_mulki_idare_haritalari.html (26 Haziran 2023).

- Serttaş İ. 2019. Afyonkarahisar İli Hocalar İlçesine Bağlı Köy ve Beldeledeki Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Burdur, Türkiye.
- SPSS, 2017. IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp, Chicago, USA.
- Şahbaz H. 2021. 1940-2020 döneminde nüfusun eğitim ve kültür özellikleri açısından Tunceli ilinin ülkedeki yeri. ETÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 13: 70-106. DOI: <https://doi.org/10.29157/etusbed.956902>
- Şahinli MA. 2014. Koyunculuk sürü yönetimi: Karaman ili örneği. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 29(2): 113-120. DOI: 10.7161/anajas.2014.29.2.113-120
- Şan M. 2019. Mardin Yöresinde Küçükbaş Hayvan Barınaklarının Yapısal Yönden Araştırılması ve Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye.
- Şimşek G. 2019. Kırşehir İlinde Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Teknik ve Ekonomik Yapılarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Kırşehir, Türkiye.
- Tamer B, Sariözkan S. 2017. Yozgat merkez ilçede koyunculuk yapan işletmelerin sosyo-ekonomik yapısı ve üretim maliyetleri. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 14(1): 49-47.
- Tuncer SS. 2019. Türkiye’de ruminantların et ve süt verimlerinin ekonomik değerleri. 3. Uluslararası Tarım, Hayvancılık ve Kırsal Kalkınma Kongresi, Van, Türkiye, 20-22 Aralık 2019, s. 538-544.
- Tüfekçi H. 2020. Yozgat ili küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin yapısal durumu ve geliştirme olanaklarının belirlenmesi. Hayvansal Üretim 61(1): 91-100. DOI: <https://doi.org/10.29185/hayuretim.663273>
- TÜİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu. Hayvancılık istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>. (25 Nisan 2022).
- Türkan S. 2017. Iğdır İli Tuzluca İlçesi Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Genel Yapısı. Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Iğdır, Türkiye.
- Yıldırım S, İmik H, Günlü A. 2021. Bitlis ili Mutki ilçesinde koyun keçi yetiştiren işletmelerin temel hayvan besleme bilgi düzeylerinin araştırılması. MAE Veteriner Fakültesi Dergisi 6(2): 48-56. DOI: 10.24880/maeuafd.888022
- Yılmaz C. 2016. Hakkâri İli Yüksekova İlçesi Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinin Yapısal Durumu. Yüksek Lisans Tezi, Van YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Van, Türkiye.
- Yılmaz F. 2008. Bolu Yöresinde Küçükbaş Hayvan Barınaklarının Durumu ve Geliştirme Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Tekirdağ, Türkiye.



Odunsu Göğüs Miyopatisinin Göğüs Eti Kalite Özellikleri Üzerine Etkilerini Tahminlemek İçin Meta-Analiz Uygulaması

Meta-Analysis to Predict the Effects of Wooden Breast Myopathy on Breast Meat Quality Characteristics

Hüseyin Cem GÜLER^{1*} 0000-0002-1527-1562 Çiğdem ŞEREMET² 0000-0002-9642-1648

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Van

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, İzmir

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, etlik piliçlerde odunsu göğüs ve normal göğüs eti kalite özelliklerinin meta-analitik yaklaşımı kullanarak belirlenmesidir.

Materyal ve Metot: Çalışmada kullanılacak makaleler Google Akademik veri tabanından sağlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, 2023 yılı Ocak-Şubat ayları arasında sistematik bir literatür taraması yapılmıştır. Yapılan sistematik literatür taraması sonucunda 17600 adet sonuç görüntülenmiş ve dışlama kriterlerine göre belirlenen 30 adet çalışma meta-analize dâhil edilmiştir. Bu çalışmadaki meta-analizler, Comprehensive Meta-Analysis (CMA) sürüm 4.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş, rastgele modele göre genel etki büyüklükleri hesaplanmıştır.

Bulgular: Meta-analize dahil edilen tüm çalışmaların heterojen yapıda olduğu saptanmıştır. Odunsu göğüs miyopatisinin göğüs kası ağırlığı üzerine etkisine ait tahminlenen etki büyüklüğü pozitif yönlü ve oldukça kuvvetli (1.216) olarak hesaplanmıştır. Çalışmamızda son pH (0.910) ve parlaklık (0.891) için hesaplanan oldukça güçlü etki büyüklüğü değeri, odunsu göğüs miyopatisi görülen etlerde kontrol grubu etlerine kıyasla hem son pH'nın hem de parlaklığın daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Sonuç: Bu meta-analizin sonuçları, odunsu göğüs miyopatisinin göğüs etinde teknolojik değişikliklere neden olarak et kalitesini düşürdüğünü göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Odunsu göğüs, miyopati, et kalite özellikleri, pH, et rengi

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to determine the quality characteristics of wooden breast and normal breast meat in broilers using a meta-analytical approach.

Materials and Methods: The articles to be used in the study were obtained from the Google Scholar database. For this purpose, a systematic literature review was conducted between January and February of 2023. As a result of the systematic literature review, 17600 results were displayed and 30 studies determined according to the exclusion criteria were included in the meta-analysis. Meta-analyses in this study were performed using Comprehensive Meta-Analysis (CMA) version 4.0 software, and overall effect sizes were calculated according to the random model.

Results: All studies included in the meta-analysis were found to be heterogeneous. The estimated effect size (1.216) of the effect of wooden breast myopathy on breast muscle weight was calculated as positive and very strong. The quite strong effect size value calculated for ultimate pH (0.910) and lightness (0.891) in our study shows that both ultimate pH and lightness remained higher in meats with wooden breast myopathy compared to control group meats.

Conclusion: The results of this meta-analysis showed that wooden breast myopathy caused technological changes in the breast meat and reduced meat quality.

Keywords: Wooden breast, myopathy, meat quality characteristics, pH, meat color

Geliş tarihi (Received): 03.04.2023

Kabul tarihi (Accepted): 01.08.2023

*Sorumlu yazar (correspondence): cemguler@yyu.edu.tr

Atf: Güler, H.C., Şeremet, Ç. 2023. Odunsu göğüs miyopatisinin göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkilerini tahminlemek için meta-analiz uygulaması. *Hayvansal Üretim* 64(1): 36-47. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1276221>

Citation: Güler, H.C., Şeremet, Ç. 2023. Meta-analysis to predict the effects of wooden breast myopathy on breast meat quality characteristics. *Journal of Animal Production* 64(1): 36-47. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1276221>

GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusunun hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında önemli bir yer tutan etlik piliç üretimi son 50 yıllık zaman diliminde önemli bir şekilde değişmiş, üretim ve tüketim miktarı sürekli olarak artmıştır. Etlik piliç üretiminde meydana gelen bu artışın temelinde ise yapılan yoğun seleksiyon çalışmaları yatmaktadır (Julian, 1998; Güler, 2022).

Yüksek verimli etlik piliç elde etme amacıyla yapılan genetik çalışmalar sonucunda piliçlerin göğüs kası miktarındaki artış kas dokunun morfolojik yapısını bozmuş ve kas metabolizmasını etkilemiştir (Velleman and Clark., 2015). Miyopati görülen piliç göğüs kaslarında yüksek oranda nekrotik veya aşırı kasılmış miyofibriller bulunduğu bildirilmektedir (Velleman and Clark, 2015). Hızlı büyümeye bağlı olarak kas lif çapında oluşan artışa karşılık bağ doku, endomisyum ve perimisyumdaki kullanılabilir alan azalmış, bu durum kan akış hızını yavaşlatarak kas metabolizmasında önemli değişikliklere neden olarak kas miyopatilerinin ortaya çıkmasını tetiklemiştir (Wilson et al., 1990). Piliç göğüs kası, hızla kasılabilen glikolitik (tip IIb) kas liflerinden oluşan aerobik bir kastır (Bandman et al., 1982). Söz konusu lif tipinin piliçlerde kas miyopatileri oluşumuna karşı duyarlılığı tetikleyebileceği bildirilmiştir. Glikolisiz sonucu ortaya çıkan laktik asit, aerobik solunum ile üretilir ve dolaşım sistemi tarafından uzaklaştırılır. Ancak, hızlı gelişen piliçlerde, endomisyal ve perimisyal bağ doku aralığındaki azalmaya bağlı olarak kılcal damarların mevcut alanı azalır ve sonuçta kastan salınan laktik asit miktarı düşer (Wilson et al., 1990; Velleman et al., 2003).

Farklı özellikler göstermelerine rağmen göğüs kası miyopatileri birlikte veya ayrı ayrı ortaya çıkabilir; ancak hepsinin birbiriyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Odunsu göğüs (wooden breast, WB); beyaz çizgiler (white striping, WS); spaghetti et (spaghetti meat, SM) ve derin pektoral kas ya da yeşil kas hastalığı (deep pectoral myopathy, DPM) en sık rastlanan kas anormallikleridir. Bu tür etlerin önemli kalite sorunlarına neden olduğu; genellikle daha solgun, daha sert oldukları, daha düşük su tutma (STK) ve bağlama (SBK) kapasitesi gösterdikleri, görsel açıdan sorunlu ve tüketicilerin satın alma kararını olumsuz etkilediği (de Carvalho et al., 2020), hemorajik lezyonlara sahip ve ileri işleme gibi teknolojik özellikleri daha düşük olduğu, ancak gıda güvenliği açısından

sorun teşkil etmeyebilecekleri aktarılmaktadır (Barbut, 2019).

Sıklıkla karşılaşılan ve ticari etlik piliç sürülerinde belirlenen kas anomalilerinden biri odunsu göğüs miyopatisidir. Odunsu göğüs miyopatisi görülme sıklığı tam olarak belirlenmemiş olsa da, şiddetli odunsu göğüs vakalarının tüm sürünün yaklaşık %10'unu etkileyebileceği bildirilmiştir (Ovens, 2014). Aynı araştırmacı (Ovens, 2014); bu oranın ABD'de %50'ye kadar çıkabileceğini öngörmektedir. Yakın tarihli bir çalışmada ise, kesilen piliçlerin %0.78'inde odunsu göğüs ve beyaz çizgiler miyopatisi görüldüğü aktarılmıştır (Fraga et al., 2021). Odunsu göğüs miyopatisinin ilk kapsamlı patolojik tanımı Sihvo et al. (2014) tarafından yapılmış olup, pectoralis major kasının sertleşmesi ile karakterize edilen bir kas anormalliği olarak bildirilmiştir. Odunsu göğüs sendromu, etlik piliçlerin pectoralis majör kasında, bazen pectoralis minör'ü de etkileyecek şekilde, şiddetli fibrozis ile birlikte miyofiber hipertrofisi ve dejenerasyonu sonucunda ortaya çıkan bir kas anormalliği olarak tanımlanmaktadır (Hosotani et al., 2020). Odunsu göğüs sendromu gösteren pectoralis major kaslarının, kranial uçtan kaudal bölgeye kadar uzanan kabarık ve sertleşmiş bir yapı gösterdiği, daha soluk renkli ve yüzeyde hemorajik lezyonlar ile dikkat çektiği bildirilmiştir (Sihvo et al., 2014; Velleman and Clark, 2015; Soglia et al., 2016). Odunsu göğüs miyopatisi, yaklaşık 2 haftalık yaşta, kas doku üzerinde belirli bir bölgede lokal bir lezyon olarak ortaya çıkmakta ve daha sonra tüm dokuya yayılarak yaygın bir fibrotik hasar olarak gelişmektedir (Papah and ark., 2017). Ayrıca, odunsu göğüs sendromuna sıklıkla beyaz çizgiler sendromunun da eşlik ettiği bildirilmiştir (Sihvo ve ark., 2014). Etlik piliçlerde odunsu göğüs sendromu, görsel ve palpasyon muayene ile belirlenebilir. Odunsu göğüs miyopatisinden etkilenen piliç göğüs etinin sadece fiziksel görünümünün değil aynı zamanda besin kalitesinin de değiştiği aktarılmıştır. Thanatsang et al. (2020), odunsu göğüs miyopatisi gösteren piliçlerde oksidatif strese bağlı olarak göğüs etlerinde su, protein, esansiyel amino asit ve mineral içeriğinin azalarak besin madde bileşimini geriletliğini, ayrıca etin teknolojik özelliklerinin de etkilenerek daha parlak (L*), daha sert ve STK'nin daha düşük olduğunu bildirmiştir. Xing et al. (2020a), odunsu göğüs miyopatisi derecesinin (orta ya da şiddetli) göğüs kası ağırlığı ve kalınlığı ile doğrusal bir ilişki gösterdiğini,

ayrıca pişirme ve su kaybı ile damla kaybı ve etin sertliğinin odunsu göğüs gösteren filetolarda arttığını aktarmıştır. Benzer sonuçlar, Dalgaard et al. (2018) tarafından da bildirilmiş olup, odunsu göğüs miyopatisinden etkilenen göğüs etlerinde su içeriği, kesme kuvveti, serbest su miktarı, damla ve pişirme kaybının yükseldiği, ayrıca kas içi pH'nın da daha yüksek kaldığı bildirilmiştir.

Bu meta-analiz çalışmasında, sistematik literatür taraması sonucu elde edilen, çok sayıda birbirinden bağımsız deneysel araştırmanın sonuçları birleştirilerek, şiddetli odunsu göğüs miyopatisi gösteren etlik piliç göğüs etlerinde et kalitesinin teknolojik özelliklerinde meydana gelen değişimler istatistiki bir metot kullanılarak değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Literatür Tarama, Veri Çıkarma ve Değerlendirme

Çalışmada kullanılacak makalelerin seçiminde *Google Akademik* veri tabanı kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, 2023 yılı Ocak-Şubat aylarında sistematik bir literatür taraması yapılmıştır. Literatür taramasına "zaman" ve "dil" kısıtlaması getirilerek "2015-2023" yılları arasında, "İngilizce" olarak basılan, açık erişimi olan, tam metin makaleler aramaya dâhil edilmiştir. Göğüs kası miyopatilerinin insidansının geçtiğimiz beş ila on yılda önemli şekilde yükselmesi (Barbut, 2019), son 10 yılda etlik piliçlerin göğüs kaslarında makroskobik kusurların (Petracci et al., 2019) ortaya çıkması, ayrıca odunsu göğüs miyopatisinin ilk kapsamlı patolojik tanımının 2014 yılında yapılmış olması nedeniyle çalışmaya zaman kısıtlaması (2015-2023) getirilmiştir. Yayınlanmamış makaleler, kitap, tez, kısa not vb. kaynaklar çalışmaya dâhil edilmemiştir. Veri tabanında literatür taraması "wooden breast" and/or "meat quality" and/or "broiler" anahtar kelimelerinden en az 2 tanesini içerecek şekilde yapılmıştır. Yapılan sistematik literatür taraması sonucunda 17600 adet sonuç görüntülenmiş ve elde edilen makaleler hızlı bir şekilde gözden geçirilerek de Carvalho et al. (2020) tarafından belirlenen dışlama kriterlerine göre ön değerlendirmeye tabii tutulmuştur. Bu çalışmada meta-analize dâhil edilecek makalelerin seçiminde aşağıdaki dışlama kriterleri dikkate alınmış ve makalelerin seçiminde kullanılan süreç Şekil 1'de sunulan PRISMA grafiğinde gösterilmiştir.

1. Çalışma yalnızca etlik piliçleri kapsayacak şekilde planlanmış olmalıdır (genotip farkı dikkate alınmamıştır).
2. Çalışma etlik piliçlerde "Odunsu Göğüs" (Wooden Breast) miyopatisi gösteren en az 1 grup içermelidir. Çalışmalar odunsu göğüs miyopatisinin farklı şiddetlerini içeriyorsa (örneğin

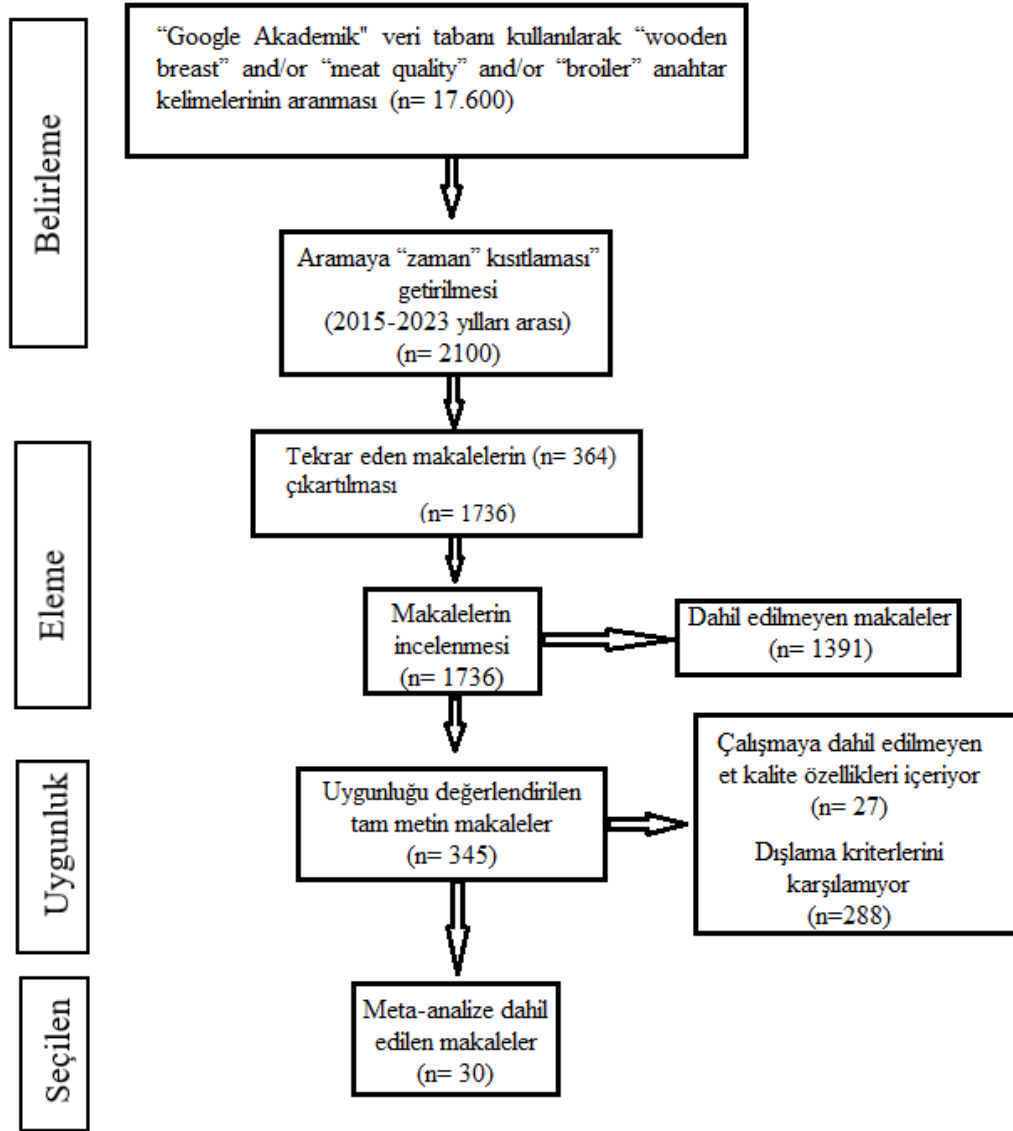
normal, hafif, orta, ılımlı, şiddetli vb.) analize sadece normal (kontrol) ve şiddetli odunsu göğüs miyopatisi grubu dâhil edilmiştir.

3. Çalışma, odunsu göğüs dışında diğer miyopatileri gösteren göğüs eti gruplarını da içeriyorsa, örneğin beyaz çizgiler (White striping, WS) miyopatisi veya odunsu göğüs ile aynı anda aynı kasta beyaz çizgiler miyopatisi görülmesi gibi (odunsu göğüs/beyaz çizgiler miyopatisi göğüs eti), çalışmaya sadece kontrol ve şiddetli odunsu göğüs grubu dâhil edilmiş, diğer gruplar meta-analiz dışında tutulmuştur.
4. Çalışma, et kalite kriterlerinden (son pH (pH_u); renk ölçütleri: parlaklık (L*), kırmızılık (a*), sarılık (b*); damla kaybı (DK) ve sertlik) en az bir tanesini içermelidir.
5. Çalışma, göğüs eti miyopatisi ve et kalitesi sonuçlarını etkileyebilecek herhangi bir muamele içeriyorsa, hiçbir işlemin olmadığı bir kontrol grubu içermelidir.
6. Çalışmalar, piliçlerin standart piliç yetiştirme koşulları altında yetiştirildiği ve et kalitesini geriletebilecek bir etkiye maruz kalmadıkları ön kabulüne dayanmaktadır.

Dışlama kriterleri doğrultusunda detaylı okuması yapılan toplam 30 adet araştırma makalesinin gerekli niteliği sağladığı görülmüş ve meta-analize dahil edilmiştir (Çizelge 1).

Tüm çalışmalarda araştırmacıların kas miyopatilerini (wooden breast vb.), görsel ve elle (palpasyon) muayene ile literatüre uygun olarak saptadıkları anlaşılmaktadır. Çalışmalarda meta-analize dâhil edilecek pH ve renk ölçümlerine ait sayısal değerler, sadece kesimden 24 saat sonra yapılan ölçümlere ait sonuçları kapsamaktadır. Şayet çalışma farklı kas grupları, farklı ölçüm zamanları vb. muameleler içeriyorsa bu sonuçlar meta-analize dâhil edilmemiştir. Bazı çalışmalarda göğüs ağırlıkları gram (g) olarak sunulurken bazılarında kilogram (kg) olarak verildiği görülmüş, tüm verileri standartlaştırmak amacıyla tüm göğüs ağırlıkları g olarak değiştirilmiştir. Benzer şekilde göğüs eti sertlik ölçüsü bazı çalışmalarda Newton (N), bazılarında kilogram/kuvvet (kg/f) olarak sunulmuştur. Sertlik ölçüsü tüm çalışmalarda kg/f'e dönüştürülmüştür (1 kg/f= 9.80665 Newton). Damla kaybına ait sonuçlar tüm çalışmalarda % olarak bildirilmiştir.

Bu meta-analizin yürütülmesinde kullanılan veriler açık erişimi olan makalelerden elde edildiğinden "Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul" onayı gerektirmemektedir.



Şekil 1. Literatür huni (sistematik incelemeler ve meta-analizler için tercih edilen raporlama öğeleri - PRISMA) grafiği (Leishman et al. 2021'den uyarlanmıştır).

Figure 1. Literature funnel (preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses - PRISMA) diagram (adapted from Leishman et al. 2021).

Veri Analizi

Bu çalışmadaki meta-analizler, Comprehensive Meta-Analysis (CMA) sürüm 4.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sabit, rastgele ve genel etki büyüklükleri (EB) hesaplanmıştır (CMA, 2023). Dışlama kriterleri neticesinde seçilen toplam 30 adet makaleden elde edilen bilgiler (et kalite özelliklerine ait sayısal veriler) CMA programına girilirken şu bilgiler eklenmiştir: kontrol grubu ve odunsu göğüs grubu için ortalama değer ($mean_{Kontrol}$, $mean_{WB}$), örneklem büyüklüğü ($n_{Kontrol}$, n_{WB}), standart sapma ($SD_{Kontrol}$, SD_{WB})

veya p-değeri ($p_{Kontrol}$, p_{WB}). CMA programında tüm analizler için etki yönü (pozitif veya negatif) otomatik olarak belirlenmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir. EB'nin hesaplanmasında yaygın olarak Pearson r korelasyonu, Cohen'in d yöntemi, Glass'ın Δ etki büyüklüğü yöntemi, Hedges'in g etki büyüklüğü yöntemi, Cohen'in f^2 etki büyüklüğü yöntemi, Cramer'in ϕ veya Cramer'in V etki büyüklüğü yöntemi ve Odd oranı gibi istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır (Anonim, 2023). Bu meta-analizde, etki büyüklükleri "Hedges'in g" değeri kullanılarak raporlanmıştır (Eşitlik

1). Hedges'in g değeri Cohen'in d yönteminin değiştirilmiş bir versiyonudur. Hedges'in g'si, Cohen'in d'sinden hesaplanabilir (Becker, 2000). Cohen'in d'sinden farklı olarak Hedges'in grup farklılıklarının etki büyüklüğü, ortalamalardaki farkların ağırlıklı ortak (pooled) standart sapmaya bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Borenstein et al., 2009). Bu meta analizde elde edilen sonuçların yorumlanmasında, tıpkı

Cohen d değerinde olduğu gibi, benzer değerler kullanılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır (EB: 0.2'den küçük ise zayıf, 0.5 ise orta ve 0.8'den büyük ise kuvvetli ilişki (Cohen, 1988); EB: anlamlı bir etkiyi temsil eden minimum etki büyüklüğü 0.41, orta düzeyde bir etki için 1.15 ve güçlü bir etki için 2.70 (Ferguson, 2009).

Çizelge 1. Meta-analize dahil edilen odunsu göğüs miyopatisi ve kontrol grubu çalışmalarına ait tanımlayıcı bilgiler (yazar/yıl, ülke, hayvan sayısı, incelenen özellikler)

Table 1 Descriptive information on wooden breast myopathy and control group studies included in the meta-analysis (author/year, country, number of animals, traits)

Yazar/Yıl	Ülke	n	İncelenen Özellikler
Baldi et al., 2019	İtalya	12	pH _u , L*, a*, b*
Bowker et al., 2018	ABD	30	GKA, pH _u , L*, a*, b*, DK
Brambila et al., 2018	ABD	24	GKA, Sertlik
Cai et al., 2018	Çin	24	pH _u , L*, a*, b*, Sertlik
Campo et al., 2020	İspanya	133	pH _u , L*, a*, b*, Sertlik
Chatterjee et al., 2016	ABD	18	GKA, pH _u , L*, a*, b*
Dalgaard et al., 2018	Danimarka	56	GKA, pH _u , DK, Sertlik
de Almeida Assunção et al., 2020	Brezilya	100	pH _u , L*, a*, b*, DK, Sertlik
de Almeida Mallmann et al., 2019	ABD	10	Sertlik
Geronimo et al., 2019	Brezilya	40	pH _u , L*, a*, b*, Sertlik
Geronimo et al., 2022	Brezilya	20	pH _u , L*, a*, b*, Sertlik
Guzmán et al., 2021	Kanada	58	pH _u , L*, a*, b*, DK, Sertlik
Jarvis et al., 2020	ABD	30	pH _u , L*, a*, b*, Sertlik
Kuttappan et al., 2017	ABD	28	pH _u , b*, DK
Lima et al., 2022	Brezilya	9	pH _u , L*, a*, b*
Livingston et al., 2019a	ABD	29	pH _u , DK
Livingston et al., 2019b	ABD	8	pH _u
Livingston et al., 2019c	ABD	2	GKA, pH _u , DK
Lopez et al., 2023	Arjantin	175	L*, a*, b*
Mudalal et al., 2015	İtalya	48	GKA, pH _u , L*, b*, DK, Sertlik
Oliveira et al., 2021	Brezilya	60	pH _u , L*, a*, b*, Sertlik
Pan et al., 2021	Çin	12	GKA, pH _u , L*, a*, b*, DK, Sertlik
Pang et al., 2020	Çin	24	DK
Soglia et al., 2016	İtalya	32	pH _u , DK
Tasoniero et al., 2019	ABD	32	GKA, pH _u , L*, a*, b*, DK
Wold et al., 2017	Norveç	15	pH _u , L*, a*, b*
Xing et al., 2017	Çin	30	GKA, pH _u , L*, a*, b*, DK
Xing et al., 2020a	Çin	24	pH _u , L*, a*, b*, Sertlik
Xing et al., 2020b	Çin	8	pH _u , L*, a*, b*, DK
Zhuang and Bowker, 2018	ABD	19	GKA, pH _u , L*, a*, b*, Sertlik

n: Etlik piliç sayısı; GKA (g): göğüs kasi ağırlığı; pH_u: son pH; L*: parlaklık; a*: kırmızılık; b*: sarılık; DK: damla kaybı (%); sertlik (kg/f).

n: Number of broilers; BMW (g): breast muscle weight; pH_u: ultimate pH; L*: lightness; a*: redness; b*: yellowness; DL: drip loss (%); shear force (kg/f).

$$EB (Hedges' g) = \frac{M_1 - M_2}{S_{ortak}} \quad (1)$$

Eşitlik 1'de; M_1 : 1. grubun ortalaması, M_2 : 2. grubun ortalaması, S_{ortak} : ortak standart sapma

$$S_{ortak} = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad (2)$$

Eşitlik 2'de; n_1 ve n_2 : sırasıyla 1. ve 2. gruplar için örneklem büyüklüğü, S_1 ve S_2 : sırasıyla 1. ve 2. gruplar için standart sapma değerleridir.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3)$$

Eşitlik 3'te; X_i : i'inci özelliğin ölçüm değeri, \bar{X} : özelliğin n sayıda ölçümüne ait aritmetik ortalama, n: örnek sayısını ifade eder (Hedges and Olkin, 1985).

Bu meta-analizde CMA yazılımı ile etki büyüklükleri her iki modele göre (sabit ve rastgele) hesaplanmış ancak çalışmadan elde edilen tüm değişkenler heterojen yapıda olduğu için, çalışma sonuçlarının değerlendirilmesi ve yorumlanmasında rastgele etkiler modeli kullanılmıştır (Borenstein et al., 2009). Çalışmaların heterojenliğini test etmek için ise Cochran'ın Q testi kullanılmıştır. Bu test değeri aşağıdaki Eşitlik 4 ile hesaplanmıştır.

$$Q = \sum_{k=1}^K w_k (\hat{\theta}_k - \hat{\theta})^2 \quad (4)$$

Eşitlik 4'te; $\hat{\theta}$: genel ortalama etki, $\hat{\theta}_k$: her çalışmanın gözlenen etkisinin sapması, w_k : ağırlık olarak ters varyans, K: çalışma sayısıdır (Cochran, 1954). Burada hesaplanan Q değeri K-1 serbestlik dereceli tablo değeri ile karşılaştırılır. Analiz sonucu elde edilen Q değeri ki-kare tablosundaki kritik değerin üzerinde ise sıfır hipotezi reddedilir ve çalışmaların heterojen yapıda olduğuna karar verilir (Borenstein et al., 2009). Çalışmalar arasındaki toplam varyasyon yüzdesinin hesaplanması amacıyla çalışmalardaki tutarsızlık derecesini ölçen heterojenliğin etkisi, I^2 istatistiği kullanılarak ölçülmüş (Şayık ve ark., 2021) ve Eşitlik 5'teki gibi hesaplanmıştır.

$$I^2 = \left(\frac{Q - sd}{Q} \right) \times 100\% \quad (5)$$

Eşitlik 5'de; Q: Cochran'ın Q değeri (ki-kare istatistiği), sd: serbestlik derecesi (K-1), K: çalışma sayısıdır (Higgins and Thompson, 2002; Higgins et al., 2003).

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Meta-analize dahil edilen 30 adet çalışmanın heterojenliği, Cochran'ın Q testi sonuçları kullanılarak değerlendirilmiştir (Çizelge 2). Sırası ile GKA, pH_u, L*, a*, b*, DK ve sertlik için Q değerleri; 62.286, 103.102,

173.504, 66.033, 178.255, 114.512 ve 113.985 olarak belirlenmiştir. İncelenen tüm özellikler için hesaplanan Q değerlerinin ki-kare tablo değerinden daha büyük olduğu, yani meta-analize dahil edilen tüm çalışmaların heterojen yapıda olduğu saptanmıştır. Çalışma bulgularında I^2 testi sonuçları da sunulmuştur (Çizelge 2). Yüksek I^2 'ler, çalışmalar arasında önemli ölçüde heterojenliği göstermektedir. Çizelge 2'de I^2 istatistiği sonuçlarının 71.227 ile 88.647 arasında çok yüksek heterojenite değeri olacak şekilde değiştiği görülmektedir. Higgins et al. (2003), $I^2 > 50$ ise yüksek heterojenlik olarak değerlendirilmesi gerektiğini, eğer $I^2 > 75$ ise çok yüksek bir heterojenlikten bahsedilmesi gerektiğini bildirmiştir. Ayrıca araştırmacılar (Higgins et al., 2003) I^2 'nin Q'dan farklı olarak çalışmaların sayısına bağlı olmadığını bildirmektedir. Bu çalışmada hem Cochran Q testi hem de I^2 testi sonuçları yüksek bir heterojenitenin mevcudiyetini göstermektedir. Saptanan yüksek heterojenite nedeniyle, bu meta-analizde çalışmaların sonuçlarını birleştirmek için rastgele (random) etkiler modeli kullanılmıştır. Benzer sonuçlar, Güler ve Şeremet Tuğalay (2022) tarafından da bildirilmiş olup, etlik piliçlerde taşıma stresi ile et kalitesi arasındaki ilişkileri inceledikleri meta-analiz çalışmalarında, tüm değişkenlerde çalışmalar arası heterojenlik testi sonuçlarını yüksek bulmuşlardır ($p < 0.05$). Güler ve Şeremet Tuğalay (2022), yüksek heterojeniteyi açıklamaya yönelik, kesimden önce son saatlerde meydana gelen değişimlerin et kalite kriterlerini doğrudan etkileyebileceğini, bu nedenle incelenen çalışmalarda farklı genotip, yaş, mevsim ve kesim öncesi koşulların değişken olması gibi pek çok faktörün heterojenliği artırdığını bildirmişlerdir. Benzer etkilerin bu meta-analiz sonuçlarında da etkili olduğu ve çalışmaya dâhil edilen et kalite kriterlerinin benzer bir varyasyon sergilediği düşünülmektedir.

Çalışmamızda, göğüs kası ağırlığı ve bazı et kalitesi özellikleri için rastgele etki modeline göre hesaplanan etki büyüklükleri (Hedges' g), p değeri ve %95 güven aralıkları Çizelge 3'te sunulmuştur. Odunsu göğüs miyopatisinin göğüs kası ağırlığı üzerine etkisine ait tahminlenen etki büyüklüğü pozitif yönlü ve oldukça kuvvetli (1.216) olarak hesaplanmıştır. Meta-analizden elde edilen sonuçlardan, yüksek GKA'na sahip piliçlerde odunsu göğüs miyopatisi görülme sıklığının da arttığı anlaşılmaktadır. Benzer sonuçlar, Mitchell (1999) tarafından da aktarılmış olup, büyüme hızının kas anormalliklerinin insidansında en önemli faktörlerden biri olduğunu bildirmiştir. Odunsu göğüs miyopatisinin derecesi (hafif, orta veya şiddetli) ile fileto ağırlığı ve kalınlığı arasında yüksek oranda korelasyon bildirilmiştir (Xing et al., 2020a). Pekçok araştırmacı, odunsu göğüs miyopatisinden (veya diğer miyopatiler) etkilenen piliçlerde göğüs kasının normal

Çizelge 2. Göğüs kası ağırlığı ve bazı et kalite özellikleri için odunsu göğüs miyopatisi ile kontrol grubu arasında sabit etki modeline göre hesaplanan etki büyüklükleri (Hedges' g), Q değeri, Q'ya ait p değeri ve %95 güven aralıkları

Table 2. Effect sizes (Hedges' g), Q value, p value of Q, and 95% confidence intervals calculated according to the fixed-effect model between wooden breast myopathy and control group for breast muscle weight and some meat quality characteristics

Değişkenler	Çalışma sayısı	Sabit Etki						
		%95 GA				Heterojenlik		
		Hedges g	Alt Limit	Üst Limit	P-değeri	Q	Q'ya ait P	I ²
GKA	11	1.142	0.978	1.305	0.000	62.286	0.000	83.945
pH _u	26	0.729	0.632	0.826	0.000	103.102	0.000	75.752
L*	21	0.706	0.609	0.803	0.000	173.504	0.000	88.475
a*	20	0.512	0.415	0.609	0.000	66.033	0.000	71.227
b*	22	0.692	0.597	0.787	0.000	178.255	0.000	88.219
DK	14	0.676	0.544	0.807	0.000	114.512	0.000	88.647
Sertlik	15	0.047	-0.062	0.157	0.396	113.985	0.000	87.718

GA: Güven aralığı; GKA (g): göğüs kası ağırlığı; pH_u: son pH; L*: parlaklık; a*: kırmızılık; b*: sarılık; DK: damla kaybı (%); sertlik (kg/f).

CI: Confidence interval; BMW (g): breast muscle weight; pH_u: ultimate pH; L*: lightness; a*: redness; b*: yellowness; DL: drip loss (%); shear force (kg/f).

Çizelge 3. Göğüs kası ağırlığı ve bazı et kalitesi özellikleri için odunsu göğüs miyopatisi ile kontrol grubu arasında rastgele etki modeline göre hesaplanan etki büyüklükleri (Hedges' g), p değeri ve %95 güven aralıkları

Table 3. Effect sizes (Hedges' g), p value, and 95% confidence intervals calculated according to the random effects model between wooden breast myopathy and control group for breast muscle weight and some meat quality characteristics

Değişkenler	Çalışma sayısı	Rastgele Etki			
		%95 GA			
		Hedges g	Alt Limit	Üst Limit	P-değeri
GKA	11	1.216	0.793	1.639	0.000
pH _u	26	0.910	0.638	1.123	0.000
L*	21	0.891	0.585	1.197	0.000
a*	20	0.608	0.409	0.808	0.000
b*	22	0.887	0.588	1.187	0.000
DK	14	1.077	0.653	1.500	0.000
Sertlik	15	0.126	-0.202	0.455	0.451

GA: Güven aralığı; GKA (g): göğüs kası ağırlığı; pH_u: son pH; L*: parlaklık; a*: kırmızılık; b*: sarılık; DK: damla kaybı (%); sertlik (kg/f).

CI: Confidence interval; BMW (g): breast muscle weight; pH_u: ultimate pH; L*: lightness; a*: redness; b*: yellowness; DL: drip loss (%); shear force (kg/f).

filetolara kıyasla hem daha yüksek ağırlığa hem de daha fazla kalınlığa sahip olduklarını vurgulamaktadır (Mudalal et al., 2015; Chatterjee et al., 2016; Xing et al., 2017; Dalgaard et al., 2018; Tasoniero et al., 2019; Guzmán et al., 2021). Söz konusu durum, bu meta-analizden elde edilen sonuçlar ile de desteklenir şekilde, büyüme hızı ve göğüs kası ağırlığı artışı yönünde yapılan seleksiyonun, bu anormalliklerin (miyopatilerin) oluşmasında önemli bir rol oynadığı hipotezini güçlendirmektedir (Petraacci and Cavani, 2012).

Bu çalışmada, etki büyüklükleri rastgele etki modeli ile birleştirildiğinde, odunsu göğüs miyopatisi ve kontrol grubu piliçleri göğüs etleri arasında, sertlik hariç (p= 0.451), incelenen tüm et kalite özellikleri için istatistiki olarak anlamlı bir farklılığın meydana geldiği (p<0.05), yani odunsu göğüs miyopatisi gösteren piliç göğüs etlerinde et kalitesinin belirgin bir şekilde etkilendiği ve azaldığı saptanmıştır. pH_u ve L* için rastgele modele göre EB değerlerinin pozitif yönlü ve sırası ile 0.910 ve 0.891 olarak tahminlendiği, güven aralıklarının ise 0.638-1.123 ve 0.585-1.197 olarak hesaplandığı görülmüştür (Çizelge 3). Çalışmamızda pH_u ve L* için

hesaplanan oldukça güçlü EB değeri odunsu göğüs miyopatisi görülen etlerde kontrol grubu etlerine kıyasla hem son pH'nın hem de parlaklığın daha yüksek olduğunu göstermektedir. Benzer ilişki, Boulianne and King (1995) tarafından da aktarılmış olup, daha soluk renge sahip göğüs eti filetolarının önemli bir şekilde daha yüksek parlaklık değeri gösterdiği ve daha yüksek bir pH'ya sahip oldukları bildirilmiştir. Aslında, kas pH'sı ile etin parlaklığı arasında önemli bir negatif korelasyon olduğu pek çok araştırmacı tarafından aktarılmıştır (Barbut, 1993; Le Bihan-Duval et al., 2001). Le Bihan-Duval et al. (2001), son pH'nın genetik olarak parlaklık (-0.91 ± 0.02) ve STK (-0.83 ± 0.04) ile çok güçlü bir şekilde negatif ilişkili olduğunu, son pH'ya dayalı yapılacak bir seçimin soluk ve eksüdatif (sulu) et insidansındaki artışı önlemek için seleksiyonda kullanılabileceğini aktarmıştır. Kesimle birlikte pH'nın düşme hızı ve son pH olarak bilinen ulaştığı nihai nokta, et kalitesi ve renk gelişimi açısından çok önemlidir. Kesimle birlikte pH'daki hızlı bir düşüş protein denaturasyonunu tetikleyebilir ve bu durum etin yumuşaklığı, sululuğu ve kas rengini etkileyerek PSE ya da DFD gibi kusurlu et oluşumuna neden olabilir (Solomon et al., 1998; Berri et al., 2001; Barbut, 2002). Çalışma bulgularında son pH ve renk özelliklerinin odunsu göğüs miyopatisinden belirgin şekilde etkilendiği ($p < 0.05$), rastgele etki modeline göre tahminlenen EB'lerin orta üstü veya kuvvetli ilişki sergiledikleri görülmektedir (tahminlenen EB değerleri, pH_u , L^* , a^* ve b^* için sırası ile 0.910, 0.891, 0.608 ve 0.887). Mudalal et al. (2015), odunsu göğüs ve beyaz çizgiler miyopatisinden etkilenen filetolarda kontrol grubu filetolarına göre daha yüksek son pH değeri ve daha yüksek ($P < 0.05$) sarılık görülürken, L^* ve a^* için kontrol grubu ile önemli bir fark meydana gelmediğini; Tasoniero et al. (2019), normal göğüs etine kıyasla odunsu göğüs miyopatisinden farklı şiddette etkilenen filetoların daha parlak (L^* ; $p < 0.0001$), daha sarı (b^* ; $p < 0.0001$) ve daha kırmızı (a^* ; $p < 0.0001$) olduğunu aktarmıştır. Cai et al. (2018), odunsu göğüs etinin normal göğüs etinden daha yüksek bir ortalama pH'ya ($p < 0.0001$) ve pişirme kaybına ($p = 0.001$) sahip olduğunu; L^* , a^* ve b^* değerleri açısından da odunsu göğüs etlerinin normal etlere kıyasla daha yüksek değerler gösterdiğini aktarmıştır. Azalan kas glikojen içeriği ve değişen glikoz metabolizmasının, odunsu göğüs etinde daha yüksek son pH'ya neden olabileceği bildirilmiştir (Abasht et al., 2016). Odunsu göğüs miyopatisi görülen göğüs etlerinde artan L^* ve b^* değerleri ise, odunsu göğüs filetolarında meydana gelen fibroz ve lipidozun neticesi olarak bildirilmiştir (Dalle Zotte et al., 2017).

Çalışmamızda rastgele etki modeline göre hesaplanan birleştirilmiş etki büyüklükleri DK ve Sertlik için sırası

ile 1.077 ve 0.126 olarak tahminlenmiş, %95 GA ise 0.653 ile 1.500 ve -0.202 ile 0.455 aralığında hesaplanmıştır (Çizelge 3). Bu meta-analizin bulguları ile uyumlu olarak, Pan et al. (2021), odunsu göğüs miyopatisi grubu piliçlerinde daha yüksek DK değeri gözlenirken ($p < 0.05$), etin sertlik değeri açısından kontrol grubu ile arasında istatistiki açıdan fark olmadığını bildirmiştir. Kuttappan et al. (2017), odunsu göğüs ve beyaz çizgiler miyopatilerinin her ikisinin de DK'yı artırdığını, bu artışta miyopatili etlerde azalmış protein içeriği ve daha düşük su tutma kapasitesinin etkili olabileceğini aktarmaktadır. Benzer bildirişler pek çok araştırmacı tarafından aktarılmış olup, odunsu göğüs miyopatisinin damla kaybında artışa neden olduğunu bildirmiştir (Mudalal et al., 2015; Soglia et al., 2016; Xing et al., 2017; Bowker et al., 2018).

Odunsu göğüs ve kontrol grubu piliçlerin pişmiş göğüs etleri arasında, kesme kuvveti için, istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık olmadığı ($p > 0.05$) bildirilmiştir (Cai et al., 2018; Pan et al., 2021). Geronimo et al. (2022) ise, çığ filetolarda odunsu göğüs etinin %37.52 daha sert olduğunu, buna karşılık pişirme sonrası göğüs etlerindeki bu farklılığın kaybolarak odunsu göğüs ve kontrol grubu arasında sertlik açısından bir farklılık kalmadığını aktarmaktadır. Araştırmacılar (Geronimo et al., 2022) bu durumun, odunsu göğüs filetolarında gözlemlenen daha az sayıda çapraz bağ ile doğrudan ilişkili olabileceğini, ayrıca pişirme sırasında uygulanan sıcaklığın, olgunlaşmamış çapraz bağların kolay bir şekilde kırılmasına neden olup kas liflerinde jenerasyon sürecini tetikleyerek sertlikte azalmaya neden olduğu sonucunu gösterdiğini belirtmektedir. Daha yüksek kolajen içeriğine sahip kaslar daha sert doku sergiler, bu da odunsu göğüs miyopatisi görülen etlerde (çığ et) elle muayenede daha sert hissedilmeye neden olmaktadır (Soglia et al., 2016).

Bu çalışmanın sonuçlarının aksine, normal ve şiddetli odunsu göğüs sendromu görülen etlerin kesme kuvvetleri arasında önemli farklılıklar meydana geldiğini, odunsu göğüs miyopatisi görülen pişmiş etlerin daha yumuşak (de Almeida Assunção et al., 2020; Olivera et al., 2021) ya da daha sert (Xing et al., 2020a) olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır.

SONUÇ

Bu meta-analizden elde edilen sonuçlar, odunsu göğüs miyopatisinin pectoralis majör kasında görsel, teknolojik ve fizikokimyasal değişikliklere neden olarak et kalitesi üzerinde belirgin şekilde olumsuz etkileri olduğunu göstermiştir. Çalışmada rastgele modele göre tahminlenen etki büyüklükleri incelendiğinde, özellikle son pH ve parlaklığın odunsu göğüs miyopatisi grubu etlerinde daha yüksek bulunduğu, yani odunsu göğüs miyopatisinin et kalitesini önemli bir şekilde

gerilettiği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde kırmızılık, sarılık, damla kaybı ve göğüs kası ağırlıkları da odunsu göğüs grubu etlerinde kontrol grubu etlerine kıyasla istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Pişmiş etin sertliği için hesaplanan EB değerlerinde ise odunsu göğüs miyopatitesi ve normal göğüs etleri arasında önemli bir farklılık bulunmadığı görülmüştür. Genel bir yaklaşım olarak odunsu göğüs miyopatitesinin kalite özelliklerinde gerilemeye ve etin dış görünüşünde meydana gelen bozulmaya bağlı olarak tüketici kabul edilebilirliğinde azalmaya neden olduğu bilinmektedir. Bu durum kanatlı endüstrisinde ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Yetiştirme pratikleri ve genetik çalışmalar sayesinde odunsu göğüs miyopatitesi önlenmeye-azaltılmaya çalışılarak et kalitesini iyileştirmek mümkün görülmektedir. Kesim ağırlığı, büyüme hızı ve oransal göğüs kası için genetik potansiyel arttıkça göğüs anormalliklerinin insidansının da arttığı yaygın olarak kabul görmektedir. Benzer şekilde kesim yaşı ve göğüs kası büyüme eğrisi ile kas miyopatileri arasında da sıkı bir ilişki olduğu histolojik çalışmaları kanıtlanmıştır. Bu nedenle kas miyopatilerinin kesin etiolojini anlamak için gen ekspresyonu, proteomik ve metabolomik yaklaşımlar kullanılarak altta yatan biyolojik süreçler hala anlaşılmaya çalışılmaktadır. Bununla birlikte, genetik faktörlerden daha büyük bir etkiye sahip oldukları ve daha acil çözüm fırsatları sunabildikleri için genetik olmayan faktörler miyopatilerin insidansını azaltmak amacıyla etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Kuluçka, besleme, sıcaklık ve havalandırma gibi piliçlerin büyüme hızlarını etkileyebilecek birçok genetik olmayan faktör kas büyüme ve gelişimini doğrudan etkileyerek miyopatilerin oluşumunu tetiklemektedir. Büyümeyi baskılamak için yem kısıtlamasına gidilmesi, rasyonun enerji ve/veya amino asit yoğunluğunda değişiklikler yapılması, rasyon arginin:lizin:histidin oranı (doğrudan yem kısıtlaması yerine spesifik amino asit seviyesi ve oranını hedefleyen uygulamalar, örneğin lizin seviyesinin %15 azaltılması veya histidin ve arginin oranının lizine göre artırılması piliç performansında kayba neden olmaksızın odunsu göğüs ve beyaz çizgiler miyopatitesinde azalmaya neden olmaktadır), E-C vitamini ve selenyum gibi katkılarla rasyon antioksidan düzeyinin artırılması (oksidatif stres ve miyopatileri azaltmak amacıyla rasyona ilave edilir; özellikle selenyum ve E vitamini eksikliğinin pektoralis majör kasında oksidatif strese karşı antioksidan kapasiteyi bozduğu ve sendromları tetiklediği bilinir), piliçlerin daha erken yaşta kesilmesi, eşey, kuluçka sıcaklığı vb. yetiştirme uygulamaları ile kas miyopatilerinin azaltılabileceği bildirilmektedir. Bu nedenle, göğüs kası miyopatilerinin önlenmesi ve et kalitesi üzerinde oluşturdukları olumsuz etkilerin kontrolü bütüncül bir yaklaşıma dayanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abasht B, Mutryn MF, Michalek RD, Lee W. 2016. Oxidative stress and metabolic perturbations in wooden breast disorder in chickens. *PloS One*, 11(4), e0153750. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153750>
- Anonim, 2023. <https://www.statisticssolutions.com/free-resources/directory-of-statistical-analyses/effect-size/>
- Baldi G, Soglia F, Laghi L, Tappi S, Rocculi P, Tavaniello S, Prioriello D, Mucci R, Maiorano G, Petracci M. 2019. Comparison of quality traits among breast meat affected by current muscle abnormalities. *Food Research International*, 115, 3 69-376. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.020>
- Bandman E, Matsuda R, Strohman RC. 1982. Developmental appearance of myosin heavy and light chain isoforms in vivo and in vitro in chicken skeletal muscle. *Developmental Biology*, 93(2), 508-518. [https://doi.org/10.1016/0012-1606\(82\)90138-5](https://doi.org/10.1016/0012-1606(82)90138-5)
- Barbut S. 1993. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Research International*, 26 (1), 39-43. [https://doi.org/10.1016/0963-9969\(93\)90103-P](https://doi.org/10.1016/0963-9969(93)90103-P)
- Barbut S. 2002. *Poultry Products and Processing, An Industry Guide*. Chapter 2: Basic Anatomy and Muscle Biology. CRC Press LLC, Boca Raton London New York Washington, D.C, 560 pp.
- Barbut S. 2019. Recent myopathies in broiler's breast meat fillets. *World's Poultry Science Journal*, 75(4), 559-582. <https://doi.org/10.1017/S0043933919000436>
- Becker LA. 2000. Effect size (ES). <https://www.uv.es/~friasnava/EffectSizeBecker.pdf> (20 Şubat 2023).
- Berri C, Wacrenier N, Millet N, Le Bihan-Duval E. 2001. Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines. *Poultry Science*, 80(7), 833-838. <https://doi.org/10.1093/ps/80.7.833>
- Borenstein M, Cooper H, Hedges L, Valentine J. 2009. Effect sizes for continuous data. *The handbook of research synthesis and meta-analysis*, 2, pp.221-235.
- Boulianne M, King AJ. 1995. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. *Poultry Science*, 74(10), 1693-1698. <https://doi.org/10.3382/ps.0741693>
- Bowker BC, Maxwell AD, Zhuang H, Adhikari K. 2018. Marination and cooking performance of portioned broiler breast fillets with the wooden breast condition. *Poultry Science*, 97 (8), 2966-2970. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey144>
- Brambila GS, Bowker BC, Chatterjee D, Zhuang H. 2018. Descriptive texture analyses of broiler breast fillets with the wooden breast condition stored at 4 C and -20 C. *Poultry Science*, 97(5), 1762-1767. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew327>
- Cai K, Shao W, Chen X, Campbell YL, Nair MN, Suman SP, Beach CM, Guyton MC, Schilling MW. 2018. Meat quality traits and proteome profile of woody broiler breast (pectoralis major) meat. *Poultry Science*, 97(1), 337-346. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex284>
- Campo MDM, Mur L, Guerrero A, Barahona M, Resconi VC, Magalhaes DR, Lisinski E, Boito B, Oliveira IMD, Olleta JL. 2020. Differentiating breast myopathies through color

- and texture analyses in broiler. *Foods*, 9(6), 824. <https://doi.org/10.3390/foods9060824>
- Chatterjee D, Zhuang H, Bowker BC, Sanchez-Brambila G, Rincon AM. 2016. Instrumental texture characteristics of broiler pectoralis major with the wooden breast condition. *Poultry Science*, 95(10), 2449-2454. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew204>
- CMA. 2023. <https://www.meta-analysis.com/pages/demo.php?cart=B6R78496788>
- Cochran W. 1954. Some methods for strengthening the common χ^2 tests. *Biometrics*, 10(4), 417-451. <https://doi.org/10.2307/3001616>
- Cohen J. 1988. The Analysis of Variance, 274-287. In: *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. (Ed. J. Cohen), Lawrence Erlbaum Associates, 579 pp.
- Dalgaard LB, Rasmussen MK, Bertram HC, Jensen JA, Møller HS, Aaslyng MD, Hejbøl EK, Pedersen JR, Elsser-Gravesen D, Young JF. 2018. Classification of wooden breast myopathy in chicken pectoralis major by a standardised method and association with conventional quality assessments. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(7), 1744-1752. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13759>
- Dalle Zotte A, Tasoniero G, Puolanne E, Remignon H, Cecchinato M, Catelli E, Cullere M. 2017. Effect of "wooden breast" appearance on poultry meat quality, histological traits, and lesions characterization. *Czech Journal of Animal Science*, 62(2), 51-57. doi: 10.17221/54/2016-CJAS
- de Almeida Assunção AS, Garcia RG, Komiyama CM, de Sena Gandra ÉR, de Souza JR, Dos Santos W, Caldara FR, Martins RA. 2020. Wooden breast myopathy on broiler breast fillets affects quality and consumer preference. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 3555-3565. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02392-6>
- de Almeida Mallmann B, Martin EM, Soo Kim K, Calderon-Apodaca NL, Baxter MF, Latorre JD, Hernandez-Velasco X, Paasch-Martinez L, Owens CM, Dridi S, Bottje WG. 2019. Evaluation of bone marrow adipose tissue and bone mineralization on broiler chickens affected by wooden breast myopathy. *Frontiers in Physiology*, 10, 674. doi: 10.3389/fphys.2019.00674
- de Carvalho LM, Ventanas S, Olegario LS, Madruga MS, Estévez M. 2020. Consumers awareness of white-stripping as a chicken breast myopathy affects their purchasing decision and emotional responses. *LWT*, 131, 109809. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109809>
- Ferguson CJ. 2009. An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Professional Psychology, Research and Practice*, 40(5), 532-538. <https://doi.org/10.1037/a0015808>
- Fraga ST, Jaenisch FR, Peixoto JO, Coldebella A, Borges KA, Furian TQ, Dickel EL, Santos LRD. 2021. Wooden breast and white striping: comparative occurrence in three poultry companies. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 41, e06685. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6685>
- Geronimo BC, Mastelini SM, Carvalho RH, Júnior SB, Barbin DF, Shimokomaki M, Ida EI. 2019. Computer vision system and near-infrared spectroscopy for identification and classification of chicken with wooden breast, and physicochemical and technological characterization. *Infrared Physics & Technology*, 96, 303-310. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2018.11.036>
- Geronimo BC, Prudencio SH, Soares AL. 2022. Biochemical and technological characteristics of wooden breast chicken fillets and their consumer acceptance. *Journal of Food Science and Technology*, 59(3), 1185-1192. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05123-3>
- Güler HC. 2022. Phenotypic correlations between carcass part yields and meat quality characteristics in quails. *Hayvansal Üretim*, 63(1), 7-14. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1011729>
- Güler HC, Şeremet Tuğalay Ç. 2022. Etlik piliçlerde taşıma stresinin göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi: meta-analiz. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 59(3), 457-470. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.1030261>
- Guzmán AP, Trocino A, Susta L, Barbut S. 2021. Comparing three textural measurements of chicken breast fillets affected by severe wooden breast and spaghetti meat. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 465-471. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1893134>
- Hedges LV, Olkin I. 1985. *Statistical Methods for Meta-Analysis*. Academic Press, London, 369 pp.
- Higgins JP, Thompson SG. 2002. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in medicine*, 21(11), 1539-1558. <https://doi.org/10.1002/sim.1186>
- Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. 2003. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ*, 327(7414), 557-560. <https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557>
- Hosotani M, Kawasaki T, Hasegawa Y, Wakasa Y, Hoshino M, Takahashi N, Ueda H, Takaya T, Iwasaki T, Watanabe T. 2020. Physiological and pathological mitochondrial clearance is related to pectoralis major muscle pathogenesis in broilers with wooden breast syndrome. *Frontiers in Physiology*, 11, 579. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00579>
- Jarvis T, Byron M, Von Staden M, Crist C, Zhang X, Rowe C, Smith B, Schilling W, Rowe C, Schilling MW. 2020. Quality differences in wooden and normal broiler breast meat marinated with traditional and clean label marinades. *Meat and Muscle Biology*, 4(1). doi:10.22175/mmb.9458
- Julian RJ. 1998. Rapid growth problems: ascites and skeletal deformities in broilers. *Poultry Science*, 77(12), 1773-1780. <https://doi.org/10.1093/ps/77.12.1773>
- Kuttappan VA, Owens CM, Coon C, Hargis BM, Vazquez-Anon M. 2017. Incidence of broiler breast myopathies at 2 different ages and its impact on selected raw meat quality parameters. *Poultry Science*, 96(8), 3005-3009. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex072>
- Le Bihan-Duval E, Berri C, Baéza E, Millet N, Beaumont C. 2001. Estimation of the genetic parameters of meat characteristics and of their genetic correlations with growth and body composition in an experimental broiler line. *Poultry Science*, 80(7), 839-843. <https://doi.org/10.1093/ps/80.7.839>
- Leishman EM, Ellis J, van Staaveren N, Barbut S, Vanderhout RJ, Osborne VR, Wood BJ, Harlander-Matuschek A, Baes CF. 2021. Meta-analysis to predict the effects of temperature stress on meat quality of poultry. *Poultry Science*, 100(11), 101471. doi: 10.1016/j.psj.2021.101471.

- Lima JL, Bezerra TK, Carvalho LM, Galvão MS, Lucena L, Rocha TC, Estevez M, Madruga MS. 2022. Improving the poor texture and technological properties of chicken wooden breast by enzymatic hydrolysis and low-frequency ultrasound. *Journal of Food Science*, 87(6), 2364-2376. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16149>
- Livingston ML, Landon C, Barnes HJ, Brake J. 2019a. White striping and wooden breast myopathies of broiler breast muscle is affected by time-limited feeding, genetic background, and egg storage. *Poultry Science*, 98(1), 217-226. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey333>
- Livingston ML, Ferket PR, Brake J, Livingston KA. 2019b. Dietary amino acids under hypoxic conditions exacerbates muscle myopathies including wooden breast and white striping. *Poultry Science*, 98(3), 1517-1527. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey463>
- Livingston ML, Landon CD, Barnes HJ, Brake J, Livingston KA. 2019c. Dietary potassium and available phosphorous on broiler growth performance, carcass characteristics, and wooden breast. *Poultry Science*, 98(7), 2813-2822. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez015>
- López TA, García PA, Tica L, Pieniazek F, Schebor C, Sosa N. 2023. Classification, quality characteristics, sensory perception and texture prediction of wooden breast myopathy in broilers from Argentina. *Journal of Food Science and Technology*, 60(1), 233-242. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05608-9>
- Mitchell MA. 1999. Muscle abnormalities: pathophysiological mechanisms. *Poultry Meat Science, Poultry Science Symposium Series Volume 25*, pp.65-98.
- Mudalal S, Lorenzi M, Soglia F, Cavani C, Petracci M. 2015. Implications of white striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. *Animal*, 9(4), 728-734. <https://doi.org/10.1017/S175173111400295X>
- Oliveira RFD, Mello JLMD, Ferrari FB, Souza RAD, Pereira MR, Cavalcanti ENF, Villegas-Cayllahua EA, Fidelis HDA, Giampietro-Ganeco A, Fávero MS, Souza PAD. 2021. Effect of aging on the quality of breast meat from broilers affected by wooden breast myopathy. *Animals*, 11(7), 1960. <https://doi.org/10.3390/ani11071960>
- Owens CM. 2014. Identifying quality defects in poultry processing. *Watt Poultry USA*, 42, p.50.
- Pan X, Zhang L, Xing T, Li J, Gao F. 2021. The impaired redox status and activated nuclear factor-erythroid 2-related factor 2/antioxidant response element pathway in wooden breast myopathy in broiler chickens. *Animal Bioscience*, 34(4), 652-661. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0953>
- Pang B, Bowker B, Zhang J, Yang Y, Zhuang. 2020. Prediction of water holding capacity in intact broiler breast fillets affected by the woody breast condition using time-domain NMR. *Food Control*, 118, 107391. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107391>
- Papah MB, Brannick EM, Schmidt CJ, Abasht B. 2017. Evidence and role of phlebitis and lipid infiltration in the onset and pathogenesis of Wooden Breast Disease in modern broiler chickens. *Avian Pathology*, 46(6), 623-643. <https://doi.org/10.1080/03079457.2017.1339346>
- Petracci M, Cavani C. 2012. Muscle growth and poultry meat quality issues. *Nutrients*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.3390/nu4010001>
- Petracci M, Soglia F, Madruga M, Carvalho L, Ida E, Estévez M. 2019. Woodenbreast, white striping, and spaghetti meat: causes, consequences and consumer perception of emerging broiler meat abnormalities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18: 565-583. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12431>
- Sihvo HK, Immonen K, Puolanne E. 2014. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. *Veterinary Pathology*, 51(3), 619-623. doi: 10.1177/0300985813497488
- Soglia F, Mudalal S, Babini E, Di Nunzio M, Mazzoni M, Sirri F, Cavani C, Petracci M. 2016. Histology, composition, and quality traits of chicken Pectoralis major muscle affected by wooden breast abnormality. *Poultry Science*, 95(3), 651-659. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev353>
- Solomon MB, Van Laack RLJM, Eastridge JS. 1998. Biophysical basis of pale, soft, exudative (PSE) pork and poultry muscle: A review. *Journal of Muscle Foods*, 9(1), 1-11. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1998.tb00639.x>
- Şayık D, Açıkgöz A, Mutlu F. 2021. Koronavirüs pandemisinde sağlık personellerinin uyku kalitesi: Meta-analiz. *Journal of Turkish Sleep Medicine*, 1, 1-6. doi: 10.4274/jtsm.galenos.2021.51523
- Tasoniero G, Bowker B, Stelzleni A, Zhuang H, Rigdon M, Thippareddi H. 2019. Use of blade tenderization to improve wooden breast meat texture. *Poultry Science*, 98(9), 4204-4211. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez163>
- Thanatsang KV, Malila Y, Arayamethakorn S, Srimarut Y, Tatiyaborworntham N, Uengwetwanit T, Panya A, Rungrassamee W, Visessanguan W. 2020. Nutritional properties and oxidative indices of broiler breast meat affected by wooden breast abnormality. *Animals*, 10(12), 2272. <https://doi.org/10.3390/ani10122272>
- Velleman SG, Clark DL. 2015. Histopathologic and myogenic gene expression changes associated with wooden breast in broiler breast muscles. *Avian Diseases*, 59(3), 410-418. <https://doi.org/10.1637/11097-042015-Reg.1>
- Velleman SG, Anderson JW, Coy CS, Nestor KE. 2003. Effect of selection for growth rate on muscle damage during turkey breast muscle development. *Poultry Science*, 82(7), 1069-1074. <https://doi.org/10.1093/ps/82.7.1069>
- Wilson BW, Nieberg PS, Buhr RJ, Kelly BJ, Shultz FT. 1990. Turkey muscle growth and focal myopathy. *Poultry Science*, 69(9), 1553-1562. <https://doi.org/10.3382/ps.0691553>
- Wold JP, Veiseth-Kent E, Høst V, Løvland A. 2017. Rapid online detection and grading of wooden breast myopathy in chicken fillets by near-infrared spectroscopy. *PLoS One*, 12(3), e0173384. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173384>
- Xing T, Zhao X, Han M, Cai L, Deng S, Zhou G, Xu X. 2017. A comparative study of functional properties of normal and wooden breast broiler chicken meat with NaCl addition. *Poultry Science*, 96(9), 3473-3481. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex116>
- Xing T, Zhao X, Zhang L, Li JL, Zhou GH, Xu XL, Gao F. 2020a. Characteristics and incidence of broiler chicken

wooden breast meat under commercial conditions in China. Poultry Science, 99(1), 620-628.
<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez560>

- Xing T, Zhao X, Xu X, Li J, Zhang L, Gao F. 2020b. Physiochemical properties, protein and metabolite profiles of muscle exudate of chicken meat affected by wooden breast myopathy. Food Chemistry, 316, 126271.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126271>
- Zhuang H, Bowker B. 2018. The wooden breast condition results in surface discoloration of cooked broiler pectoralis major. Poultry Science, 97(12), 4458-4461.
<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey284>



Yapay Zekâ Teknolojilerinin Hayvancılıkta Kullanımı

Application of Artificial Intelligence Technologies in Livestock Management

Niyazi Hayrullah TUVAY 0000-0002-7603-8721 Orhan ERMETİN* 0000-0002-3404-0452

Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü / Yozgat

ÖZET

Yapay zekâ teknolojisi sayesinde üretilen yazılımlar, çeşitli sensörler ve akıllı makineler birçok sektörde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Yapay zekâ uygulamaları ile hayvancılık alanında sağlıklı kararlar verebilmek, doğru yorumlar yapabilmek ve çok daha fazla sayıda değişkeni daha kısa zamanda inceleyip sonuca varmak mümkün olabilmektedir. Bu teknolojiler, insan işgücünü ve insan kaynaklı hataları büyük ölçüde azaltarak verimlilik ve ürün kalitesinin iyileştirilmesine de yardımcı olmaktadır. Yapay zekâ teknolojileri, sağladığı avantaj ve kolaylıklarla hayvancılık alanında giderek yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Hayvan yetiştiriciliğinde uygulamaları gittikçe artan yapay zekâ programları ile hayvanların duygusal durumları, beslenme alışkanlıkları, süt verimlerinin kontrolü ve sürü yönetimi gibi pek çok alanda insan müdahale ve hatası ortadan kaldırılmaktadır. Hayvanları tanımlamak için uygulanan küpe, işaret, etiket ve benzeri dış etmenleri de ortadan kaldırarak, hem iş yükünü ve maliyeti azaltmakta hem de hayvan refahına katkı sunmaktadır. Ayrıca biyogüvenlik, hastalık takibi ve kontrolü, hayvanların izlenmesi, çiftlik yönetimi, çiftlik hayvanlarında büyümenin kontrolü ve benzeri konularda kullanılmaktadır. Bu çalışmada hayvan yetiştiriciliğinde yapay zekâ uygulamaları hakkında bilgilere ve örneklere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ, hayvancılık, yapay sinir ağları, derin öğrenme.

ABSTRACT

Software, various sensors, and smart machines produced by artificial intelligence technology are used successfully in many sectors. With artificial intelligence applications, it is possible to make healthy decisions in the field of animal husbandry, to make correct interpretations, and to analyze many more variables in a shorter time and reach a conclusion. These technologies also help improve productivity and product quality by greatly reducing human labor and human error. Artificial intelligence technologies have been increasingly used in the field of animal husbandry with the advantages and conveniences it provides. With artificial intelligence programs, which are increasingly used in animal husbandry, human intervention and error are eliminated in many areas such as the emotional state of animals, nutritional habits, control of milk yields, and herd management. By eliminating external factors such as earrings, signs, tags, etc. which are applied to identify animals, these technologies not only reduce the workload and cost, but also contribute to animal welfare. They are also used in biosecurity, disease monitoring and control, animal monitoring, farm management, control of growth in farm animals, and similar issues. In this study, information and examples about artificial intelligence applications in animal husbandry are presented.

Keywords: Artificial intelligence, animal husbandry, artificial neural network, deep learning.

Atf: Tuvay, N.H., Ermetin, O. 2023. Yapay zekâ teknolojilerinin hayvancılıkta kullanımı. Hayvansal Üretim 64(1): 48-58. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1034328>

Citation: Tuvay, N.H., Ermetin, O. 2023. Application of artificial intelligence technologies in livestock management. Journal of Animal Production 64(1): 48-58. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1034328>

Geliş tarihi (Received): 08.12.2021

Kabul tarihi (Accepted): 07.04.2022

*Sorumlu yazar (correspondence): orhan.ermetin@bozok.edu.tr

GİRİŞ

Yapay zekâ, bir bilgisayarın ya da bilgisayar destekli bir makinenin, genellikle insana özgü nitelikler olan, çözüm yolu bulma, anlama, bir mana çıkartma,

genelleme ve geçmişteki deneyimlerinden öğrenme gibi yüksek mantıki süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneği olarak belirtilmekte (Nabiyev, 2012; Öztürk ve Şahin, 2018) ve makineler tarafından

sergilenen insan zekâsı olarak kabul edilmektedir (Jones ve ark., 2018). İnsan gibi karar verebilen modeller üretebilme düşüncesi, insanlar için çok eskiye dayanan bir olgudur. Yapay zekânın tarihsel gelişimine kısaca bakacak olursak; George Boole, 1847'de mantıksal akıl yürütme için resmi bir dili tanımlayan ilk kişidir (Benko ve Lanyi, 2009). Yapay zekâ tarihindeki bir sonraki dönüm noktası, 1936'da Alan M. Turing'in Turing makinesini tanımlamasıdır. Warren McCulloch ve Walter Pitts 1943'te yapay nöron modelini ortaya atmış olup 1944'te J. Neumann ve O. Morgenstern ajanların tercihlerini belirlemek için eksiksiz ve resmi bir çerçeve sağlayan karar teorisini belirlemiştir. 1949'da Donald Hebb, öğrenme şansı sağlayan yapay nöronların bağlantıları için değer değiştiren bir kural sunmuş ve 1951'de Marvin Minsky ve Dean Edmonds ilk sinir bilgisayarını yapmıştır (Benko ve Lanyi, 2009). Yapay zekâ terimi ve tanımı ise ilk olarak 1955 yılında John McCarthy tarafından ortaya atılmıştır. John McCarthy, yapay zekâyı; "akıllı makineler yapma bilimi ve mühendisliği" olarak tanımlamıştır (Hamet ve Tremblay, 2017).

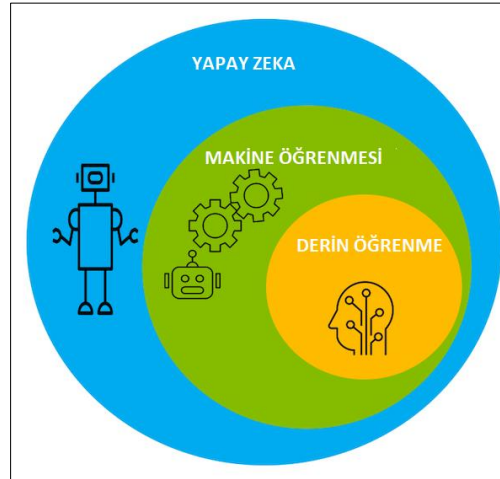
Yapay zekâ, en genel tanımıyla en az insan müdahalesi ile akıllı davranışı örneklemek için bir dizi bilgisayar programının kullanımını ifade eden genel bir terimdir. Yapay zekânın, robotların icadı ile başladığı genel kabul görmektedir. Yapay zekâ, insan beyninin çalışma ve düşünebilme yeteneğinden yola çıkılarak oluşturulmuş bir bilgi işlem teknolojisidir. Öğrenme özelliği sayesinde geleneksel teknikler için çok karmaşık kalan problemlere çözüm sağlayabilmekte ve bilinen örnekleri kullanarak daha önce karşılaşılmamış durumlarda genelleme yapabilmektedir. Sadece sayısal bilgilerle çalışan, bilgiyi saklama, örnekleri kullanarak öğrenme ve görülmemiş örnekler hakkında bilgi üretebilme, sınıflandırma ve şekil tamamlama gibi özelliklere sahip olan yapay zekâ teknolojileri günlük hayatımızda finansal konularda, tarımda, mühendislikte, tıp biliminde, üretim ve uygulamalarda arıza tespit ve analizine kadar birçok alanda uygulanabilmektedir (Ağyar, 2015).

Yapay zekâ, derin öğrenme, yapay sinir ağları ve otomasyon teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, bu modern teknolojilerin geleneksel hayvancılıkta uygulanabilirliği son yıllarda gündeme gelmeye başlamıştır. Bu teknolojilerin kullanımı, insan işgücünü büyük ölçüde azaltacak, modern üretim verimliliğini artıracak ve ürün kalitesinin iyileştirilmesine de katkıda bulunacaktır (Neethirajan, 2021). Yapay zekâ çıktıları ile karşılaşılabilecek olumsuzluklara karşı önceden tedbirler alınabilecek; işletme içi tasarruf sağlanacak, hayvanlara müdahaleler en aza indirilerek doğal davranışları sergilemesi sağlanacak ve işletme kazancı artırılmış olacaktır. Bu çalışmada özellikle son yıllardaki

gelişmeler göz önünde bulundurularak, hayvansal üretimde başarıyla uygulanmakta olan yapay zekâ uygulamaları hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

YAPAY ZEKÂNIN ALT DALLARI

Madan ve Madhavan (2020) Şekil 1'de görüldüğü gibi yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme ilişkisini sunmuştur. Yapay zekâ teknolojilerinin alt dalları makine öğrenimi, derin öğrenme, yapay sinir ağları, bilgisayar görüntüsü, robotlar ve doğal dil işleme şeklinde sıralanabilir.



Şekil 1. Yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme ilişkisi (Madan ve Madhavan, 2020)

Figure 1. The relationship between artificial intelligence, machine learning and deep learning

Makine Öğrenimi (Machine Learning – ML)

Bilgisayarların açıkça programlanmadan, örnekler ve öğretilen verilerden yola çıkarak bilişsel işlemler yapmasına olanak veren algoritmalar olarak tanımlanabilir. Verdiği sonuç öğrenme sistemlerine girilen verilere bağlıdır. Makine öğrenimi, çevredeki ortamdan öğrenerek insan zekâsını taklit etmek için tasarlanmış, gelişen bir hesaplama algoritmasıdır (Zhang, 2020). Genellikle örnekler kullanılarak olayların girdi ve çıktıları arasındaki ilişkiler öğrenilir. Makine öğrenimine dayalı teknikler, örüntü tanıma, bilgisayarla görme, uzay aracı mühendisliği, finans, eğlence ve hesaplamalı biyolojiden biyomedikal ve tıbbi uygulamalara kadar çeşitli alanlarda başarıyla uygulanmıştır (El Naqa ve Murphy, 2015). Denetimli ve denetimsiz öğrenme sistemleri vardır. Denetimli öğrenme, sistemi öğrenme ve doğru sonucu vermede kullanılır iken denetimsiz öğrenme sisteme çok sayıda örnek sunarak cevap vermeden çalışır. Tıbbi riskleri saptamada kullanılan sistemler denetimli öğrenmeye örnek olarak verilebilir. Denetimsiz öğrenmeye ise müşteri gruplarını sınıflandırma ve korelasyon kurma örnek gösterilebilir. Makine öğrenimi ve yapay zekâ

genellikle bir arada değerlendirilir. Kimi durumlarda birbirinin yerine kullanılır ancak aynı anlama gelmezler. Tüm makine öğrenimi çözümleri yapay zekâ iken tüm yapay zekâ çözümlerinin makine öğrenimi olmaması önemli bir ayrımdır.

Derin Öğrenme (Deep Learning – DL)

Derin öğrenme, veri temsillerini öğrenmeye dayalı bir tür makine öğrenimi yöntemidir (Giger, 2020). Verilen bir veri kümesi ile çıktıları tahmin edecek yapay zekâyı eğitmeye olanak sağlar. Yapay zekâyı eğitmek için hem denetimli hem de denetimsiz öğrenme kullanılabilir. İnsanların tecrübelerinden öğrendiklerine benzer olarak, derin öğrenme algoritması, sonucu iyileştirmek adına her defasında biraz değişiklik yaparak daha iyi bir iş çıkarmaktadır. Derin öğrenme, düşünce gerektiren herhangi bir problem hakkındaki çözümü gerçekleştirebilir. Görüntü analizi, ses analizi, robotik/otonom araçlar, gen analizleri, kanser teşhisleri ve sanal gerçeklik gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Günümüzde karmaşık görevlerde kullanılan derin öğrenme modelleri eğiten algoritmalar (Inik ve Ülker, 2017). Derin öğrenmenin çok yaygın bir alanda kullanılmasının en büyük sebebi, problemlerin çözümünde elde ettiği kolaylık ve yüksek doğruluktur (O'Mahony ve ark., 2019). Son birkaç yılda, Derin Sinir Ağları – DSA (Deep Neural Network – DNN) yetenekleri, görüntüleri tanıma ve yorumlamada insanların yerini aldı. Bu DSA'lar, evrişim filtreleri kullanarak bir giriş görüntüsünden özellikleri otomatik olarak çıkarmak için Evrişimli Sinir Ağları – ESA (Convolutional Neural Networks - CNN) kullanılmaktadır (He ve ark., 2017).

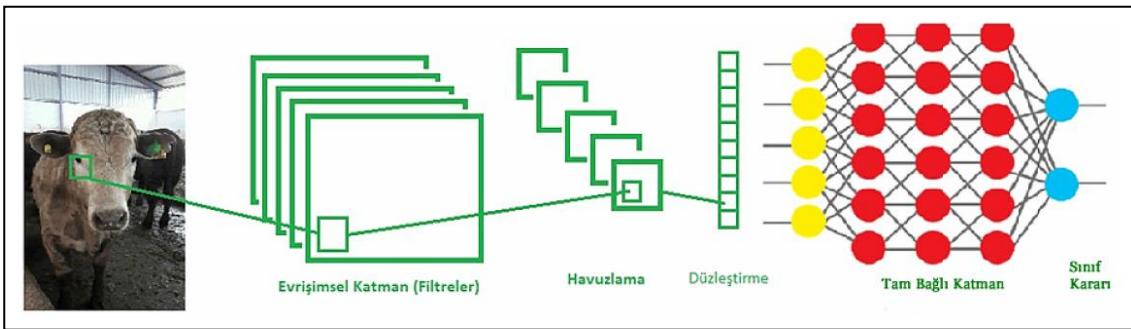
Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks - ANNs)

Yapay sinir ağları (YSA), yapay zekânın araştırma alanı içinde makine öğreniminin bir alt alanıdır (Zhang,

2018). YSA, makine öğrenimi için kullanılan ve insanların yaptığı gibi birçok nitel ve nicel sorunun doğasını yorumlayabilen bir grup algoritmadır. İnsan beyninin fonksiyonel özelliklerine benzer şekilde, öğrenme, ilişkilendirme, sınıflandırma, genelleme, özellik belirleme, optimizasyon gibi konularda başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. YSA, örneklerden elde ettikleri bilgiler ile kendi deneyimlerini oluşturur ve daha sonra benzer konularda benzer kararları verirler. Çok sayıda algılayıcı sensörlerin verilerini sentezleyerek bir olguya dönüştürmektedir. İnsan beynindeki biyolojik sinir ağlarının yapısından esinlenilmiştir (Hertz ve ark., 1991). YSA'lar, bilginin iletilmesi, işlenmesi ve depolanması olmak üzere üç temel bileşenden oluşmakta olup, birçok karmaşık problemi çözmeye kapsamlı olarak kullanılan yeni bir hesaplama/bilgi işleme aracıdır (Hornik, 1991).

van Gerven ve Bohte (2017), örneklerden öğrenebilen gelişmiş bilgisayarlı öğrenme algoritmaları olarak tanımlamıştır. YSA'ların çekiciliği, esas olarak doğrusal olmama, yüksek paralellik, hata ve gürültü toleransı ile öğrenme ve genelleme yetenekleri ile hızlı bilgi işleme özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Basheer ve Hajmeer, 2000).

Derin öğrenme için kullanılan modellerin en popüler olanlarından biri ESA'dır. ESA bilgisayarlı görüş uygulamalarında kullanılmak üzere geliştirilmiş çok katmanlı yapay sinir ağlarının özel bir modelidir. Biyolojik süreçlerden esinlenilmiş, özellik çıkarma ve sınıflandırmayı birleştirerek, doğrudan görüntünün piksellerinden (veya diğer sinyallerden) kalıpları tanımak üzere tasarlanmış ileri beslemeli yapay sinir ağlarıdır (Andrew ve ark., 2013; Dandil ve ark., 2019). Şekil 2'de ESA çalışma şablonu sunulmuştur.



Şekil 2. Evrişimli Sinir Ağları (ESA) genel mimarisi (Dandil ve ark., 2019)

Figure 2. General structure of Convolutional Neural Networks (CNN)

Bilgisayar Görüntüsü (Computer Vision – CV)

Bilgisayarla görme, bilgisayarların ve sistemlerin dijital görüntülerden, videolardan ve diğer görsel girdilerden anlamlı bilgiler türetmesini ve bu bilgilere dayalı olarak

eylemde bulunmasını veya önerilerde bulunmasını sağlayan bir yapay zekâ alanıdır. Bu teknoloji, ileri düzey görüntü işlemek, hedefleri belirlemek, izlemek ve ölçmek amacıyla insan gözü yerine bir kamera ve

bilgisayar kullanır. Bilgisayarlı görü çok fazla veriye ihtiyaç duyar. Ayrımları ayırt edene ve nihayetinde görüntüleri tanıyana kadar veri analizlerini tekrar tekrar çalıştırır. Örneğin, bir bilgisayarı otomobil lastiklerini tanıyacak şekilde eğitmek için çok sayıda lastik resmi ve lastikle ilgili öğelerle beslenmesi gerekir. Bunu yapabilmesi için derin öğrenme ve ESA algoritmaları kullanılır. Benzer teknolojilerin ve bilgisayar görüntüsünün gelişmesiyle birlikte bu yeni teknolojilerin tarım otomasyonu alanında da kullanılmaya başlanılmış olması tarımın gelişimine katkı sağlamıştır (Ma ve ark., 2020).

Robotlar

Robot, ortamdaki topladığı verileri dünyası hakkında sahip olduğu bilgiyle sentezleyerek, anlamlı ve amaçlarına yönelik bir şekilde hareket edebilen ve bunu güvenli bir biçimde yapabilen bir makinedir (Mataric, 2007). Robotun tek ve basit bir tanımı bulunmadığı gibi her makine de robot değildir. Robotlar sensörler aracılığıyla algılar, veri toplar, kontrolünü sağlayarak karar verir ve hareketi gerçekleştirir.

Robot terimi, ilk olarak Çek oyun yazarı Karel Capek tarafından 1921 yılında yazılan "Rossum'un Evrensel Robotları" (Rossum's Universal Robots R.U.R) oyunuyla ortaya çıkmıştır (Mataric, 2007). Çekçe "hizmet eden, zorla çalıştırma olarak kullanılan biyosentetik makineler" anlamına gelen "robota" kelimesinden türemiştir (Hamet ve Tremblay, 2017).

Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing–NLP)

Doğal dil işleme, yazılı metinleri analiz etme (text processing) ve konuşma tanıma (speech recognition) olarak ikiye ayrılır. Doğal dil işleme, hem bir dizi teoriye hem de bir dizi teknolojiye dayanan metni analiz etmeye yönelik bilgisayarlı bir yaklaşımdır. Doğal dil işleme, bir dizi görev veya uygulama için insan benzeri dil işlemeyi başarmak amacıyla bir veya daha fazla dilsel analiz düzeyinde doğal olarak oluşan metinleri analiz etmek ve temsil etmek için teorik olarak motive edilmiş bir dizi hesaplama tekniğidir (Liddy, 2001). Bilgisayarların insanların dillerini anlaması, onlarla iletişime geçmeleri için doğal dil işleme bilimi kullanmaları gerekmektedir. Kısacası, bilgisayarların doğal dilleri işleme sürecidir (Preece ve Rombach, 1994).

Otomatik Konuşma Tanıma (Automatic Speech Recognition) veya Bilgisayarlı Konuşma Tanıma (Computer Speech Recognition) veya Sesten Yazıya (Speech to Text) olarak da bilinen "Konuşma Tanıma", bir bilgisayar programının, insan sesini işleyerek yazıya dönüştürme yeteneğidir. Başka bir ifade ile ses sinyallerinin örneklenerek yapay sinir ağları, makine öğrenmesi gibi metotlarla anlamlı hale getirilmesidir.

Ses Tanıma (Voice Recognition) ile çok karıştırılır. Konuşma tanıma, konuşmanın sözlü biçimden metne çevrilmesine odaklanırken ses tanıma ise sadece sesin sahibini tanımayı amaçlamaktadır.

HAYVANCILIKTA YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIMI

Gelişen teknoloji ile son yıllarda yapay zekâ teknikleri, hayvancılık işletmelerinde günlük işlerin düzenlenmesinde, kolaylaştırılmasında veya iyileştirme bekleyen sorunlara alternatif çözümler getirilmesinde önemli bir araç haline gelmiştir. Geliştirilen algoritma ve yazılımlar ile hayvancılıkla ilgili birçok konuda araştırmacılar tarafından çok sayıda çalışma yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir (Terzi ve ark., 2019).

Hayvan davranışları ve hayvan refahının iyileştirilmesi, çiftlik hayvanlarında besleme, büyüme, verim (üretim) ve gelirler üzerinde doğrudan etkilidir. Hayvanların davranış kalıplarını bilmek, streslerini en aza indirecek yönetim sistemlerinin ve ekipmanlarının geliştirilmesine imkân sağlamaktadır. Bu davranış kalıplarına uygun yetiştirilen veya otlatılan hayvanlarda stres en aza indirilmiş olmaktadır. Hayvanın doğumundan ölümüne kadar her dönemde önemli olan davranışlarında stresin en aza indirilmesi, hayvanın sadece yaşam kalitesini değil, verimliliğini de artırmaktadır (Ermetin ve Mülâyim, 2021). Hayvan bilimi içerisinde bugüne değin yapılan çalışmalar göstermiştir ki ne tek başına çevreyi ne de tek başına hayvanın genetik yapısını "yetiştiricinin arzuları doğrultusunda" optimize etmek mümkün olmuştur. Dolayısıyla optimizasyon bütüncül bir yaklaşımı gerektirir (Ermetin ve Mülâyim, 2021). Bu alanda yapay zekâ ile geliştirilen teknolojik ürünleri kullanarak optimizasyonun daha kolay sağlanacağı düşünülmektedir.

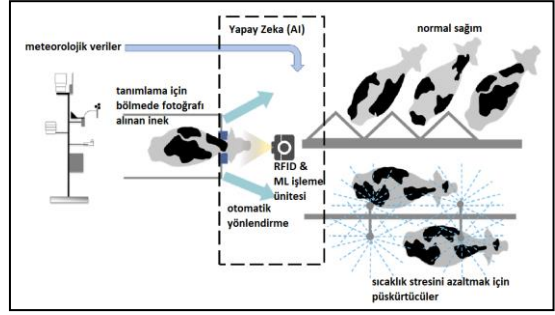
Chen ve ark. (2008) tarafından Çin'de yapılan çalışmada, süt sığırları gübresindeki besin maddesi miktarını belirlemek amacıyla çoklu lineer regresyon, polinom regresyonu ve yapay sinir ağlarının kullanılabilirliği araştırılmış ve yapay sinir ağları modelinin sığır gübresindeki besin madde içeriğini tahmin etmek için diğer iki modele göre daha uygun bir araç olduğu belirlenmiştir.

Elektronik burunlar, düşük işletme maliyeti, tutarlı ve objektif okumaları göz önüne alındığında gelişmeye açık bir konudur. Elektronik burun, bir dizi elektronik gaz sensörü ve bir sinyal işleme sisteminden oluşan ve basit veya karmaşık kokuları tanıyabilen bir alettir. Elektronik burun teknolojisinin, gıda endüstrisinde, tıpta ve çevresel izlemede yararlı bir araç olduğu kanıtlanmıştır ve uygulamalarda kullanılmaktadır (Gardner ve Bartlett, 1999). Ancak, tarımsal çevre izleme için elektronik burun kullanmak için çok az

çalışma yapılmıştır (Qu ve ark. 2001; Powers ve Bastyr, 2004). Henüz çiftlik hayvanları ve kümes hayvanlarının kokularını algılamak için ticari olarak yaygın şekilde kullanılabilen bir elektronik burun geliştirilmemiştir. Yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesiyle Pan ve Yang (2007), besi ve kümes hayvanı çiftliklerindeki istenmeyen kokuları ölçmek ve analiz etmek için elektronik burun sistemi (sensörler) ve yapay zekâ teknolojisi yardımıyla koku kaynağı, etken maddesi ve zararlılık derecesini ölçmüşlerdir. Yapay zekâ teknolojisini sensörlere adapte ederek "akıllı elektronik burun" adını verdikleri sistemle özellikle kapalı şartlarda üretim yapan işletmelere koku yönetimi konusunda son derece faydalı olunacağını belirtmişlerdir (Pan ve Yang, 2007).

Borchers ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada, süt sığırlarında doğum öncesi davranışları ölçerek, yapay zekâ teknolojisi yardımıyla buzağılama zamanı tahmin edilmiştir. Araştırmacılar iki yıl boyunca 20 baş tek doğum ve 33 baş çok doğum yapmış Holstein süt sığırında yatma süresi, ayakta durma süresi, ayakta duruştan yatışa geçiş sayısı, adım sayıları ve toplam hareket miktarları gibi verileri sensörler vasıtasıyla 15'er dakikalık aralıklarla kayıt altına almışlardır. Verilerin makine öğrenimi ile değerlendirilmesiyle doğum zamanlarını %100 duyarlılıkla ve %80,4 özgüllük ile buzağılamadan önceki 8 saatte tespit etmişlerdir. Araştırmacılar çalışmanın ticari olarak değerlendirilme potansiyeli olduğunu ve değerlendirildiği zaman hayvan refahı için önemli fayda sağlayacağını belirtmişlerdir.

Fuentes ve ark. (2020) Şekil 3'de sunulan biçimde çevre sıcaklığı parametreleriyle ısı stresi ve süt verimi etkilerini incelemiş, makine öğrenimi modelleriyle çevre sıcaklığı arttıkça konsantrasyon miktarı ile içeriği değiştirilerek ve su püskürtürerek serinletme sistemlerinin devreye girmesini sağlamışlardır. Fuentes ve ark. (2021) tarafından yürütülen başka bir çalışmada ise, robotik sağım kullanan bir işletmedeki süt sığırlarının süt üretimi ve kalitesini tahmin etmek için çeşitli özellikteki kameraları kullanarak kalp atış hızı, solunum hızı, vücut ve göz sıcaklığının etkisini makine öğrenimi modellemesi ile tahmin etmişlerdir. Elde edilen girdileri kullanan bir yapay sinir ağı ile günlük süt verimi, laktasyon süt verimi ve süt bileşenlerini tahmin etmede yüksek doğruluk ($R = 0.96$) elde etmişlerdir. Bu modelin, hayvan refahı ve biyotik/abiyotik stresi modellemek için de kullanılabilen göz sıcaklığı da dahil olmak üzere önerilen tüm hedefleri elde etmek için uygun kamera sistemleri kullanılarak kolayca uygulanabileceğini belirtmişlerdir.



Şekil 3. Spesifik inek veri girişi ve makine öğrenmesi için otomatik meteoroloji verileri ve radyo frekans tanımlama (RFID) üzerine kurulu yapay zekâ uygulaması (Fuentes ve ark., 2020)

Figure 3. Artificial intelligence application built on automated meteorological data and radio frequency identification (RFID) for specific cow data entry and machine learning

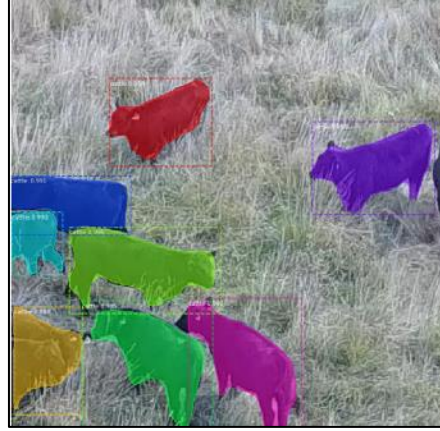
Grzesiak ve ark. (2006), süt ineklerinde süt verim tahminlerini yapay sinir ağları ve klasik metodlarla karşılaştırmış olup yapay sinir ağlarının kullanımının klasik regresyon modellerinden daha pratik olduğunu belirtmiştir. Süt sığırlarında süt verimi ve laktasyon süresi tahmini konusunda benzer çalışmalar yapan Görgülü (2012) ve Takma ve ark. (2012) yapay sinir ağlarının çoklu doğrusal regresyon analizine göre daha yüksek bir öngörüye sahip olduğunu ve daha az hataya sahip sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Çetin ve Mikail (2016) süt sığırlarında verilerin toplanması, analiz edilmesi, işlenmesi ve depolanması gibi işlemler için kullanılan farklı veri madenciliği metodlarının olduğunu ama en kolay ve etkili uygulamanın yapay sinir ağları ile elde edildiğini bildirmiştir. Memmedova (2012), otomatik sağım sistemi kullanılan bir işletmede subklinik mastitisin tespitinde yapay sinir ağlarının kullanımında hassaslık %82, belirlilik %74, hatanın ise %60 bulunduğunu bildirmiştir.

Hayvanların düzenli olarak ağırlıklarını ölçmek yerine vücut bölümlerinin ölçümlerinin ağırlıklarıyla ilişkilendirildiği birçok araştırma yapılmıştır (Reis ve ark. 2008, Bretschneider ve ark. 2014, Franco ve ark. 2017). Buna ilave olarak, bilgisayar görüntüsü aracılığıyla görüntü analizine dayalı uygulamalar da geliştirilmiştir (Barbedo ve ark. 2018). Gjergji ve ark. (2020) ise yapay zekâ teknolojilerini hayvanların ağırlık değişimlerinin hesaplanmasında kullanmış olup sığır vücut ağırlığını tahmin etmek için ESA ve tekrarlayan dikkat modelleri üzerinde çalışmışlar ve ESA ile elde edilen bulguların en iyi sonuçları verdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar hayvanların ağırlıklarını düzenli olarak ölçebilmek amacıyla hayvanların geçiş yolları, suluk ve yemliklerine tartı hücreleri koymayı gerektiren ve ayrıca hayvanların mutlaka bir tartım sistemi tarafından tartılması için bakıcılar tarafından

yönlendirilmesinin zorunlu olduğu sistemlerin aksine, ESA programlarının sadece görüntüyü kullandığını, hayvan refahı ve iş gücü kullanımı bakımından oldukça faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

Avustralya ve Yeni Zelanda gibi geniş meralarda otlayan hayvanları tespit ederek ayırt etmek veya saymak oldukça güç olmaktadır. Akıllı kulak küpeleri, kamera kapanları ve kızılötesi termal görüntüleme gibi mevcut zemin tabanlı izleme teknikleri, geniş coğrafi kapsamda hayvanların tanımlanıp izlenebilmesi hakkında net bilgi vermemektedir (Norouzzadeh ve ark. 2018). Bu amaçla havadan görüntü alabilen dron veya benzer araçlardan yararlanılmaktadır (Barbedo ve Koenigkan, 2018). Son yıllarda Daha Hızlı Bölgesel-ESA (Faster R-CNN) ve Maske Bölgesel-ESA (Mask R-CNN) gibi ağların gelişmesiyle birlikte daha yüksek doğruluk, hassasiyet ve daha hızlı işlem kapasitesiyle çok sayıda görüntüden nesne algılama ve sınıflandırmasında yararlanılacağı belirtilmektedir (He ve ark., 2017; Ren ve ark., 2017). Xu ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada geniş alanlarda yayılan sığırların tespiti ve tanımı için uzaktan kumandalı insansız mini helikopterlerle alınan hayvan görüntülerini Mask R-CNN makine öğrenimi

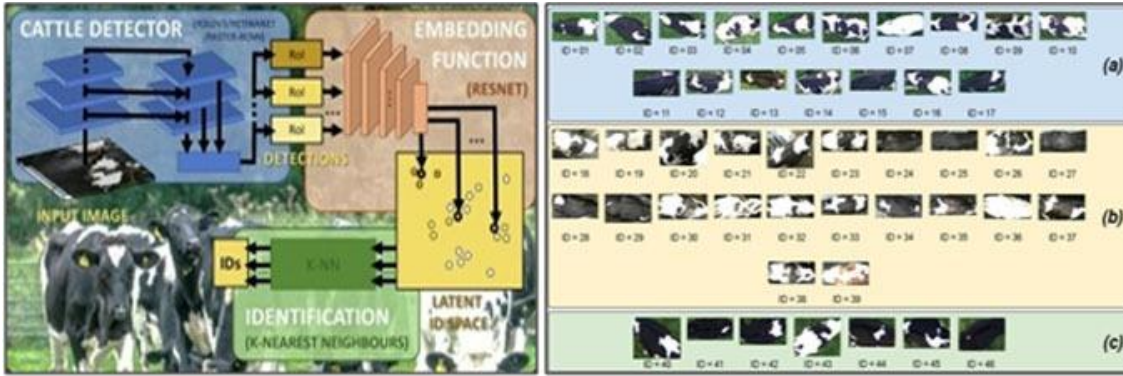
sayesinde algoritmalar kurarak daha kolay ve %94 başarı ile uygulamışlardır (Şekil 4).



Şekil 4. Meradaki ineklerin Mask R-CNN ile tespit edilmesi (Xu ve ark., 2020)

Figure 4. Detection of cows in the pasture with Mask R-CNN

Andrew ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada Holstein-Friesian sığırlarını görsel olarak tanımlayarak renk skalasına göre ayırt etmeyi başarmışlardır (Şekil 5).



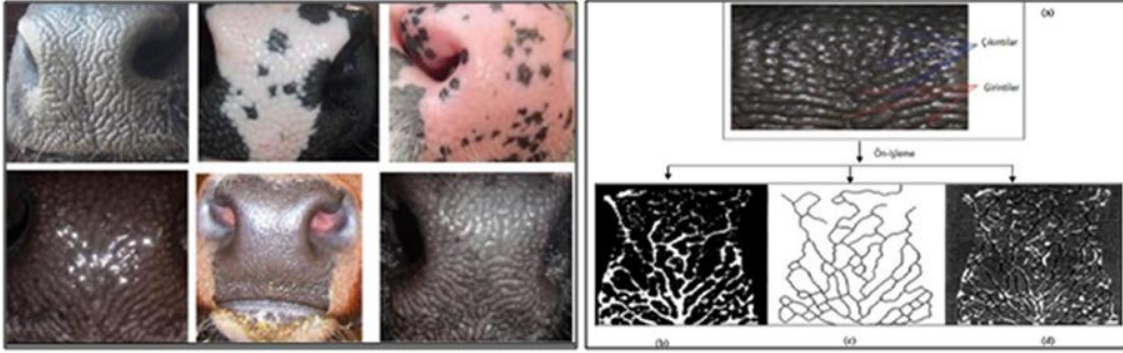
Şekil 5. Derin öğrenme yoluyla Holstein-Friesian sığırlarının görsel olarak bireysel tanımlanması (Andrew ve ark., 2021)

Figure 5. Visual individual identification of Holstein-Friesian cattle through deep learning

Hayvanları tanımlamada kullanılan boya, işaret, kulak etiketleri, boyun ve ayağa takılan radyo frekanslı çipler veya vücutlarına yerleştirilen transponderler ve sensörlerin zaman zaman kullanım zorlukları, hayvan sağlığına zararları ve müdahalelerle değiştirilebileceğinden yola çıkarak yeni tanımlama metotları geliştirilmiştir (Kumar ve ark., 2016; Kumar ve Singh, 2017). Çeşitli araştırmacılar sığırlarda burun yapısının insanların parmak izi gibi farklı olduğunu ve hayvanları tanımlamada kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Barry ve ark., 2007; Awad ve ark., 2013). Sığırları bireysel olarak tanımlamak için Kumar ve ark. (2018) sığırların burun ucu görüntü desenlerini kullanarak derin öğrenme

yöntemleri ile analizlerini yapmış ve sığırları %99.89 doğrulukta tanımlamayı başarmışlardır (Şekil 6).

Hayvanların seslerinin, hayvanın yaşı, cinsiyeti, üreme durumu, ağrı, kızgınlık, buzağıdan ayrılma, açlık veya susuzluk gibi olağanüstü durumları hakkında bilgi içerdiği bilinmektedir (Ikeda ve Ishii, 2008). Jung ve ark. (2021) yaptıkları bir çalışmada, sığırları tanımlamak için sığırların seslerini kullanmışlardır. Geliştirilen model, bir yerinde izleme sisteminden sensörler aracılığıyla elde edilen sığır ses verilerine uygulanmış ve ses filtrelemesinden sonra ESA teknolojisi kullanarak %81,96 nihai doğruluk elde etmişlerdir. Araştırmacılar, çiftlik sahiplerinin hayvanlarını izleye-



Şekil 6. Burun deseni görüntüsü ile sığırların tanınması amacıyla derin öğrenme kullanımı (Kumar ve ark., 2018)

Figure 6. Use of deep learning to recognize cattle with nose pattern image

bilmesi için ilgili model bir web platformuna yüklenerek hayvanların tanımlama ve refahına katkı sağlayacağını belirtmişlerdir (Jung ve ark., 2021).

Ma ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, koyunların farklı yetiştirme koşulları altında üreme zamanlarının tespiti için Faster R-CNN sinir ağı modeline dayalı Soft-NMS algoritması geliştirilmiştir. Araştırmacılar geliştirdikleri bu model ile %95,32 doğrulukla kızgınlık tespitini yaparak koyunlarda üreme ve koyun davranışı araştırmaları için etkili bir veri temeli sağlanabileceğini bildirmişlerdir.

Çiftlik hayvanlarının davranışlarının araştırılmasında duygular, belirleyici ve bilgilendirici bir rol oynamaktadır. Çiftlik hayvanlarının yüzlerinin,

duyguları ifade etmek için faydalanılabilecek en zengin kanallardan biri olabileceğini belirten Neethirajan (2021), Python tabanlı algoritmaları kullanarak ineklerin ve domuzların yüz özelliklerini, görünüm, kulak duruşları, göz ve beyaz bölgelerini analiz ederek zihinsel/duygusal durumları ile ilişki kurmuştur (Şekil 7). Araştırmacı, YoloV3 ve Faster YoloV4 tabanlı yüz algılama platformuna dayalı gerçek zamanlı bir duyu tanıma sistemi ile birlikte ESA kullanarak hayvanların 13 yüz hareketini ve 9 duygusal durumunu saldırgan, sakin veya nötr olarak sınıflandırmıştır. Çalışmada, teknoloji geliştikçe benzer araştırmalar ile hayvan refahı ve hayvan-insan etkileşimlerini iyileştirmek için potansiyellerin olacağı belirtilmektedir.



Şekil 7. Değişen duyguları ifade eden ineklerin yüz özellikleri (Neethirajan, 2021).

Figure 7. Facial features of cows expressing changing emotions

Cavero ve ark. (2008) 373 süt ineği üzerinde yaptıkları çalışmada, kontrol grafiği ve yapay sinir ağıları kullanarak %99,6 doğrulukla kızgınlığı tespit etmişlerdir. Brunassi ve ark. (2010) çevresel sıcaklık, hareketlilik sapmaları, progesteron salınımı ve kızgınlık takvimini veri olarak Bulanık Mantık modelinde

kullanıp süt ineklerinde kızgınlık tahmini yapmışlar ve %84,2'lik doğruluk elde etmişlerdir. Memmedova ve Keskin (2011) önce inekleri hareket durumlarına göre "az hareketli", "orta hareketli" ve "çok hareketli" olarak sınıflandırmışlar sonra Bulanık Mantık modelini oluşturmuşlar ve kızgınlık tespit oranını %98 olarak

bildirmişlerdir. Yıldız (2016), yapay sinir ağları kullanarak süt sığırlarında kızgınlık belirleme çalışmasında sadece hayvanların hareketliliklerinin tespiti yanında iklim etmenlerinin de (sıcaklık, nem vb.) ele alınmasının daha doğru sonuçlar vereceğini bildirmiştir.

Koyun yetiştiriciliğinde özellikle ayakta olan yaralanmalar ve mastitis gibi hastalıklar önemli bir ağrı kaynağıdır ve hayvan refahı ve verimliliğini olumsuz etkiler (Kaler ve ark., 2010). Koyun sürülerinde hastalıklı hayvanları tespit etmek oldukça güçtür. Hastalığın yayılmasını tespit etmek ve kontrol etmek için entegre bir bütün-sistem yaklaşımına ihtiyaç vardır. Bu durum sürünün refahı ve genel verimliliği üzerine oldukça etkilidir. Hastalık veya rahatsızlık durumunu tespit etmek için bu yeni teknolojiden yararlanma ihtiyacı olduğu vurgulanmıştır (Roberts ve ark., 2014). Koyun Ağrısı Yüz İfadesi Ölçeği (SPFES) Mahmoud ve ark. (2018) tarafından geliştirilerek üreticilere ve veterinerlere koyunlardaki ağrıyı tanımlarına ve değerlendirmelerine yardımcı olacak güvenilir ve etkili bir araç olarak sunulmuştur. Yüz ifadesi, duygusal bir uyarana karşı "eylem birimleri" olarak bilinen yüzde veya kas gruplarında meydana gelen değişikliklerin ölçümüdür ve muhtemelen bir hayvanın yaşadığı ağrıya istemsiz bir tepkidir (Langford ve ark., 2010). Yüz ifadesi, ağrının yoğunluğunun dürüst bir işareti olarak kabul edildiğinden (Poole ve Craig, 1992), bireysel yüz ifadelerinin öğrenilmesine ve ardından olası hastalık varlığını düşündüren ifadelerin ne zaman değiştiğinin tespit edilmesine olanak tanıyan otomatik bir sistem, tarama sürecini iyileştirmek için hayati önem taşımaktadır. İyi entegre edilmiş bir otomatik sistem, değerlendirmenin herhangi bir özneliğini ortadan kaldırarak ağrı tahmininin tutarlılığını sağlamaktadır. Tedaviden önce ve sonra bu değişiklikleri değerlendirmek için bir gözlemcinin sürekli varlığını gerektirmeyeceğinden bakımdaki verimliliği artıracaktır (Porter ve ark., 2012). Hewitt ve Mahmud (2019) koyunların yüz ifadelerini derin öğrenmeye dayalı bir makine öğrenimi teknolojisiyle tespit etmek amacıyla koyun yüzünde 25 farklı referans noktası şeması belirlemiş ve bir model geliştirmiştir. Böylelikle, özellikle yüzün ön kısmından hem koyunların ayırt edilebileceğini hem de ağrı puanlarının tespit edilebileceğini belirtmişlerdir. McLennan ve Mahmoud (2019) ise koyunlarda özellikle acı ve ağrı duygularının yüzlerinden belirlenebilmesi için derin öğrenme yardımıyla makine öğrenimi modelleri oluşturulabileceğini ve çalışmaların gelecekte daha da gelişeceğini bildirmişlerdir (Şekil 8).

Dutta (2021) yaptığı çalışmada, koyunları ırklarına göre sınıflandırmayı amaçlamıştır. Temel olarak 4 ırk ele alınmış ve yapay sinir ağları vasıtasıyla koyun ırkları

tanımlanmıştır. Karışık sürüdeki koyunları makine öğrenimi yoluyla tanımlayarak otomatik kapılar aracılığı ile koyunları sınıflandırmış ve bu çalışmada %99,97 başarı elde edildiğini belirtmiştir.



Şekil 8. Koyunlar için otomatik ağrı yüz ifadesi tespit sisteminin geliştirilmesi (McLennan ve Mahmoud, 2019)

Figure 8. Development of automatic pain facial expression detection system for sheep

Dandil ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, sığırların yüzlerinden tanınması için Faster R-CNN kullanılarak yüz-temelli bir biyometrik tanıma yaklaşımı uygulamasında sığır yüz görüntüleri %98.44 doğruluk ile başarılı bir şekilde sınıflandırılmıştır (Şekil 9). Araştırmacılar, derin öğrenme kütüphaneleri kullanılarak oluşturulan model ile sığırların kolaylıkla sınıflandırılabilmesinin yanında, yeterli sayıda görüntüye sahip bir veri seti olması durumunda sığırların duygularının tanınmasının da sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

SONUÇ

Yapay zekâ uygulamalarının, insan zekâsına özgü donanımları bilgisayar sistemine aktaran bir sistem olması sebebiyle birçok karmaşık işlemi kolay ve hızlı bir şekilde çözüme ulaştırdığı görülmektedir. Günümüzde bilgisayar, algılayıcılar, robot ve yazılım teknolojisinde yaşanan gelişmeler ışığında yapay zekâ teknolojileri dünya genelinde birçok alanda uygulanmakta olup, tarım alanında da kısa zaman içerisinde hayatımıza daha çok girmesi ve insan müdahalesiyle yapılan birçok görevi üstlenmesi beklenmektedir.

Yapay zekânın, hayvanların duygusal durumları, beslenme alışkanlıkları, süt verimleri, hastalık durumları, yüz tanıma ile sayım ve sınıflandırmaya kadar pek çok alanda, üstelik insan hatasını da ortadan kaldırarak uygulanabilirliği her geçen gün artmaktadır. Bu teknolojilerin hayvancılıkta kullanımları, hem iş

yükünü azaltmakta ve maliyeti düşürmekte, hem de hayvan refahına katkı sağlamaktadır. Gelecekte yapay zekâ teknolojilerinin sektöre entegre edilmesi ve geliştirilmesi ile hayvan yetiştiriciliğinde yaygın kullanımının hem araştırmacılara hem de yetiştiricilere yeni ufuklar açacağı, dünyada ve ülkemizde ilerleyen dönemlerde hayvancılık uygulamalarının daha iyi seviyelere geleceği ve Tarım 4.0 uygulamalarının da yaygınlaşacağı beklenilmektedir.



Şekil 9. Başarılı şekilde tanınan farklı sınıflara ait sığır yüz görüntüleri (Dandil ve ark., 2019)

Figure 9. Facial images of cattle belonging to different classes successfully recognized

KAYNAKLAR

Ağyar Z. 2015. Yapay sinir ağlarının kullanım alanları ve bir uygulama. *Mühendis ve Makine*, 56(662): 22-23.

Andrew NG, Ngiam J, Foo CY, Mai Y, Suen C, Coates A, Tandon S. 2013. Unsupervised feature learning and deep learning. <http://deeplearning.stanford.edu/tutorial/supervised/ConvolutionalNeuralNetwork>. (25.08.2021).

Andrew W, Gao J, Mullan S, Campbell N, Dowsey AW, Burghardt T. 2021. Visual identification of individual Holstein-Friesian cattle via deep metric learning. *Computers and Electronics in Agriculture*, 185, 106133.

Awad AI, Zawbaa HM, Mahmoud HA, Nabi EHHA, Fayed RH, Hassanien AE. 2013. A robust cattle identification scheme using muzzle print images. 2013 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, Krakow, Poland. pp. 529-534.

Barbedo JGA, Koenigkan LV. 2018. Perspectives on the use of unmanned aerial systems to monitor cattle. *Outlook on Agriculture*, 47(3), 214-222.

Barry B, Gonzales-Barron UA, McDonnell K, Butler F, Ward S. 2007. Using muzzle pattern recognition as a biometric approach for cattle identification. *Transactions of the ASABE*, 50(3), 1073-1080.

Basheer IA, Hajmeer M. 2000. Artificial neural networks: fundamentals, computing, design, and application. *Journal of Microbiological Methods*, 43(1), 3-31.

Benko A, Lanyi CS. 2009. History of artificial intelligence. In *Encyclopedia of Information Science and Technology*, Second Edition, pp. 1759-1762. IGI Global.

Borchers MR, Chang YM, Proudfoot KL, Wadsworth BA, Stone AE, Bewley JM. 2017. Machine-learning-based calving prediction from activity, lying, and ruminating behaviors in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 100(7):5664-5674.

Bretschneider G, Cuatrin A, Arias D, Vottero D. 2014. Estimation of body weight by an indirect measurement method in developing replacement Holstein heifers raised on pasture. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 46(3), 439-443.

Brunassi LDA, Moura DJD, Naas IDA, Vale MMD, Souza SRLD, Lima KAOD, Carvalho TMRD, Bueno LGDF. 2010. Improving detection of dairy cow estrus using fuzzy logic. *Scientia Agricola*, 67(5), 503-509.

Cavero D, Tölle KH, Henze C, Buxadé C, Krieter J. 2008. Mastitis detection in dairy cows by application of neural networks. *Livestock Science*, 114(2-3), 280-286.

Chen LJ, Cui LY, Xing L, Han LJ. 2008. Prediction of the nutrient content in dairy manure using artificial neural network modeling. *Journal of Dairy Science*, 91(12), 4822-4829.

Chowdhary, KR., 2012. Sub-fields and commercial applications of AI. <http://www.krchowdhary.com/ai/ai14/2-ai-applic.pdf> (20.07.2021).

Çetin FA, Mikail N. 2016. Hayvancılıkta veri madenciliği uygulamaları. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(1): 79-88.

Dandil E, Turkan M, Boğa M, Çevik KK. 2019. Daha hızlı bölgesel-evrimsel sinir ağları ile sığır yüzlerinin tanınması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6, 177-189.

Dutta PA. 2021. Deep learning approach for animal breed classification - sheep. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 9(5), 73-76.

Ermetin O, Mülayim M. 2021. Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinde Çoban, Hayvan Davranışları, Sürü Yönetimi ve Teknik Mera Kullanımı. Nobel Yayınları. Yayın No.: 3678, Gıda, Tarım ve Hayvancılık No.: 040. ISBN: 978-625-439-943-5, E-ISBN: 978-625-439-944-2. Ankara.

El Naqa I, Murphy MJ. 2015. What is machine learning? In: El Naqa I, Li R, Murphy MJ (eds), *Machine Learning in Radiation Oncology*. pp. 3-11. Springer, Cham.

Franco MDO, Marcondes MI, Campos JMDS, Freitas DRD, Detmann E, Filho SDCV. 2017. Evaluation of body weight prediction Equations in growing heifers. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 39(2), 201-206.




- Fuentes S, Gonzalez Viejo C, Cullen B, Tongson E, Chauhan SS, Dunshea FR. 2020. Artificial intelligence applied to a robotic dairy farm to model milk productivity and quality based on cow data and daily environmental parameters. *Sensors*, 20(10), 2975.
- Fuentes S, Gonzalez Viejo C, Tongson E, Lipovetzky N, Dunshea, FR. 2021. Biometric physiological responses from dairy cows measured by visible remote sensing are good predictors of milk productivity and quality through artificial intelligence. *Sensors*, 21(20), 6844.
- Gardner JW, Barlett PN. 1999. *Electronic Noses: Principals and Applications*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Giger ML. 2020. Deep learning. High-dimensional fuzzy clustering. Chicago International Breast Course The Westin Chicago River North.
- Gjergji M, de Moraes Weber V, Silva, LOC, da Costa Gomes R, de Araújo TLAC, Pistori H, Alvarez M. 2020. Deep learning techniques for beef cattle body weight prediction. In 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 19-24 July 2020, 1-8.
- Görgülü O. 2012. Prediction of 305-day milk yield in Brown Swiss cattle using artificial neural networks. *South African Journal of Animal Science*, 42(3): 280-287.
- Grzesiak W, Błaszczak P, Lacroix R. 2006. Methods of predicting milk yield in dairy cows—Predictive capabilities of Wood's lactation curve and artificial neural networks (ANNs). *Computers and Electronics in Agriculture*, 54(2), 69-83.
- Hamet P, Tremblay J. 2017. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69, S36-S40.
- He K, Gkioxari G, Dollár P, Girshick R. 2017. Mask R-CNN. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*. 2961-2969.
- Hertz J, Krogh A, Palmer RG. 1991. *Introduction to the Theory of Neural Computation* (Westview Press).
- Hewitt C, Mahmoud M. 2019. Pose-informed face alignment for extreme head pose variations in animals. In 2019 8th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), pp. 1-6.
- Hornik K. 1991. Approximation capabilities of multilayer feedforward networks. *Neural Networks*. 4(2), 251-257.
- Ikeda Y, Ishii Y. 2008. Recognition of two psychological conditions of a single cow by her voice. *Computers and Electronics in Agriculture*, 62(1), 67-72.
- İnik Ö, Ülker E. 2017. Derin öğrenme ve görüntü analizinde kullanılan derin öğrenme modelleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(3), 85-104.
- Jones LD, Golan D, Hanna SA, Ramachandran M. 2018. Artificial intelligence, machine learning and the evolution of healthcare: a bright future or cause for concern? *Bone & Joint Research*, 7(3), 223-225.
- Jung DH, Kim NY, Moon SH, Jhin C, Kim HJ, Yang JS, Kim HS, Lee TS, Lee JY, Park SH. 2021. Deep learning-based cattle vocal classification model and real-time livestock monitoring system with noise filtering. *Animals*, 11, 357.
- Kaler J, Daniels SLS, Wright JL, Green LE. 2010. Randomised clinical trial of long-acting oxytetracycline, foot trimming, and flunixin meglumine on time to recovery in sheep with footrot. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 24(2), 420-425.
- Kumar S, Singh SK. 2017. Visual animal biometrics: survey. *IET Biometrics*, 6(3), 139-156.
- Kumar S, Singh SK, Dutta T, Gupta, HP. 2016. A fast cattle recognition system using smart devices. *Proceedings of the 24th ACM International Conference on Multimedia*. 742-743.
- Kumar S, Pandey A, Satwik KSR, Kumar S, Singh SK, Singh AK, Mohan A. 2018. Deep learning framework for recognition of cattle using muzzle point image pattern. *Measurement*, 116: 1-17.
- Langford DJ, Bailey AL, Chanda ML, Clarke SE, Drummond TE, Echols S, Glick S, Ingrao J, Klassen-Ross T, Lacroix-Fralish ML, Matsumiya L, Sorge RE, Sotocinal SG, Tabaka JM, Wrong D, van den Maagdenberg AMJM, Ferrari MD, Craig KD, Mogil JS. 2010. Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse. *Nature Methods*, 7(6), 447-449.
- Liddy ED. 2001. *Natural Language Processing*. In *Encyclopedia of Library and Information Science*, 2nd Ed. NY. Marcel Decker, Inc.
- Ma C, Sun X, Yao C, Tian M, Li L. 2020. Research on sheep recognition algorithm based on deep learning in animal husbandry. *Journal of Physics: Conference Series Vol. 1651, 012129*. IOP Publishing.
- Madan P, Madhavan S. 2020. An introduction to deep learning. <https://developer.ibm.com/articles/an-introduction-to-deep-learning/> (25.08.2021).
- Mahmoud M, Lu Y, Hou X, McLennan K, Robinson P. 2018. Estimation of Pain in Sheep Using Computer Vision. In: Moore RJ (ed.). *Handbook of Pain and Palliative Care: Biopsychosocial and Environmental Approaches for the Life Course*. pp. 145-157. Springer, Cham.
- Mataric MJ. 2007. *The Robotics Primer*. The MIT Press. 328 pp.
- McLennan K, Mahmoud M. 2019. Development of an automated pain facial expression detection system for sheep (*Ovis Aries*). *Animals*, 9(4), 196.
- Memmedova N, Keskin İ. 2011. İneklerde bulanık mantık modeli ile hareketlilik ölçüsünden yararlanılarak kızgınlık tespiti. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(6), 1003-1008.
- Memmedova N. 2012. Süt Sığırlarında Mastitisin Bazı Yapay Zekâ Yöntemleri Kullanılarak Erken Dönemde Tespiti. *Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Konya*.
- Nabiyev VV. 2012. *Yapay Zekâ: İnsan-Bilgisayar Etkileşimi*. Seçkin Yayıncılık. ISBN: 9789750220340.
- Neethirajan S. 2021. Happy cow or thinking pig? WUR wolf-Facial coding platform for measuring emotions in farm animals. *AI*, 2(3), 342-354.
- Norouzadeh MS, Nguyen A, Kosmala M, Swanson A, Palmer MS, Packer C, Clune J. 2018. Automatically identifying, counting, and describing wild animals in camera-trap

- images with deep learning. Proceedings of the National Academy of Sciences, 115(25), E5716-E5725.
- O'Mahony N, Campbell S, Carvalho A, Harapanahalli S, Hernandez GV, Krpalkova L, Walsh J. 2019. Deep learning vs. traditional computer vision. In Science and Information Conference, CVC 2019, pp. 128-144. Springer, Cham.
- Öztürk K, Şahin ME. 2018. Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2), 25-36.
- Pan L, Yang SX. 2007. A new intelligent electronic nose system for measuring and analysing livestock and poultry farm odours. *Environmental Monitoring and Assessment*, 135: 399-408.
- Poole GD, Craig KD. 1992. Judgments of genuine, suppressed, and faked facial expressions of pain. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63(5), 797-805.
- Porter S, ten Brinke L, Wallace B. 2012. Secrets and lies: Involuntary leakage in deceptive facial expressions as a function of emotional intensity. *Journal of Nonverbal Behavior*, 36(1), 23-37.
- Powers WJ, Bastyr S. 2004. Downwind air quality measurements from poultry and livestock facilities. Animal Industry Report: ASL-R1927. Ames, IA: Iowa State University.
- Preece J, Rombach HD. 1994. A taxonomy for combining software engineering and human-computer interaction measurement approaches: towards a common framework. *International Journal of Human-Computer Studies*, 41(4), 553-583.
- Qu G, Feddes JJR, Armstrong WW, Coleman RN, Leonard JJ. 2001. Measuring odour concentration with an electronic nose. *Transactions of the ASAE*, 44(6), 1807-1812.
- Reis GL, Albuquerque FHMAR, Valente BD, Martins GA, Teodoro RL, Ferreira MBD, Monteiro JBN, e Silva MDA, Madalena FE. 2008. Predição do peso vivo a partir de medidas corporais em animais mestiços Holandês/Gir. *Ciência Rural*, 38(3), 778-783.
- Ren S, He K, Girshick R, Sun J. 2017. Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 39(6), 1137-1149.
- Roberts HC, Elbers ARW, Conraths FJ, Holsteg M, Hoereth-Boentgen D, Gethmann J, van Schaik G. 2014. Response to an emerging vector-borne disease: Surveillance and preparedness for Schmallenberg virus. *Preventive Veterinary Medicine*, 116(4), 341-349.
- Takma Ç, Atıl H, Aksakal V. 2012. Çoklu doğrusal regresyon ve yapay sinir ağı modellerinin laktasyon süt verimine uyum yeteneklerinin karşılaştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(6): 941-944.
- Terzi İ, Özgüven MM, Altaş Z, Uygun T. 2019. Tarımda yapay zekâ kullanımı. *International Erciyes Agriculture, Animal & Food Sciences Conference 24-27 April 2019 - Erciyes University - Kayseri, Turkey*. 245-255.
- van Gerven M, Bohte S. 2017. Editorial: Artificial neural networks as models of neural information processing. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 11: 114.
- Xu B, Wang W, Falzon G, Kwan P, Guo L, Chen G, Tait A, Schneider D. 2020. Automated cattle counting using Mask R-CNN in quadcopter vision system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 171, 105300.
- Yıldız AK. 2016. Büyükbaş Hayvanlarda Kızgınlığın (Östrus) Hareketlilik ve Çevre Verilerinden Yararlanarak Yapay Sinir Ağları İle Belirlenmesi. Doktora Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Tokat.
- Zhang Z. 2018. Artificial Neural Network. In: *Multivariate Time Series Analysis in Climate and Environmental Research*. Springer, Cham. pp. 1-35.
- Zhang XD. 2020. Machine Learning. In *A Matrix Algebra Approach to Artificial Intelligence*. Springer, Singapore. pp. 223-440.



Yumurta Kabuğunun Yapısı ve Mikrobiyal Kontaminasyon Yolları

The Structure and Microbial Contamination Routes of Eggshell

İlayda ÖZÇEVİK¹  0000-0003-3466-0296 Serol KORKMAZ²  0000-0001-8970-6883
İrem OMURTAG KORKMAZ^{1*}  0000-0001-7918-6212

¹ Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

² Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Tavuk (*Gallus gallus domesticus*) yumurtası dış ve iç olmak üzere iki ana yapıdan meydana gelmektedir. Yumurtanın dış yapısını oluşturan kütikül, kalsifiye kabuk ve kabuk zarları mikrobiyal kontaminasyona karşı fiziksel ve kimyasal doğal bir bariyer oluşturmaktadır. Bu katmanların kalitesi özellikle mikroorganizmaların kontaminasyonunu ve yumurta içine penetrasyonunu belirlemektedir. Beslenme, kümes yapısı, çevre koşulları ve bulaşıcı hastalıklar kabuğun kalitesini doğrudan etkilemekte ve kirli, kırık veya şekli bozuk yumurta kabuğu oluşumuna neden olmaktadır. Düşük kabuk kalitesi ise tüketici tercihini olumsuz etkilerken aynı zamanda mikrobiyal kontaminasyon riskini artırmakta, gıda güvenliğini ve halk sağlığını tehdit etmektedir. Yumurtanın mikrobiyal kontaminasyonu endojen ve eksojen olmak üzere iki yolla gerçekleşmektedir. Yumurtlamadan hemen sonra yumurta kabuğu özellikle eksojen yolla kontamine olmaktadır. Tek sağlık konsepti içerisinde çiftlikten çatala gıda güvenliğinin ve halk sağlığının korunabilmesi için dekontaminasyon ve sanitasyon metotları ile biyogüvenlik kurallarına ve yasal düzenlemelere uyularak mikrobiyal kontaminasyon riski azaltılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yumurta kabuğu, Kütikül, Campylobacter, Gıda mevzuatı, Biyogüvenlik

ABSTRACT

Chicken (*Gallus gallus domesticus*) egg consists of two main structures: external and internal. The external structures (eggshell) of the egg include cuticle, calcified shell and shell membranes which are natural physical and chemical barriers against microbial contamination. The quality of these structures plays a crucial role in the contamination and penetration of microorganisms into the egg. Nutrition, cage system, environmental conditions and infectious diseases directly influence the eggshell quality. While dirty, cracked or deformed eggshells negatively affect the preference of consumers, it also increases the risk of microbial contamination and threatens food safety and public health. Microbial contamination of eggs occurs in two main ways as endogenous and exogenous. Eggshell is contaminated especially exogenously with microorganisms immediately after oviposition. Various decontamination and sanitation methods, biosafety rules and legal regulations reduce the risk of microbial contamination for food safety and public health from farm to fork within the one health concept.

Keywords: Eggshell, Cuticle, Campylobacter, Food legislation, Biosafety

Atf: Özçevik, İ., Korkmaz, S., Omurtag Korkmaz, İ. 2023. Yumurta kabuğunun yapısı ve mikrobiyal kontaminasyon yolları. Hayvansal Üretim 64(1): 59-65. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1003724>

Citation: Özçevik, İ., Korkmaz, S., Omurtag Korkmaz, İ. 2023. The structure and microbial contamination routes of eggshell. Journal of Animal Production 64(1): 59-65. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1003724>

Geliş tarihi (Received): 02.10.2021

Kabul tarihi (Accepted): 08.04.2022

*Sorumlu yazar (correspondence): irem.omurtag@marmara.edu.tr

GİRİŞ

Yumurta, kanatlı hayvanlardan elde edilir ve insanlar için en önemli besin maddelerinden biridir. Kanatlı hayvan türleri arasında tüketimi en çok tercih edilen

tavuk (*Gallus gallus domesticus*) yumurtasıdır. Bir tavuk yumurtası yaklaşık %12.3 protein, %11.6 lipid ve %74.4 su içermektedir (Nys ve Guyot, 2011). Tavuk yumurtası kolay sindirilebilir yağlardan zengindir. Bu yağlar

arasında kolin, doymamış yağlar, kolesterol ve sefalın (fosfolipidler hariç) yer almaktadır (Nys and Guyot, 2011). Aynı zamanda lizin ve sülfür içeren aminoasitlerce de zengin olması nedeniyle insan beslenmesi için önemli esansiyel aminoasitleri sağlamaktadır. Yumurta aynı zamanda A, D, E, K vitaminleri ile suda çözünen B vitaminlerini ve demir, kalsiyum, magnezyum, selenyum, sodyum, çinko, fosfor gibi mineralleri içerir (Nys ve Guyot, 2011; Sparks ve ark., 2014). Tüm bu yönleriyle yumurta sahip olduğu zengin besleyici içeriği ve düşük maliyeti nedeniyle her kesimden bireyin tüketebildiği bir gıdadır.

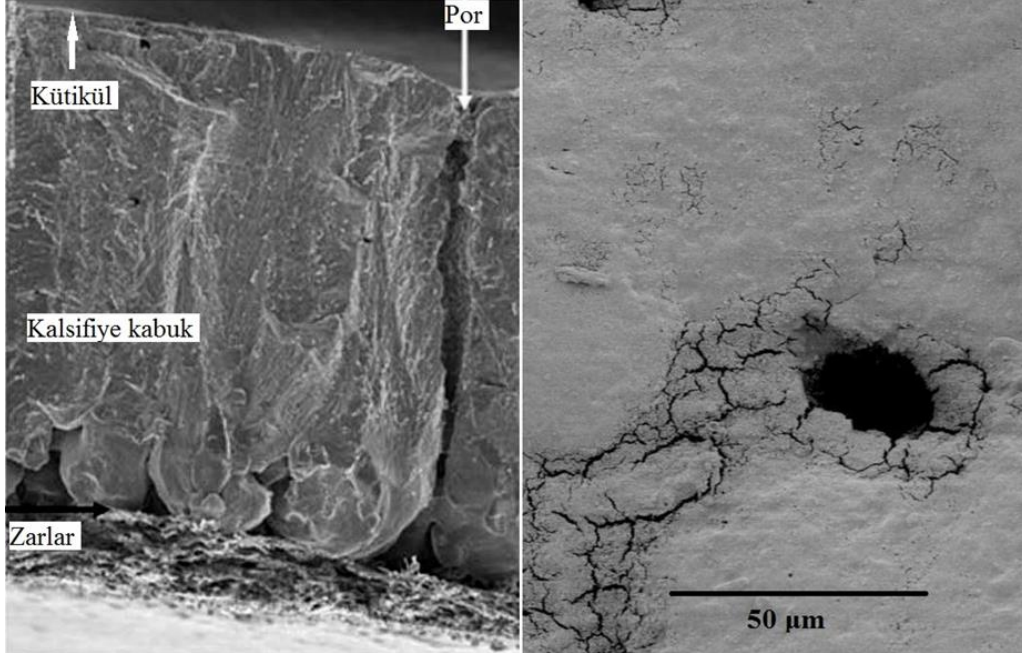
Tüketicilerin yumurta satın alım tercihlerini etkileyen başlıca faktör yumurta kabuğu kalitesidir. Renk, kirlilik, kırık ve şekil gibi kriterler yumurta kabuğunun kalitesini ve tüketici tercihini yüksek oranda etkilemektedir (Fearne ve Lavelle, 1996; Hansstein, 2011; Ayim-Akonor ve Akonor, 2014). Kirli, kırık veya şekli bozuk yumurta kabuğu tüketici tercihini olumsuz etkilerken aynı zamanda mikroorganizmaların kontaminasyon riskini artırmakta, gıda güvenliğini ve halk sağlığını tehdit etmektedir.

Yumurta kabuğunu oluşturan bileşenler mikroorganizmalara karşı fiziksel ve kimyasal koruma

sağlarlar. Yumurta kabuğunun temel görevleri şu şekilde sıralanabilir: (1) yumurta içeriğini mikrobiyal ve fiziksel tehditlere karşı korumak; (2) ekstra-uterin embriyo gelişimi sırasında porlardan gaz ve su geçişinin kontrolü ve (3) embriyo gelişimi için kalsiyum sağlamak. Çiftlikten sofraya kadar yumurta kabuğu kalitesini, mikroorganizmaların kontaminasyonunu ve yumurta içine penetrasyonunu etkileyen yapısal ve çevresel birçok etmen bulunmaktadır (Ayim-Akonor ve Akonor, 2014). Bu makalede yumurta kabuğunun yapısı ve kalitesini etkileyen etmenler ve bu etmenlerin mikrobiyal kontaminasyon ile ilişkisi hakkında yapılmış çalışmalar derlenmiştir.

Yumurta Kabuğunun Yapısı ve Doğal Bariyer

Yumurta kabuğunun büyük bir bölümü tavukların uterusunda (aşağı yumurta kanalı) oluşur. Dıştan içe doğru ana bölümleri kütikül, kalsifiye kabuk ve kabuk zarlarıdır (dış ve iç zarlar) (Şekil 1). Bu yapılar, yumurta içeriğini mikrobiyal ve fiziksel tehditlere karşı korur, embriyo gelişimi sırasında porlardan gaz ve su geçişini kontrol eder ve embriyo gelişimi için kalsiyum sağlarlar (Ayim-Akonor ve Akonor, 2014). Yumurta kabuğunda, embriyonik gelişim sırasında gaz ve su alışverişini sağlayan 7000 ile 17000 arasında por (9-35 µm) bulunmaktadır (Şekil 1) (Eddin ve ark., 2019).



Şekil 1. Yumurta kabuğu (sol) (Nys ve Guyot, 2011) ve por yapısı (sağ) (Musgrove, 2011)

Figure 1. The structures of eggshell (left) (Nys and Guyot, 2011) and pore (right) (Musgrove, 2011)

Kütikül, yumurta kabuğu yüzeyini çevreleyen yaklaşık 10 µm kalınlığında, çok ince, protein benzeri yapıda, organik bir tabakadır. Bu yapı kabuğun kalınlığını ve mukavemetini artırır ve pigmentasyondan sorumlu

yüzeysel pigmentleri içerir. Ayrıca kabuk üzerindeki porları sararak yabancı partiküllerin, sıvıların ve mikroorganizmaların kabuk içine girişini engelleyen fiziksel bir bariyer olarak görev yapar (Munoz ve ark.,

2015; Cordeiro, 2015). Yumurta yüzeyinde oluşabilecek kontaminasyonlara karşı yumurta kabuğunda doğal antimikrobiyal etkilere sahip proteinler de (lizozim C, ovotransferrin, ovokalsin ve ovokleidin) yer almaktadır (Munoz ve ark., 2015).

Kalsifiye kabuk, yumurta kabuğunun sert ve kristalize bölümüdür. Yumurtanın şeklini belirleyen ve dış etkilere karşı koruyan ana yapıdır. Yaklaşık %95'i kalsiyum karbonattan ve %3,5'u organik maddeden oluşur. Beslenme, çevre ve bulaşıcı hastalıklar gibi faktörler kabuğun yapısını ve kalitesini etkilerken, bu yapının kalitesi mikroorganizmaların kontaminasyon ve penetresyon riskini belirleyen en önemli unsurlardan biridir (Devegowda ve Ravikiran, 2008).

Kalsifiye kabuğun alt kısımda yer alan kabuk zarları, yumurta akının dış çevre ile etkileşimini sınırlandırır (Eddin ve ark., 2019) ve patojenlere karşı fiziksel ve kimyasal koruma sağlar (Munoz ve ark., 2015; Cordeiro, 2015). Yumurta kabuğu katmanlarında yer alan doğal antimikrobiyal bileşikler bu membranlarda ve yumurta akında da bulunmaktadır. Bu membranların yapısı bozulduğu takdirde yumurta akının doğal viskoz yapısı mikroorganizmaların hareketini kısıtlamaktadır. Aynı zamanda yumurtlamadan sonra doğal karbondioksit salınımı ile yumurta akının pH'sı 7,9'dan 9'a yükselmektedir. Yumurta akındaki bu alkali ortam ve lizozim gibi doğal antimikrobiyal etkili bileşikler kontaminasyon riskini azaltmaktadır (Mayes ve Takeballı, 1983; Musgrove, 2011).

Kontaminasyon ve Penetrasyon

İyi üretim uygulamalarının gerçekleştirildiği bir çiftlikte yumurta kabuğu ve içeriği yumurtlamadan hemen sonra steril kabul edilir. Daha sonra çevresel şartlara ve mikrobiyotaya bağlı olarak çeşitli mikroorganizmalar ya da patojenler ile kontamine olur. Yumurta oluşumu esnasında endojen yolla ya da yumurtlamadan sonra eksojen yolla yumurta kabuğu kolaylıkla kontamine olabilir. Genellikle gram pozitif bakteriler (*Micrococcus*, *Bacillus*, *Escherichia*, ve *Staphylococcus*), mayalar ve küfler izole edilir. *Aerobacter*, *Cytophaga* ve *Flavobacterium* gibi gram negatif bakteriler de izole edilebilir ve yumurtanın bozulmasıyla sayıları artar (Musgrove, 2011; Nys ve Guyot, 2011; Doğruer ve ark., 2015; Eddin ve ark., 2019). *Enterobacteriaceae*, *Enterococcaceae*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Salmonella*, *Listeria* *Yersinia* ve *Campylobacter* gibi patojenler sıklıkla yumurtalarda izole edilen ve hem kanatlıların sağlığını hem de gıda güvenliğini olumsuz etkileyen patojenlerdir (Pesavento ve ark., 2017).

Endojen kontaminasyon

Endojen kontaminasyon genellikle yumurta oluşumu esnasında üreme organ kanalında gerçekleşmektedir.

Bu tip bulaşmaya vertikal bulaşma da denir. Vertikal bulaşma çoğunlukla kabuk oluşumundan önce yukarı yumurta kanalında gerçekleştiği için mikroorganizmalar yumurta akı ve sarısına penetre olurlar. Bazı mikroorganizmalar üreme organlarının doğal mikrobiyotasında bulunurken, bazıları tavuklarda hastalıklara neden olan patojenlerdir. Endojen bulaşma nadir görülse de bu patojenler yumurta kabuğu kalitesini de olumsuz etkileyebilmektedir (Hansstein, 2011; Karadal ve ark., 2018).

Eksojen kontaminasyon

Yumurta kabuğunda sıklıkla görülen bulaşma ekzojen (horizontal) bulaşmadır. Yumurtlama esnasında steril kabul edilen yumurta kabuğu ilk olarak kloaktan geçerken mikroorganizmalar ile kontamine olur. Yumurtlamadan sonra yumurta kabuğu dışkıda, yemde, suda, kümes ortamında ve kontamine ekipmanlarda bulunan mikroorganizmalarla kolaylıkla kontamine olabilir. Normal bir yumurtada kabuk yüzeyinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı ortalama 10^{4-5} cfu'dur (Baron ve Jan, 2011). Kirli bir yumurtada ise milyonlarca bakteri bulunmaktadır. Yumurta kabuğundaki deformasyon ve anomaliler ile çevresel etmenler (kafes yapısı, ekipmanlar, yem, su, vektörler ve dışkı vb.) en önemli eksojen bulaşma yollarıdır. Bunların yanında yıkama, paketlenme ve depolama işlemleri ve süreleri de yumurta kabuğundaki mikroorganizma yükünü etkileyen faktörlerdir (Sparks ve ark., 2014; Karadal ve ark., 2018).

Genetik, beslenme ve çevresel faktörler, kabuk kalınlığı ve mukavemeti gibi kabuk kalitesini belirleyen ana unsurları etkilemektedir (Yazgan ve ark., 2020). Düşük kalitedeki kabuk ile bakteriyel yük arasında bağıntı olduğu ve kırık kabuklu yumurtada bakteriyel penetrasyonun daha kolay gerçekleştiği bilinmektedir (Todd, 1996; Ricke ve ark., 2015). Yıkama, depolama sıcaklığı ve süresi gibi etmenler ise kütikül tabakasının yapısını etkilemektedir (Musgrove, 2011). Depolama, nakliye ve satış aşamalarında meydana gelen kabuk kırılmaları ise patojenlerin nüfuz etmesine ve yumurta sarısı ve akına (albümin) bulaşarak tüketiciler için gıda güvenliğini tehdit etmesine neden olmaktadır. Ayrıca kütikül tabakası yaşla birlikte incelmekte ve kabuğun porlu yapısı kontaminasyon riskini artırmaktadır (Ray ve ark., 2015; Bain ve ark., 2019).

Araştırmacılar farklı kafes sistemlerinden elde edilen yumurtaların kabuk kalitelerini ve bakteriyel yüklerini karşılaştırmışlardır. Dışkı varlığı ve kırık kabuk gibi yumurta kalitesini düşüren etmenler aynı zamanda kontaminasyon riskini de artırmaktadır. Hayvan refahının biraz daha ön planda tutulduğu kafeslerde (zenginleştirilmiş kafes ve serbest gezinmeli) kirli

yumurta sayısı standart kafeslere oranla daha fazladır. Bu sebeple yumurta kabuğunun bakteriyel yükü ve toplam aerobik bakteri sayısının serbest gezinmeli kümeslerde daha yüksek olduğu görülmüştür (De Reu ve ark., 2005; 2009; Mallet ve ark., 2006; Wall ve ark., 2008; Karadal ve ark., 2018). Kırık yumurta sayısının ise standart kafeslerde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (De Reu ve ark., 2009).

Havalandırma ve kümes içi temizlik gibi unsurlar hem kontaminasyon riskini hem de kümes içi hava kalitesini etkilemektedir. Havada bulunan toplam aerobik bakteri sayısının yumurta kabuğu bakteriyel yükü ile bağlantılı olduğu bilinmektedir (Protais ve ark., 2003; De Reu ve ark., 2005). Aynı zamanda yüksek nem ve sıcaklık ile kötü çevre koşulları küflerin ve mayaların artışına ve yumurtadaki mikroorganizma yükünün artmasına neden olmaktadır (Beuchat ve Cousin, 2001; Ricke ve ark., 2015; Karadal ve ark., 2018).

Birincil üretim aşamalarının dışında ikincil üretim olarak adlandırılan ve yumurtanın yıkama, temizleme, tasnif, paketlenme, depolama gibi aşamaları da kontaminasyon risklerini barındırmaktadır. Yumurtanın yıkanması endüstride halen başvurulan bir dekontaminasyon yöntemidir ve bazı ülkelerde yasal olarak izin verilmektedir (Musgrove ve ark., 2004). Yıkama işleminde en önemli unsur yıkama suyunun optimum koşullarının (pH, sıcaklık, süre, değişim sıklığı, dezenfektanlar) sağlanmasıdır. Yıkama suyu sıcaklığı yumurta sıcaklığından daha düşük olduğunda yumurta kabuğu iç zarlarında büzülme meydana gelmekte ve içerde negatif basınç ortaya çıkmaktadır. Negatif basıncın etkisi ile yıkama suyundaki mikroorganizmalar yumurta içine penetre olurlar. Yıkama işlemini kurutma, paketlenme ve depolama aşamaları takip etmektedir. Bu kritik kontrol noktalarının güvenliği ve optimum koşullar sağlanmadığı taktirde çapraz kontaminasyon ve mikrobiyal penetrasyon riski artmaktadır (Srikaeo ve Hourigan, 2002; Messens ve ark., 2011; USDA, 2013).

Depolama aşamasında kontaminasyon ve penetrasyonu etkileyen önemli faktörler depolama sıcaklığı, nem ve süredir. Depolama sıcaklığındaki dalgalanmalar ve uzun depolama süresi yumurta iç ve dış kalitesini düşürmekte ve yumurtanın doğal savunma mekanizmalarını olumsuz etkilemektedir. Depolama sıcaklığı 4 °C'den 25 °C'ye yükseldiğinde kütikül yapısının bozulduğu görülmüştür (Liu ve ark., 2016). Whiley ve ark. (2016) salmonellanın farklı sıcaklıklarda depolanan yumurtalarda penetrasyon düzeyini araştırmışlardır. Depolama sıcaklığı (4 °C, 14 °C, 23 °C, 37 °C) ve süresi (1, 7, 14, 21 ve 28 gün) arttıkça salmonella penetrasyonunun arttığı bildirilmiştir.

Aygün (2017) saklama sıcaklığı arttıkça kabuk üzerinde

toplam aerobik mezofilik bakteri, bazı patojenler, küf ve maya sayısının arttığını bildirmiştir. Fakat 5 °C'de saklama süresi arttıkça toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı artarken *Salmonella spp.* ve *Staphylococcus spp.* gibi patojenlerin azaldığı görülmüştür. Park ve ark. (2015) modern marketlerde satışa sunulan yumurtaların mezofilik aerobik bakteri, koliform, küf ve maya yükünün pazarlarda satışa sunulardan daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda çeşitli sıcaklık (4 °C, 12 °C ve 25 °C) ve nem (%43 ve %85) ortamında toplam mezofilik aerobik bakterileri sayısı değişmeden kabuk üzerinde 21 gün boyunca varlığını koruduğu görülmüştür. İnoküle edilen *Salmonella enterica* ise düşük sıcaklık (4 °C) ve düşük bağıl nemli ortamda (%43) kabuktaki dışkı bulaşığı ile birlikte artış göstermiştir. Ayrıca yumurta kabuğu nemli iken paketlenmesi ya da bağıl nemin yüksek olduğu alanlarda depolanması küf kontaminasyonunu artırmaktadır (Karadal ve ark., 2018). Buzdolabında depolanmasına rağmen *Candida famata* ve *Candida lusitanae* gibi mayalar yumurta kabuğu yüzeyinden izole edilebilmektedir (Musgrove, 2009). Depolama esnasında çapraz kontaminasyona neden olabilecek diğer unsurlar hava kirliliği, kemirgen ve haşereler gibi vektörler ve yabancı kuşların varlığıdır. Üretim aşamasında biyogüvenlik kuralları ile elde edilen bir yumurta daha sonraki gıda zinciri aşamalarında da patojenler ile kontamine olabilmektedir.

Mikroorganizmaların kabuk içine penetrasyonu, kontaminasyon sonrasında çeşitli koşullara bağlı olarak gerçekleşir. De Rue ve ark. (2006) patojen ve patojen olmayan bakterileri yumurta kabuğuna inoküle ederek penetrasyon düzeylerini ölçmüşlerdir. Yumurta kabuğu yüzey alanı, kabuk kalınlığı ve por sayısının penetrasyon üzerine etkili olmadığını bildirmişlerdir. Yaşın yumurta kabuğu yapısını ve kalitesini olumsuz etkilemesine karşın penetrasyona etkisi gözlenmemiştir. Kütikül yapısının bozulması ve depolama süresinin uzamasının ise patojenlerin penetrasyonunu artırdığı bildirilmiştir. Ray ve ark. (2015) bakteriyel penetrasyon ile porların ve kabuk yapısının ilişkili olmadığını tespit etmişlerdir.

Patojenleri inoküle ederek yapılan invitro çalışmalarda penetrasyon düzeyinin doğal gözlemlenenden daha yüksek olabileceği göz ardı edilmemelidir. Bahsedildiği gibi kabuk kalitesi ve diğer tüm çevresel etmenler yumurta kabuğunun ekzojen (horizontal) kontaminasyonunu etkilemektedir. Kontaminasyon riskini artırmasına rağmen mikroorganizmaların yumurta içine penetrasyonu bu etmenlerden sınırlı şekilde etkilenmiştir. Mikroorganizmaların penetrasyonunu etkileyen esas faktörlerin ise yumurta yüzeyinin mikroorganizma yükü, yumurta kabuğu

anomalileri, çatlak ve kırıklar olabileceği vurgulanmıştır (Sparks ve ark., 2014; Munoz ve ark., 2015).

Biyogüvenlik, Dekontaminasyon ve Sanitasyon

Yumurta endüstrisinde gıda güvenliği kuralları, mikrobiyal kontaminasyonun kontrolünü, kontamine olmuş yumurtanın dekontaminasyonunu, penetrasyonun engellenmesini ve sanitasyon uygulamalarının tamamını içermektedir.

Endüstride yumurta kabuğunun mikrobiyal yükünü azaltmak ve kontaminasyonunu engellemek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin başında genetik seleksiyon ve dengeli beslenme ile yumurta kabuğu kalitesinin artırılması, uygun kafes sistemi seçimi ve çevresel kontaminasyon risklerinin azaltılması gelmektedir. Genetik yapıları ve içerdikleri spesifik proteinler sebebiyle bazı ırklarda patojenlerin kolonizasyonu düşük düzeyde görülmektedir (Sadeyen ve ark., 2006; Dunn ve ark., 2019). Beslenmeye bağlı en önemli faktör ise yem içeriğindeki kalsiyum, fosfor, potasyum, D vitamini, C vitamini ve iz elementler (bakır, çinko, manganez) gibi besin maddelerinin dengesidir. Yapılan birçok çalışmada besin maddelerinin yumurta kabuğu kalsifikasyonuna, pigmentasyonuna (kütikül), kalınlığına ve mukavemetine etkili olduğu bildirilmiştir. Dengeli bir karma yem ile kabuk kalitesi artmakta, kabuk anomalileri ve kırık yumurta oranı düşmektedir (Korkmaz, 2015). Dolayısıyla kontaminasyon ve penetrasyon riski azalmaktadır. Bazı kısa zincirli yağ asitleri, prebiyotik ve probiyotik etkili yem katkı maddeleri ise gastrointestinal ve immün sistem üzerine (Dastar ve ark., 2016; Baghban-Kanani ve ark., 2019) olumlu etkiler oluştururken aynı zamanda patojenlerin kolonizasyonunu engellemektedir (Thormar ve ark., 2006; Tayeb ve ark., 2007). Böylece dışkı yoluyla patojenlerin saçılımı azalmakta ve vertikal ya da horizontal bulaşma riski de düşebilmektedir.

Uygun kafes sisteminin seçilmesi özellikle ekzojen kabuk kontaminasyonunu etkilemektedir. Konvansiyonel kafes sistemlerine kıyasla hayvan refahının daha yüksek olduğu zenginleştirilmiş ve serbest sistemlerde kırık riski düşük olmasına karşın kirlilik oranının ve bakteriyel yükün dolayısıyla kontaminasyon riskinin daha yüksek olduğu görülmüştür (De Reu ve ark., 2009). Ayrıca tesisin uygun havalandırmaya sahip olması, nem ve sıcaklık kontrolü, vektör giriş çıkışlarının engellenmesi, işletme bölümlerinin (depo, paketleme, lavabo vb.) ayrılması gibi önlemler çevresel kontaminasyonu kontrol altında tutar. Türk Gıda Kodeksi Yumurta Tebliğine (2014) göre işletmelerde yumurta, temiz ve kuru ortamda tutulmalı, güneş ışığından ve büyük sıcaklık dalgalanmalarından korunmalıdır. Yumurtlama

tarihinden itibaren 18. güne kadar soğutulması zorunlu değilken bu tarihten itibaren 5-8 °C arasında muhafaza edilmelidir. Düşük derecelere soğutmak negatif iç basınç oluşturması nedeniyle 72 saatten daha uzun süre +5 °C altındaki sıcaklıklarda muhafaza edilmesi ilgili düzenlemeler ile kısıtlanmış ve yumurtanın dondurulması yasaklanmıştır (European Union, 2008a; TGK, 2014).

Ulusal ve uluslararası standartlarda yumurta dış ve iç kalite kriterlerine göre sınıflandırılmaktadır. Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinde yumurta A ve B olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Son tüketiciye sunulan A sınıfı yumurta yasal düzenlemelere göre kabuğu temiz, sağlam yapılı, çatlaksız, kırıksız ve şekli normal olmalıdır. Yumurta kabuğu açısından bu kriterleri sağlamayan yumurtlar B sınıfı olarak tanımlanırlar ve son tüketiciye sunulamazlar (European Union, 2008a; TGK, 2014). Ayrıca ülkemizde ilgili düzenleme ile A sınıfı yumurtanın dekontaminasyon amacıyla yıkanması ya da temizlenmesi yasaklanmıştır (TGK, 2014). Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği yasal düzenlemeleri ise yıkama işlemine bazı kısıtlamalarla birlikte izin vermektedir (European Union, 2008a; USDA, 2000; 2013). Bilimsel çalışmalar ve yasal düzenlemeler, yıkama suyunun sıcaklığı (en az 32,2 °C), pH'sı (9 ve üzeri), kullanılan dezenfektan madde (klorin), yıkama süresi, kurutma ve yağlama gibi uygulamaların yıkama işleminin etkinliğini belirlediğini bildirmiştir (Musgrove, 2011; Messens ve ark., 2011; USDA, 2013).

Avrupa Birliği ülkelerinde ve Türkiye'de gıda güvenliğini ve halk sağlığını tehdit eden gıda kaynaklı patojen ve zoonoz etkenlere karşı yasal düzenlemeler bulunmaktadır. Bu mevzuatlar halk sağlığına yönelik risklerini ve görülme sıklığını azaltmayı amaçlamakta ve yem güvenliği dâhil olmak üzere birincil üretim, işleme ve dağıtımın ilgili tüm aşamalarında zoonotik etkenlerin tespiti ve kontrolü için uygun ve etkili tedbirlerin alınmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir. Bu kapsamda hazırlanan ulusal resmi kontrol planları ile tavuklara (kör bağırsak ve yumurta kanalı), yumurtalarına (içeriği ve kabuğu) ve çevreye (dışkı, toz, altlık, yem) ait numuneler alınarak bakteriyolojik muayene yapılmaktadır. Ayrıca plan dahilinde çapraz bulaşmanın önüne geçebilmek için işletmelere asgari teknik ve hijyenik şartlar ile biyogüvenlik kuralları getirilmektedir (European Union, 2008b; 2011; Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2014).

SONUÇ

Sonuç olarak yumurta, çiftlikten çatala kadar çok çeşitli aşamalarda mikroorganizmaların kontaminasyonuna maruz kalmaktadır. Doğal bir bariyer olan yumurta

kabuğu ve katmanları ise bu maruziyetin şiddetini ve gıda güvenliğini doğrudan belirleyen faktörlerdir. Son tüketiciye kadar tüm aşamalarda kritik kontrol noktalarının belirlenmesi, iyi üretim uygulamalarına, biyogüvenlik kurallarına ve yasal düzenlemelere uyulması yumurta kabuğu kalitesini artırarak kontaminasyon riskini azaltacak ve gıda güvenliğinin korunmasında etkin olacaktır.

KAYNAKLAR

- Aygun A. 2017. The eggshell microbial activity. In: P. Hester, editor. *Egg Innovations and Strategies for Improvements*, USA, Elsevier Academic Press; pp.135-144.
- Ayim-Akonor M, Akonor PT. 2014. Egg consumption: patterns, preferences and perceptions among consumers in Accra metropolitan area. *International Food Research Journal*, 21(4): 1457-1463.
- Baghban-Kanani P, Hosseintabar-Ghasemabad B, Azimi-Youvalari S, Seidavi A, Ragni M, Laudadio V, Tufarelli V. 2019. Effects of using *Artemisia annua* leaves, probiotic blend, and organic acids on performance, egg quality, blood biochemistry, and antioxidant status of laying hens. *The Journal of Poultry Science*, 56(2):120-127.
- Bain MM, Zheng J, Zigler M, Whenham N, Quinlan-Pluck F, Jones AC, Roberts M, Icken W, Olori VE, Dunn IC. 2019. Cuticle deposition improves the biosecurity of eggs through the laying cycle and can be measured on hatching eggs without compromising embryonic development. *Poultry Science*, 98(4):1775-1784.
- Baron F, Jan S. 2011. Egg and egg product microbiology. In: Y. Nys, M. Bain and F. Van Immerseel, editors. *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products Vol 1*. England, Woodhead Publishing; pp.330-350.
- Beuchat LR, Cousin MA. 2001. Yeasts and molds In: Y. Salfinger and M.L. Tortorello, editors. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. USA, American Public Health Association; pp.209-215.
- Cordeiro C. 2015. Eggshell membrane proteins provide innate immune protection, Doctoral dissertation, Université d'Ottawa/University of Ottawa.
- Dastar B, Khosravi A, Boldajie F, Ghoorchi T. 2016. Effect of calcium with and without probiotic, lactose, or both on organ and body weights, immune response and caecal microbiota in moulted laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(2):243-250.
- De Reu K, Grijspeerdt K, Heyndrickx M, Zoons J, De Baere K, Uyttendaele M, Debevere J, Herman L. 2005. Bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and aviary housing systems for laying hens. *British Poultry Science*, 46(2):149-155.
- De Reu K, Grijspeerdt K, Messens W, Heyndrickx M, Uyttendaele M, Debevere J, Herman L. 2006. Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including salmonella enteritidis. *International Journal of Food Microbiology*, 112(3):253-260.
- De Reu K, Rodenburg, TB, Grijspeerdt K, Messens W, Heyndrickx M, Tuytens FAM, Sonck B, Zoons J, Herman L. 2009. Bacteriological contamination, dirt, and cracks of eggshells in furnished cages and noncage systems for laying hens: An international on-farm comparison. *Poultry Science*, 88(11):2442-2448.
- Devegowda G, Ravikiran D. 2008. Mycotoxins and eggshell quality: cracking the problem. *World Mycotoxin Journal*, 1(2):203-208.
- Doğruer Y, Telli N, Telli AE, Kahraman HA, Güner A. 2015. Pastörize sıvı yumurta ile kabuklu yumurtanın bazı kalite özellikleri bakımından kıyaslanması. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 31(3):177-83.
- Dunn IC, Woolliams JA, Wilson PW, Icken W, Cavero D, Jones AC, Quinlan-Pluck F, Williams G, Olori V, Bain MM. 2019. Genetic variation and potential for genetic improvement of cuticle deposition on chicken eggs. *Genetics Selection Evolution*, 51(1):25.
- Eddin AS, Ibrahim SA, Tahergorabi R. 2019. Egg quality and safety with an overview of edible coating application for egg preservation. *Food Chemistry*, 296(30):29-39.
- European Union. 2008a. Council Regulation (EC) as regards marketing standards for eggs. Latest updated: 25.11.2017, No: 1234/2007.
- European Union. 2008b. Council Regulation (EC) on the control of salmonella and other specified food-borne zoonotic agents. Latest updated: 01.07.2013, No 2160/2003.
- European Union. 2011. Regulation (EC) as regards a Union target for the reduction of the prevalence of certain *Salmonella* serotypes in laying hens of *Gallus gallus*. Latest updated: 10/03/2019, No: 517/2011.
- Fearne A, Lavelle D, 1996. Perceptions of food "quality" and the power of marketing communication: results of consumer research on a branded-egg concept. *Journal of Product & Brand Management*, 5(2):29-42.
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 2014. Salmonella ve Belirlenmiş Diğer Gıda Kaynaklı Zoonotik Etkenlerin Kontrol Altına Alınması Hakkında Yönetmelik. Resmî Gazete, Tarih 27.03.2014, Sayı: 28954.
- Hansstein F. 2011. Profiling the egg consumer: attitudes, perceptions and behaviours. In: Y. Nys, M. Bain and F. Van Immerseel, editors. *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products Vol 1*, England, Woodhead Publishing; pp.39-61.
- Karadal F, Onmaz NE, Hızlısoy H, Yıldırım Y, Al S, Gönülalan Z, Ülger İ. 2018. Niğde ve Kayseri'de satışa sunulan köy ve market yumurtalarının mikrobiyolojik kalitesi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(1):51-57.
- Korkmaz S. 2015. Yumurta tavuğu rasyonlarına ilave edilen *Maca* (*lepidium meyenii*) tozunun performans, yumurta kalitesi ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veteriner Fakültesi Bölümü.
- Liu YC, Chen TH, Wu YC, Lee YC, Tan FJ. 2016. Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. *Food Chemistry*, 211: 687-693.
- Mallet S, Guesdon V, Ahmed AMH, Nys Y. 2006. Comparison of eggshell hygiene in two housing systems: Standard and furnished cages. *British Poultry Science*, 47(1):30-35.

- Mayes FJ, Takeballı MA, 1983. Microbial contamination of the hen's egg: a review. *Journal of Food Protection*, 46(12): 1092-1098.
- Messens W, Gittins J, Leleu S, Sparks N. 2011. Egg decontamination by washing. In: F. Van Immerseel, Y. Nys and M. Bain, editors. *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products Vol 2*. England, Woodhead Publishing; pp.163-180.
- Munoz A, Dominguez-Gasca N, Jimenez-Lopez C, Rodriguez-Navarro AB. 2015. Importance of eggshell cuticle composition and maturity for avoiding trans-shell Salmonella contamination in chicken eggs. *Food Control*, 55, 31-38.
- Musgrove MT, Jones DR, Northcutt JK, Cox NA, Harrison MA. 2004. Identification of Enterobacteriaceae and related organisms from rinses of eggs collected during processing in commercial shell egg processing plants in the southeastern United States. *Poultry Science*, 83, 157.
- Musgrove MT. 2011. Microbiology and safety of table eggs. In: F. Van Immerseel, Y. Nys and M. Bain, editors. *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products Vol 2*. England Woodhead Publishing; pp.3-33.
- Musgrove MT, Jones DR, Shaw JD, Sheppard M, Harrison MA. 2009. Enterobacteriaceae and related organisms isolated from nest run cart shelves in commercial shell egg processing facilities. *Poultry Science*, 88(10):2113-2117.
- Nys, Y, Guyot, N. 2011. Egg formation and chemistry. In Y. Nys, M. Bain and F. Van Immerseel, editors. *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products Vol 1*. Cambridge Woodhead Publishing; pp.83-132.
- Park S, Choi S, Kim H, Kim Y, Kim BS, Beuchat LR, Ryu JH. 2015. Fate of mesophilic aerobic bacteria and Salmonella enterica on the surface of eggs as affected by chicken feces, storage temperature, and relative humidity. *Food Microbiology*, 48: 200-205.
- Pesavento G, Calonico C, Runfola M, Lo Nostro A. 2017. Free-range and organic farming: eggshell contamination by mesophilic bacteria and unusual pathogens. *Journal of Applied Poultry Research*. 26(4):509-517.
- Protais J, Queguiner S, Boscher E, Piquet JC, Nagard B, Salvat G. 2003. Effect of housing systems on the bacterial flora of the air. *British Poultry Science*, 44(5):778.
- Ray A, Roberts JR, Flavel R, Chousalkar KK. 2015. Eggshell penetration by Salmonella Typhimurium in table eggs: Examination of underlying eggshell structures by micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Food Research International*, 78: 34-40.
- Ricke SC, Jones DR, Gast RK. 2015. Eggs and egg products. In: Y. Salfinger and M.L. Tortorello, editors. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, 5th edition, USA, American Public Health Association; pp.633-643.
- Sadeyen JR, Trotureau J, Protais J, Beaumont C, Sellier N, Salvat G, Velge P, Lalmanach AC. 2006. Salmonella carrier-state in hens: study of host resistance by a gene expression approach. *Microbes and Infection*, 8(5):1308-1314.
- Sparks NHC, Batt CA, Tortorello ML. 2014. Microbiology of fresh eggs. In: C.A. Batt and M.L. Tortorello, editors. *Encyclopedia of Food Microbiology*. USA, Elsevier Academic Press; pp.610-616.
- Srikaeo K, Hourigan JA. 2002. The use of statistical process control (SPC) to enhance the validation of critical control points (CCPs) in shell egg washing. *Food Control*, 13(4-5):263-273.
- Tayeb IT, Nehme PA, Jaber LS, Barbour EK. 2007. Competitive exclusion against Salmonella Enteritidis in layer chickens by yoghurt microbiota: impact on egg production, protection and yolk-antibody and cholesterol levels. *Journal of Applied Microbiology*, 102(5):1330-1336.
- TGK. 2014. Türk Gıda Kodeksi Yumurta Tebliği, Tebliğ No: 2014/55. Resmi Gazete, Tarih: 20.12.2014, Sayı: 29211.
- Thormar H, Hilmarsson H, Bergsson G. 2006. Stable concentrated emulsions of the 1-monoglyceride of capric acid, monocaprin) with microbicidal activities against the food-borne bacteria *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* spp, and *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(1):522-526.
- Todd EC, 1996. Risk assessment of use of cracked eggs in Canada. *International Journal of Food Microbiology*, 30(1-2):125-143.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2000. Egg-grading manual. Agricultural handbook number 75. USDA Agricultural Marketing Service, Washington, DC.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2013. Regulations governing the voluntary grading of shell eggs, No: 7 CFR Part 56.
- Wall H, Tauson R, Sørgerd S. 2008. Bacterial contamination of eggshells in furnished and conventional cages. *Journal of Applied Poultry Research*, 17(1):11-16.
- Whiley A, Fallowfield H, Ross K, McEvoy V, Whiley H. 2016. Higher storage temperature causes greater Salmonella enterica serovar Typhimurium internal penetration of artificially contaminated, commercially available, washed free range eggs. *Journal of Food Protection*, 79(7):1247-1251.
- Yazgan N, Eralp E, Konyalı C, Kamanlı S, Savaş T. 2020. Kırmızı Kanatlı Akarı (*Dermanyssus gallinae*) enfestasyonunun ve depolamanın yumurta kalitesine etkileri. *Hayvansal Üretim*, 61(1):33-40.



Kanatlı Hayvanlarda Embriyo Kayıpları

Embryo Losses in Poultry

Esra ÜNBAŞ^{1*} 0000-0003-4216-3097 Coşkun KONYALI² 0000-0001-7407-6946 Türker SAVAŞ¹ 0000-0002-3558-2296

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki-Çanakkale

ÖZET

Kuluçka randımanı, damızlıkların elde edilmesinden başlayıp, onların bakım ve besleme koşullarına, kuluçkahane uygulamalarına kadar olan tüm süreci kapsayan yönetimsel bir sürecin sonucudur. Söz konusu süreci etkileyen her bir faktörün ve bunlar arasındaki etkileşimlerin bilinmesi embriyo kayıplarını azaltmada doğru yönetim stratejilerinin belirlenmesini sağlayacaktır. Kuluçka randımanı aslında her ne sebeple olursa olsun gerçekleşebilecek embriyonik kayıpların minimize edilmesi olarak düşünülebilir. Bu bağlamda embriyonik ölümlerin bazı kümes hayvanı türlerinde yumurtaların %15'ine kadar ulaşılabilirdiği düşünüldüğünde konunun maliyet ve karlılık açısından ne denli önemli olduğu görülmektedir.

Bu makalede, kanatlı hayvan türlerinde embriyonik ölümlere sebep olan genetik ve çevresel faktörlerin irdelenmesi amaçlanmıştır. Kuluçka randımanı ve işletme karlılığını etkileyen bu faktörlerin ortaya konmasının ülkemiz kanatlı sektörüne önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Embriyonik ölüm, kuluçka, embriyonik gelişim, embriyo yaşama gücü, yumurta

ABSTRACT

Hatchability is the result of a managerial process that covers the entire process from the acquisition of breeders to their care and feeding conditions and hatchery practices. Knowing each factor affecting that process and the interactions between them will enable the determination of the proper management strategies in reducing embryo losses. Incubation efficiency can actually be thought of as minimizing embryonic losses that may occur for whatever reason. In this context, considering that embryonic losses can reach up to 15% of eggs in some poultry species, it is seen how important the issue is in terms of cost and profitability.

This article aims to examine the genetic and environmental factors that cause embryonic deaths in poultry species. It is predicted that scrutinizing these factors affecting hatchability and operating profitability will provide important contributions to the poultry industry for our country.

Keywords: Embryonic mortality, incubation, embryonic development, embryo survival, egg

Atf: Ünbaş, E., Konyalı, C., Savaş, T. 2023. Kanatlı hayvanlarda embriyo kayıpları. Hayvansal Üretim 64(1): 66-75. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1007906>

Citation: Ünbaş, E., Konyalı, C., Savaş, T. 2023. Embryo losses in poultry. Journal of Animal Production 64(1): 66-75. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1007906>

Geliş tarihi (Received): 12.10.2021

Kabul tarihi (Accepted): 10.08.2022

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

GİRİŞ

Canlı embriyoyu ölü bir embriyodan veya döllenen bir embriyoyu döllenenmemiş bir germinal diskten ayırt etmek sorunun dölsüzlükten mi yoksa embriyo ölümüyle mi ilgili olduğunun belirlenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Tavuk, kaz, bıldırcın, hindi ve ördek gibi çeşitli kanatlı türlerinde embriyonik

gelişim aşamaları araştırılmıştır. Hamburger ve Hamilton (1951) tarafından modellenen civciv embriyosunun (*Gallus gallus domesticus*) gelişim aşamaları araştırmacıların kullandığı temel bir araç olmuştur. Bu modele bakılarak kanatlılarda embriyo ölümleri bakımından kuluçka süreci genellikle üç döneme ayrılmaktadır.

Birinci dönem iç organların gelişmeye başladığı, kalp atışının gerçekleştiği günleri kapsar (Resim 1; Resim 3). Bu dönemde laktik asit üretimi pik yapar ve böbreğin bir parçası olan mezonefros çalışmaya başlar.

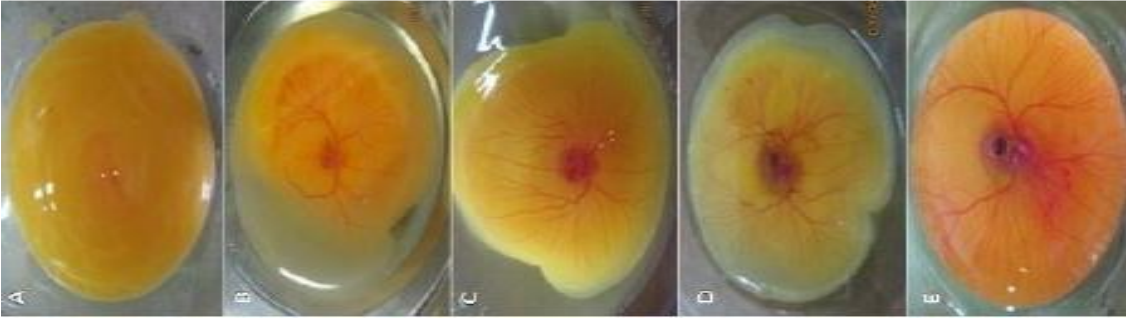
İkinci dönem (orta dönem), dış organların gelişmeye başladığı ve prenatal dönemin yanı sıra oksijen talebinin önemli ölçüde arttığı dönemi kapsar (Resim 2; Resim 3).

Üçüncü dönem ise (geç dönem) embriyonun büyüdüğü, yumurta sarısının tamamen emildiği dönemdir (Ainsworth ve ark. 2010; Lumsankul ve ark. 2018; Li ve ark. 2019).

Kanatlı hayvanlarda embriyo gereksinimlerinin ve koşullarının ortaya konması kayıpları azaltıp verimliliği artırma bakımından önemlidir. Bu bağlamda derlemede embriyo ölümlerinin nedenlerinin sistematize edilmesi konusunda bir değerlendirme yapılmıştır.

Genetik Etkiler

Erken embriyonik ölümlerin kalıtım derecesinin diğer dönemlere göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Beaumont ve ark. 1997). Erken dönem embriyonik ölümleri genellikle letal genlere veya kromozom anormalliklerine bağlı olarak meydana gelmektedir (Bloom, 1970; Savage ve ark. 1992). Kanatlı hayvanlarda kromozom anormallikleri ve embriyonik anomalilerin kalıtsal olduğu bilinmektedir (Blazak ve Fehheimer, 1979). Anormal embriyolarda haploid, poliploid ve anöploid kromozom anormallikleri en yaygın olarak görülenleridir (Mong ve ark. 1974). Kromozom anormallikleri embriyonik gelişimin erken dönemlerinde büyümenin gecikmesi, malformasyon ve ölüm ile kendini göstermektedir. Araştırmalar kromozomal anormalliklerin erken embriyonik gelişim sırasında %1 ile %12 oranında kayba neden olabileceğini bildirmişlerdir (Fehheimer, 1981).



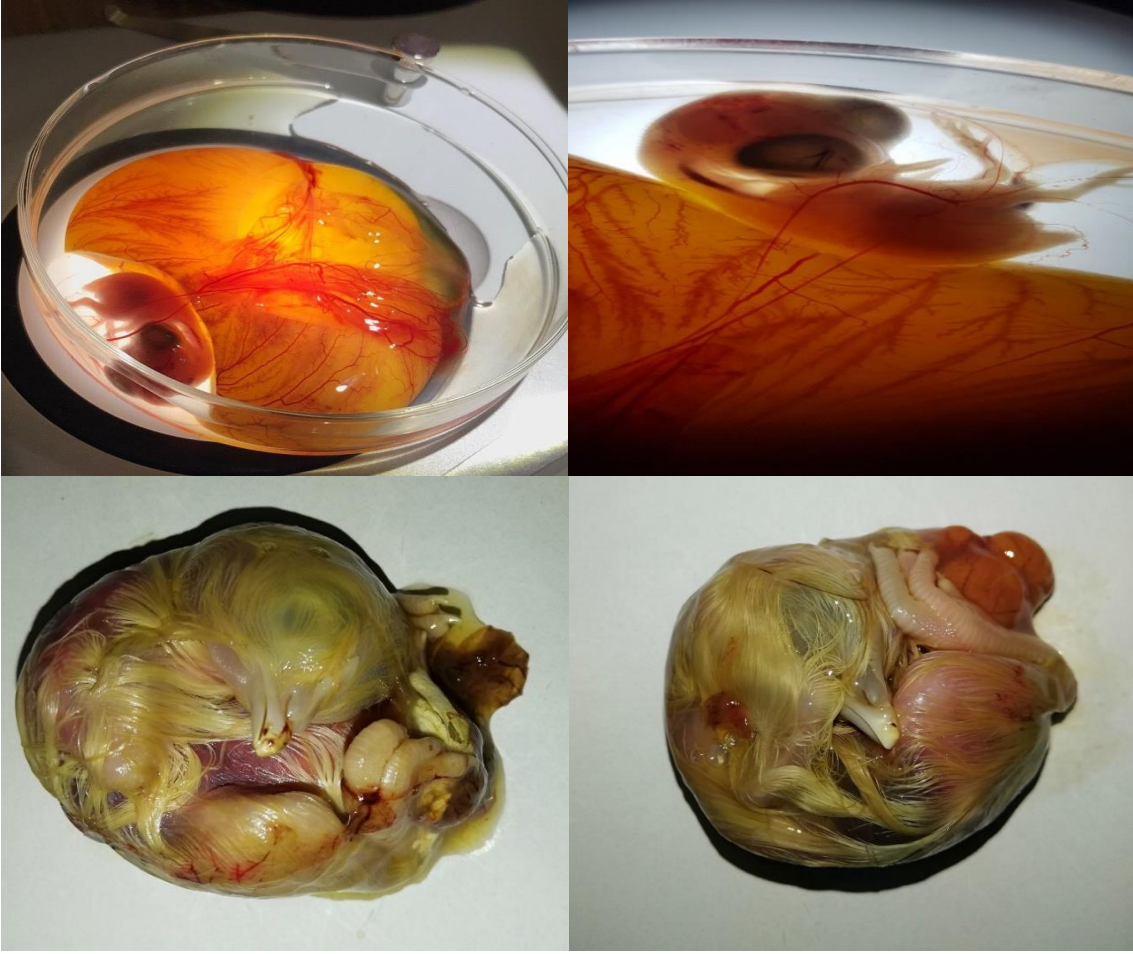
Resim 1. Erken dönem tavuk embriyosu gelişimi (Kanase ve ark., 2015)

Figure 1. Chicken embryo development during early stage (Kanase et al., 2015)



Resim 2. Orta döneme ait bildircin embriyo gelişimleri (Ainsworth ve ark., 2010)

Figure 2. Quail embryo development during mid-term stage (Ainsworth et al., 2010)



Resim 3. Farklı dönemlere ait tavuk embriyo gelişimleri
Figure 3. Chicken embryo development during different stages

Evcil kümes hayvanlarında, kromozom anormalliklerinin oranı ırklara ve bireylere göre farklılık göstermektedir (Wolowodiuk ve ark. 1985; Thorne ve Sheldon, 1991). Annenin genotipi haploid ve haploid / öploid genotipli embriyo oluşumunda önemli bir faktördür (Snyder ve ark. 1975). Kromozom anormallikleri oranı yumurtacı tavuklarda %1-3 arasında, etlik piliç hatlarında ise %4-8 arasında değişmektedir (Snyder ve ark. 1975; Fechheimer ve Jaap, 1978). Miller ve ark. (1971), et tipi damızlıkların embriyolarında %12,7 kromozomal sapma olduğunu bildirmişlerdir. Et tipi kümes hayvanlarında vücut ağırlığı ve büyüme hızı için yapılan seleksiyon, kromozom anormalliklerinin oranını önemli ölçüde artırmıştır (Reddy ve Siegel, 1977).

Kanatlı hayvanlarda cinsiyete bağlı üç resesif anormallik (Bernier ve Arscott, 1972), inkübasyonun ilk 120 saatinde eksprese edilen birkaç otozomal subletal resesif gen (Dunn, 1923) ve bir otozomal dominant gen (Landauer ve Dunn, 1930) tanımlanmıştır.

Creper (Cr) olarak adlandırılan ve ekstremelerde kemik uzunluğunun kısalmasına neden olan letal gen homozigot durumda erken dönem embriyonik ölüme neden olmaktadır (Landauer, 1932). Sheridan (1979), taşıyıcı erkek hayvanların dişi yavrularına geçirmeleri nedeniyle inkübasyonun ilk haftasında dişi embriyoların ölümüne neden olan cinsiyete bağlı ve "ladykiller gene" (lk) olarak adlandırılan bir gen bildirmiştir. Erkek hayvanlar bu gen yeri bakımından asla homozigot olamayacakları için etkilenmemektedirler. Bu genin, tüylenme hızını etkileyen k lokusuna yakın olduğunu bildirmektedir. Somes ve ark. (1967), yavaş tüylenme genine (k) ve cücelik genine (dw) yakın olan benzer bir geni (prenatal letal gen - pn) tanımlamıştır. Yine cinsiyet kromozomu üzerinde bulunan bu gen inkübasyonun 1. haftasında ölümlere neden olmaktadır. Lk ve pn geni çok benzerdir; bu nedenle muhtemelen aynı gen veya alleldirler. Diğer yandan, öldürücü bir otozomal resesif

gen mutasyonu ise, beyaz Leghorn tavuklarında blastoderm dejenerasyonuna (bld) neden olur.

Akrabalı yetiştirme üreme performansının düşmesine neden olmakta, döllülük ve kuluçka randımanını azaltmakta ve embriyonik ölüm oranını artırmaktadır (Sewalem ve Wilhelmson, 1999). Brah ve ark. (1991), beyaz Leghorn tavuklarında embriyonik ölüm insidansını %25, %12,5 ve %0 akrabalık katsayısına sahip embriyolarda sırasıyla %24,8, %22,8 ve %9,5 olarak gözlemişlerdir.

Ana ve Babaya Bağlı Etkiler

Beaumont ve ark. (1997), erken dönem, orta dönem ve geç dönem embriyonik ölümlere ilişkin baba varyans unsurundan tahmin ettikleri kalıtım derecelerini sırasıyla $h_{baba}^2 = 0,09$, $h_{baba}^2 = 0,07$ ve $h_{baba}^2 = 0,05$ olarak bulurken, ana varyans unsurundan tahmin edilenleri $h_{ana}^2 = 0,25$, $h_{ana}^2 = 0,20$ ve $h_{ana}^2 = 0,18$ olarak bildirmişlerdir. Ana varyans unsurlarından tahmin edilen kalıtım derecelerinin daha yüksek olması muhtemelen maternal genetik etkilerin varlığından kaynaklanmaktadır.

Bilindiği gibi embriyo oluşumu anneden kaynaklanan genetik ve çevresel faktörlerden etkilenir (Reijrink ve ark. 2008). Kanatlı hayvanlarda maternal etkiler, özellikle yumurta kalite özellikleri üzerinden etkili olur (Lotfi ve ark. 2012). Yavru fenotipi üzerinde maternal genetik etkiler olabileceği gibi aynı anadan olan yavruların paylaştığı ortak çevre etkileri de bir faktördür. Örneğin hem ana genotipi hem de genotipten bağımsız olarak ananın geçirdiği hastalıklar, yumurtalara ve civcivlere farklı seviyelerde maternal antikörlerin aktarılmasına neden olabilir (İsmiraj ve ark. 2019). Bu anlamda embriyonik ölümler, ana ve babadan aktarılan eklemeli genetik etkinin yanı sıra sadece anaya bağlı olarak yumurta ortamı ile ilişkilidir.

Aşırı sıcaklar, besin yoksunluğu ve avcılar gibi çeşitli stres faktörlerine maruz kaldıktan birkaç dakika sonra kanatlı hayvanlarda adrenal bezler tarafından glukokortikosteroid salınımı artmaktadır (Saino ve ark. 2003). Maternal kortikosteronun anadan yumurtaya geçtiği ve kanatlı yumurtalarının albüminlerinin maternal kortikosteron içerdiği bilinmektedir (Hayward ve Wingfield, 2004). Tavuklarla yapılan çalışmalarda, yumurtaya kortikosteron uygulamasının embriyonik ölüm oranını artırdığı, civcivlerin çıkım ağırlıklarını ve büyüme döneminde canlı ağırlığı olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Eriksen ve ark. 2003). Rubolini ve ark. (2005) yumurta içerisinde deneysel olarak artırdıkları kortikosteroidlerin fizyolojik konsantrasyonlarının gümüşi martı yavrularının embriyo canlılığını ve somatik büyümesini azalttığını bildirmişlerdir.

Babanın embriyonik ölüm üzerine etkisi, doğrudan genetik etkilerden kaynaklanan kromozomal anomaliler ve ölümcül genler sebebiyle olmaktadır (Almeida ve ark. 2008). Adeleke ve ark. (2012), kıvrıkcık tüylü ve çıplak boyunlu horozlarla çiftleştirilen tavuklardan elde edilen yumurtalarda kabuk altı ölüm oranını sırasıyla %7,5 ve %19,5 olarak bildirmişlerdir.

Damızlıkların Beslenmesi

B6 vitamini (piridoksin) eksikliğinde erken embriyonik büyüme inhibisyonuna uğramakta ve inkübasyonun 8. ve 14. günleri arasında embriyonik ölümler artmaktadır. Biotin eksikliği kondrodistrofi, mikromelia ve koryoallantozda kanamalara sebep olmakta ve erken dönemde embriyonik ölüm şekillenebilmektedir. Folik asit eksikliği sindaktili, basık kafa, küçük gözler, açıkta kalan vissera, kısa gaga, diğer gaga kusurlarına bağlı geç dönem embriyo ölümlerinin görülmesine sebep olmaktadır (Wilson, 1997).

Kalsiyum eksikliği sonucu kabuk kalitesinde düşme embriyonun zararlı patojenlerle kontaminasyonunu artırabilmektedir. Buna bağlı olarak yine embriyonun kemik gelişiminde azalma görülebilmektedir. Buna karşın kalsiyum fazlalığı da embriyonik anormalliklere neden olur. Yumurta kabuğuna yüksek seviyede kalsiyum mobilizasyonu geç dönem ölümlerine sebep olur. Fosfor eksikliği, anormal kemik oluşumuna ve kuluçkanın 14-16. günlerinde ölümlerin artmasına neden olur. Bakır eksikliği, kan ve dolaşım sistemi kusurlarına yol açarak erken dönem embriyo ölümlerini artırır. İyot, tiroid fizyolojisini etkilemekte; eksikliği veya fazlalığı, kuluçka süresinin uzamasına, büyümenin gerilemesine ve ölüm oranının artmasına neden olabilmektedir. Yumurtada 17 ppm ve üstü molibden seviyesi inkübasyonun 12. gününde embriyonun %100 ölümü ile sonuçlanır. Lityum fazlalığında göz kusurları, genişlemiş aort, anormal nöral tüp ile ilişkili yüksek embriyonik ölüm görülür. Yumurtada bor seviyesinin yüksek olması (44 ppm), 13. günde embriyonik ölümlere neden olur. Çinko eksikliği ise tüy ve kemik gelişiminde bozulmaya sebep olmaktadır (Wilson, 1997).

Damızlıkların rasyonunda riboflavin eksikliğinin flavoprotein ekspresyonundaki azalmaya bağlı olarak embriyolardaki lipid metabolizması aksaklıkları ile ilişkili olduğu, buna bağlı olarak da anormal embriyonik gelişim ve düşük kuluçka randımanı ile sonuçlandığı bildirilmiştir (Zhang ve ark. 2021). Li ve ark. (2020), etlik piliçlerde rasyona selenyum takviyesinin geç embriyonik ölümleri azalttığını bildirmektedir. Kınalı keklük rasyonlarında soğan ve sarımsak özütü birlikte kullanıldığında erken ve geç dönem embriyo ölümlerini azaltmaktadır (Akbulut ve ark. 2021). Soğan ve sarımsakta bulunan kuersetinin yumurta kalitesini

artırdığı bilinmektedir (Liu ve ark. 2014; Leke ve ark. 2020). Damızlıkların rasyonuna ilave besin maddesi eklemenin yumurta kalitesini artırarak embriyonik gelişimi desteklediği ve dolayısı ile de embriyonik ölümleri azalttığı söylenebilir. Damızlıkların rasyonuna çinko ilavesi antioksidan özelliği ile embriyonik ölümleri azaltır (Zhu ve ark. 2017). Amerikan ördeklerinde yapılan bir çalışmada rasyonda çinko eksikliğinin embriyonun karaciğerinde oksidatif hasara sebep olduğu ve embriyo ölümlerinin görüldüğü bildirilmektedir (Akbulut ve ark. 2021). Çinkonun embriyo gelişiminde önemli etkisi olduğu ve eksikliğinde ise antioksidan savunma sisteminin bozulmasına bağlı olarak embriyoların ölümüne sebep olduğu söylenebilir.

Damızlık Yaşı

Embriyonik gelişim damızlık tavukların yaşından etkilenmektedir (Sözcü, 2014). Çok genç ve yaşlı sürülerde kabuk kalitesi düşük olmakta, aşırı dehidrasyon veya bakteri penetrasyonuna bağlı olarak çıkım performansı azalmaktadır (Hamidu ve ark. 2007). Ayrıca genç damızlıklardan elde edilen yumurtalar küçük olduğu için embriyo gelişimi için gerekli olan fizyolojik ve metabolik ihtiyaçları karşılayamamaktadır. Yaşlı damızlıklardan elde edilen yumurtalara ait embriyolarda karaciğer ağırlığı ile intestinal gelişimin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Peebles ve ark. 2001). Machado ve ark. (2020), 51 haftalık damızlıklardan elde edilen embriyoların 38 haftalık damızlık embriyolarına göre sarı kesesi emiliminin daha fazla ve bağırsak gelişimlerinin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Bu embriyoların yumurta sarısında bulunan besin maddelerini daha iyi kullanarak daha fazla gelişim gösterdiği düşünülebilir. Okur ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmada damızlık yaşının erken embriyonik ölümleri artırdığını, genç sürüden (32 hafta) elde edilen yumurtalarda embriyonik ölüm oranının yaşlı sürüye (55 hafta) göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Kuluçkalık Yumurtaların Dezenfeksiyonu

Yumurta yumurtlandıktan sonra kirli yüzey ile temas etmesi sonucu kontaminasyon şekillenmekte, kuluçkahaneye taşınan bu yumurtalar ile de diğer yumurtalar kontamine olmaktadır. Özellikle *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Actinobacteria* ve *Firmicutes* gibi bakterilerin sıklıkla görüldüğü bildirilmektedir (Rai ve ark. 2005; Olsen ve ark. 2017). Bu mikroorganizmaların kuluçka makinesine taşınması embriyo ölümlerine ve dolayısı ile kuluçka randımanının düşmesine sebep olabilmektedir. Kuluçka kayıplarının görülmemesi için kümeden gelen yumurtaların kuluçkahanelere alınmadan önce dezenfekte edilmesi gerekmektedir. Birçok araştırmacı bu dezenfeksiyon yöntemlerinin avantaj ve dezavantajlarını bildirmişlerdir. Örneğin, yumurta

dezenfeksiyonunun embriyo kayıplarına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada en fazla embriyonik ölümün (%17,95) formaldehit ile muamele edilen grupta görüldüğü ve özellikle de embriyonik gelişimin erken döneminde ölümlerin belirgin bir şekilde arttığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada doğal dezenfaktan olarak kullanılan %4 kimyon uygulaması ile en düşük embriyonik ölüm (%2,84) gerçekleştirilmiştir (Bekhet, 2021).

Shahein ve Sedeek (2014), alternatif olarak tavuk yumurtalarını %7 ve %14 propolis, %0,5 ve 0,7 kekik uçucu yağı, %70'lik etil alkol, formaldehit ve hiç dezenfekte edilmemiş gruplar şeklinde sınıflandırarak kabuk yüzeyindeki mikrobiyal yük ile embriyo ölümlerini araştırmışlardır. Yazarlar en düşük toplam embriyonik ölüm oranlarının %7 ve %14 propolis uygulanan iki gruptan elde edildiğini rapor etmişlerdir. Buna karşın Yıldırım ve ark. (2003), kuluçkalık bildircin yumurtalarında kekik yağının spreyleme yöntemiyle kullanılmasının kabuk mikroorganizma yoğunluğunu önemli düzeyde azalttığını ve çıkış gücünü yükselttiğini, embriyonik ölümlerde en iyi sonucun kekik yağı ile muamele edilen grupta elde edildiğini bildirmişlerdir. Hayretdağ ve Kolankaya (2008), inkübasyon öncesi formaldehit ile muamelenin kuluçkanın 18. gününde ve bir günlük civcivlerde trake epitel hücrelerini olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Kuluçkalık Yumurta Özellikleri

Kuluçkalık yumurtaların fiziksel ve kimyasal özellikleri embriyo gelişimi üzerinde önemli bir rol oynar ve kuluçka randımanını etkiler. Yumurta ağırlığı, yumurta içeriği ve embriyonun gelişimi üzerinde etkili olan bir faktördür (Ng'ambi ve ark. 2013). Kuroiler ve Chabro genotiplerinde yumurta ağırlığının embriyonik ölüm üzerine etkisi araştırılmış, küçük (38-44 g), orta (45-52) ve büyük (53-59) yumurta gruplarında her iki genotip için en yüksek embriyonik ölüm oranı büyük yumurta grubunda, en düşük embriyonik ölüm oranı ise orta sınıf yumurta grubunda bulunmuştur (Yadav ve ark. 2021). Büyük yumurtaların nispeten daha az kabuk yüzey alanına sahip olması nedeniyle embriyo solunumu yani gaz değişiminin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir (Narushin ve Romanov, 2002). Bunun aksine Mortola ve Al Awam (2010) yaptıkları çalışmada, büyük yumurtaların (66 g), küçük yumurtalara (51 g) göre daha az su kaybı yaşadığını, buna bağlı embriyonun ağırlığı, büyüme hızı ve oksijen tüketiminin büyük yumurtalarda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Japon bildircinlerinde 10 g'ın altındaki kuluçkalık yumurtalarda erken dönem embriyo ölümleri daha yüksektir (Genç ve Özentürk, 2020). Bu nedenle orta ağırlıkta (10,51-11,50 g) veya ağır (11,51-12,50 g) yumurtaların kullanılması erken embriyonik ölüm

oranını düşürür (Şeker ve ark. 2005). Buna karşın Kırıkçı ve ark. (2018) Kınalı kekliklerde, Çağlayan ve ark. (2009) Kaya kekliklerinde ve Çağlayan ve ark. (2010) sülün yumurtalarında ağırlığın embriyonik ölümler üzerinde bir etkisini bulamamışlardır.

Kabuk kalınlığı 0,22 mm ile 0,31 mm arasında olan tavuk yumurtalarında erken dönem (%33,33), 0,15 mm ile 0,21 mm kabuk kalınlığında orta dönem (%25,77) ve 0,32 mm'den daha kalın yumurtalarda ise geç dönem ölümlerinin (%73,91) daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Dey ve ark. 2019).

Gözenek sayısı ve yumurta kabuk kalınlığı embriyonik ölüm oranını önemli derecede etkilemiş, en fazla erken dönem ölümleri en yüksek ağırlık kaybı gerçekleşen yumurtalarda olmuştur (Sabah ve Şahan, 2018; Hegab ve Hanafy, 2019). Dolayısı ile küçük yumurtalarda gözenek sayısının az olması embriyo gelişimini ve kuluçka sürecini olumsuz etkileyebilir. Yamak ve ark. (2016) ise kınalı kekliklerde yaptıkları bir çalışmada yumurta kabuk kalınlığının embriyonik ölümler üzerinde etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Narushin ve Romanov (2002), normal şekilli olmayan yumurtalarda embriyonun kendi eksenine etrafında dönüşünün güçleşeceğini, buna bağlı olarak embriyo gelişiminin istenilen seviyede olmayacağını öne sürmektedirler. Şekil indeksinin %75'ten daha yüksek olduğu yumurtalarda erken ve orta dönem embriyonik ölüm oranının daha yüksek olduğu; buna karşın geç dönem embriyonik ölüm oranının %75'ten daha düşük şekil indeksine sahip yumurtalarda görüldüğü bildirilmiştir (Dey ve ark. 2019). Genç ve Özentürk (2020) ise Japon bildircinlerinde yumurta şekil indeksinin embriyo ölüm oranlarını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Hava hücresi alanı arttıkça ağırlık kaybı artmaktadır (Alabi ve ark. 2018). Noiva ve ark. (2014), ağırlık kaybı %9,1'den düşük veya %18,5'ten fazla olduğunda embriyonik ölümlerin arttığını bildirmişlerdir. Alabi ve ark. (2018) embriyonun iskelet gelişimi için gerekli olan kalsiyum, magnezyum ve stronsiyumun 0,35 ile 0,42 mm arasında değişen kabuk kalınlığına sahip yumurtalarda olduğunu bildirmişlerdir. Kabuk hacmi, yumurta yüzey alanı ve yumurta şekil indeksi gibi fiziksel özellikler birbirleri ile etkileşim halinde olup ağırlık kaybı üzerinde önemli bir rol oynamaktadır.

Kuluçkalık Yumurtaların Depolanması

Uzun süreli depolama yumurta kalitesinde düşüşe neden olmaktadır. Bu kalite düşüklüğünün, genç sürülerde yaşlı sürülere göre daha belirgin olduğu ve genç sürülerde 8 günlük depolamadan sonra albümin pH'sının yaşlı sürülere göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Nasri ve ark. 2020). Beç tavuklarında yapılan bir çalışmada albümin pH'sının depolama süresi

ile arttığı ve embriyonik gelişimi olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Kouame ve ark. 2019). Yumurtanın depolanması süresince karbondioksit kaybı ile albüminin pH değeri artmakta olup yeni yumurtlanan yumurtanın pH değeri 7,6 iken depolama ile embriyonun mikro-ortamındaki pH seviyesi 9'un üzerine çıkmaktadır (Caner, 2005). Uzun süre depolamaya bağlı yumurta kalitesinin azalması embriyonun yaşayacağı ortamı bozarak embriyo gelişimini olumsuz etkilediği düşünülmektedir. 12 °C'de 7 gün boyunca depolanan yumurtalarda embriyonik gelişimin erken dönemlerinde apoptozda artış olduğu görülürken, 14 gün boyunca depolanan (12 °C) yumurtalarda ise embriyonik gelişimin geç dönemlerinde artış görüldüğü tespit edilmiştir (Pokhrel ve ark. 2018). Dolayısı ile uzun süre depolamanın geç dönem apoptoz yüksekliğine bağlı embriyonik gelişimi etkileyerek yaşama gücünü düşürebileceği, bu bağlamda da embriyo ölümlerinin görülmesine sebep olabileceği unutulmamalıdır. 12 gün boyunca depolamanın 2 gün depolamaya göre erken ve geç dönem embriyo ölümlerini ve kabuk altı ölümlerini artırdığı bildirilmiştir (Okur ve ark. 2018). Kustra ve ark. (2020), 3-4 günlük depolamadan sonra altın sülünlerin kuluçka randımanında düşüş görüldüğünü bildirmişlerdir.

Depolama ikliminin de embriyo canlılığı üzerinde etkileri olduğuna ilişkin bildirişler bulunmaktadır. Bu bağlamda önemli bir husus havalandırma ve sıcaklık arasındaki etkileşimlerdir. Depolama süresince maruz kalınan sıcaklıklar yumurta içi koşulları etkilemektedir. Etlik piliçlerde 1 haftalık depolama süresi boyunca meydana gelen sıcaklık değişimlerinin (18-21 °C arası sıcaklık değişimleri) genç ve yaşlı damızlık sürülerinden elde edilen yumurtalarda blastoderm gelişimini başlattığı fakat yaşlı damızlık sürülerin embriyolarında ise erken dönem ölümlerin görüldüğü bildirilmiştir (Özlü ve ark. 2018). Bu sebeple de depolamada maruz kalınan çevre sıcaklıklarının embriyonik gelişimi başlatabileceği, bunun da kuluçka randımanını etkileyebileceği unutulmamalıdır.

Kuluçka Koşulları

İyi bir embriyo gelişiminin sağlanabilmesi ve kaliteli civciv elde edilmesi için inkübatör sıcaklığı kritik önem taşımaktadır. Lourens ve ark. (2005), en yüksek çıkış gücü ve en iyi çıkış sonrası performansı yumurta kabuğu sıcaklığının sürekli 37,8 °C'de tutulduğu embriyolarda gözlemlenmişler ve özellikle son hafta boyunca yüksek yumurta kabuk sıcaklığının (38,9 °C) geç dönem embriyonik ölümleri artırdığını bildirmişlerdir. Ördek yumurtalarında da kuluçka sıcaklığı embriyonik ölüm oranı üzerinde etkilidir (Abd El-Hack ve ark. 2022). Keklik yumurtalarında inkübasyon boyunca 35,5 °C'nin altındaki bir sıcaklık geç embriyonik ölüm oranını artırırken, 36,5 °C'nin

üzerindeki sıcaklık ise erken ve orta dönem embriyonik ölümlerin görülmesine yol açmıştır (Nakage ve ark. 2003). Embriyonik gelişimin 16. ve 18,5. günleri arasında optimum inkübasyon sıcaklığından sürekli 3 °C daha yüksek uygulanmasının tiroid hormon seviyesine bağlı embriyonik ölümlere yol açtığı bildirilmektedir (Willemsen ve ark. 2010). Yüksek sıcaklık vitellüs kesesinden yararlanmayı azaltmaktadır (Özaydın, 2009). Dolayısı ile kuluçka sıcaklıklarının değiştirilmesinin kanatlı fizyolojisini olumsuz etkilediği ve embriyo gelişimini baskıladığı söylenebilir.

Sıcaklığın yükselmesiyle yumurtalardan su kaybı arttığı için kuluçkada nem kontrolü sıcaklık kadar önemlidir. Kuluçkada yumurtalar arasındaki yumurta kabuğu iletkenliğindeki yüksek varyasyon nedeniyle, maksimum kuluçka randımanı için optimum nem seviyesi değişken olabilir. Ördekler için optimum bağıl nem oranı %60 ile %80 arasında değişmektedir (Abd El-Hack ve ark. 2022). Optimumun üzerindeki inkübasyon sıcaklıkları aşırı yumurta ağırlık kaybı ile sonuçlanabilmekte, bunun sonucunda embriyo dehidrasyon nedeniyle ölebilmektedir.

Gazlar, yumurta kabuğunun gözeneklerinden ve zarlarından difüzyonla geçer (Mortola, 2009). Oksijen kütlesi kazancı karbondioksit kütlesinin kaybına eşit olduğundan inkübasyon sırasında yumurta ağırlığındaki değişim tamamen yumurtadaki su kaybına bağlıdır (Mortola, 2009). Bu ağırlık kaybı normal embriyonik gelişim için gereklidir. Ancak fazla su kaybı kabuk zarlarının kurumasına neden olurken, çok az su kaybı mikroorganizmaların üremesine elverişli ortam oluşturur. Ayrıca yine su kaybının az olması gözenekleri tıkayan kabuk zarlarının şişmesine ve embriyo ölümlerine neden olur.

Yüksek oksijen (%0,6 CO₂, %22 O₂) içeren kuluçka makinesinde inkübe edilen küçük yumurtalarda yüksek oranda erken dönem embriyo ölümleri (%22,79) görüldüğü bildirilmiştir (Okur, 2019). Inkübasyonun erken döneminde normal seviyeden daha fazla oksijen seviyesinin zararlı olduğu görülmektedir. Ayrıca inkübasyonun ilk 10 günü içerisinde CO₂ seviyesini %1'den %1,5'e kademeli olarak artırmanın embriyonun kortikosteron seviyesini artırarak aktif olmayan T₄ hormonunun aktif olan T₃ hormonuna dönüştürmesi sebebiyle embriyonik gelişimi iyileştirdiği bildirilmiştir (Tona ve ark. 2007).

Bu durumun muhtemelen glukokortikoid ve tiroid hormonlarındaki değişimlerden kaynaklanabileceği ve uyarıcı olarak görev yapabilecekleri bilinmektedir. Ayrıca embriyo içi hipoksik koşulların kortikosteron salgılanmasını uyardığı bilinmektedir (Blacker ve ark. 2004). Fakat CO₂ ya da hipoksiye sebep olabilecek uygulamaların kuluçkanın hangi aşamasında ve ne

kadar süre ile uygulandığı önem arz etmektedir. Inkübasyonun ilk birkaç gününde havalandırma uygulanmayan kuluçka makinelerinde geç dönem embriyo ölümlerinde düşüş olduğu bildirilmektedir (Bilalissi ve ark. 2022).

Kuluçka makinesinde %1,5'in üzerindeki karbondioksit düzeyi kuluçka performansını düşürmektedir. Hem hiperkapni (kanda CO₂ fazlalığı) hem de hipoksinin (kanda O₂ eksikliği) erken embriyonik gelişimi etkilediği bilinmektedir.

Kuluçka esnasında yumurta ağırlık kaybının tavuklarda %11-%14 (Banwell, 2007), bıldırcınlarda yaklaşık %11,2 (Türkyılmaz ve ark. 2005), kazlarda %12-%13 (Meir ve Ar, 1991), hindi yumurtalarında %8-%14 arasında (Rahn ve ark. 1981) olması gerektiği bildirilmektedir.

Yumurtaların çevrilmesi yumurta yüzeyindeki sıcaklık farkını ortadan kaldırır ve embriyonun ilk gelişme döneminde germinal diskin, sonrasında ise embriyonik zarların kabuk zarlarına veya bu zarların birbirlerine yapışmalarını önler. Ayrıca vasküloza alanının büyümesini, yumurta sarısının kullanımını ve embriyonik büyümeyi uyarır.

Yumurtaların doğru aralıklarla istenilen şekilde çevrilmesi, embriyo malpozisyon sıklığını da azaltmakta (Elibol ve Brake, 2004) ve korioallantoik membranın doğru ve zamanında kapanmasını sağlamaktadır (King'Orl, 2011).

SONUÇ

Görüldüğü gibi kanatlı hayvanlarda embriyonik kayıplar çok faktöre bağlı bir fonksiyonun sonucudur. Bu fonksiyonun unsurları, kuluçkalık yumurtaların elde edildiği damızlıklara ilişkin genetik ve çevresel faktörlerden başlamaktadır. Sonrasında kuluçkalık yumurtaların yönetimi ve kuluçka ile çıkım makinelerinin iklimi ve uygulamalarıyla devam etmektedir. Embriyonik ölümlerin sebepleri birçok yönüyle halen aydınlatılmayı beklemektedir. Özellikle tek tek analiz edilmiş olan olası faktörlerin birlikte etkileşimlerinin embriyo kayıplarına etkileri konusunda araştırmalar henüz yetersizdir. Dolayısıyla öncelikle embriyonik ölümlere neden olan faktörlerin ve etkileşimlerinin varyasyondaki paylarının bilinmesi önemlidir. Bu sayede etkili olan her bir faktör üzerine yapılacak düzenlemeler sadece kuluçka randımanı değil yumurtadan çıkan civciv kalitesine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Abd El-Hack ME, Hurtado CB, Toro DM, Alagawany M, Abdelfattah EM, Elnesr SS. 2022. Impact of environmental and incubation factors on hatchability of duck eggs. *Biological Rhythm Research*, 53(1), 79-88.

- Adeleke MA, Peters SO, Ozoje MO, Ikeobi CO, Bamgbose AM, Adebambo OA. 2012. Effect of crossbreeding on fertility, hatchability and embryonic mortality of Nigerian local chickens. *Tropical Animal Health and Production* 44(3):505-510.
- Ainsworth, SJ, Stanley, RL, Evans, DJ, 2010. Developmental stages of the Japanese quail. *Journal of Anatomy* 216(1), 3-15.
- Akbulut NK, Tewfik S, Kırıkçı K. 2021. Evaluating the impact of dried onion and garlic on egg hatching performance and embryonic mortality of *Chukar partridges*. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10(2), 138-146.
- Alabi JO, Bhanja SK, Goel A, Mehra M, Fafiolu AO. 2018. Chicken embryogenesis: Influence of egg quality traits on embryo morphology. *Indian Journal of Poultry Science*, 53(3), 324-330.
- Almeida JG, Vieira SL, Reis RN, Berres J, Barros RD, Ferreira AK, Furtado FVF. 2008. Hatching distribution and embryo mortality of eggs laid by broiler breeders of different ages. *Brazilian Journal of Poultry Science* 10(2):89-96.
- Banwell R. 2007. Bio-response incubation for better hatch and post-hatch performance. *World Poultry* 23(1):20-21.
- Beaumont C, Millet N, Le Bihan-Duval E, Kipi A, Dupuy V, 1997. Genetic parameters of survival to the different stages of embryonic death in laying hens. *Poultry Science* 76(9):1193-1196.
- Bekhet GM. 2021. Impact of hatching egg disinfection on hatching characteristics and chick embryos. *Indian Journal of Animal Research*, 55(3), 353-358.
- Bernier PE, Arscott GH. 1972. Fifteen years of observations on the dwarf gene in the domestic fowl. *Annales de Génétique et de Sélection Animale* 4(2):183-215.
- Bilalissi A, Meteyake HT, Kouame YAE, Oke OE, Lin H, Onagbesan O, Tona K. 2022. Effects of pre-incubation storage duration and nonventilation incubation procedure on embryonic physiology and post-hatch chick performance. *Poultry Science*, 101(5), 101810.
- Blacker HA, Orgeig S, Daniels CB. 2004. Hypoxic control of the development of the surfactant system in the chicken: evidence for physiological heterokairy. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 287(2):403-410.
- Blazak WF, Fehheimer NS. 1979. Gonosome-autosome translocations in fowl: Chromosome complements of gametes and viability of embryos derived from singly and doubly heterozygous cockerels. *Journal of Heredity* 70(6):407-412.
- Bloom SE. 1970. Haploid chicken embryos: evidence for diploid and triploid cell populations. *Journal of Heredity* 61(4):147-150.
- Brah G, Sandhu J, Chaudhary M, 1991. Inbreeding effects on embryonic mortality and other incubation characters in selected lines of White Leghorns. *Indian Journal of Animal Sciences* 61(9):1007-1009.
- Caner C. 2005. The effect of edible eggshell coatings on egg quality and consumer perception. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(11), 1897-1902.
- Çağlayan T, Alaşahan S, Kırıkçı K, Günlü A. 2009. Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (*Alectoris graeca*). *Poultry Science* 88(6):1330-1333.
- Çağlayan T, Alasahan S, Cetin O, Kirikci K, Gunlu A. 2010. Effects of egg weight and length of storage period on chick weight and hatchability performance of pheasants (*Phasianus colchicus*). *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8(3-4):407-410.
- Dey S, Samanta R, Pan S, Depnath B, Debbarma A. 2019. Factors associated with embryonic mortality of eggs of Vanaraja breeder chicken reared on deep litter system. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(4): 525-532.
- Dunn LC. 1923. A lethal gene in fowls. *The American Naturalist* 57(651):345-349.
- Elibol O, Brake J. 2004. Identification of critical periods for turning broiler hatching eggs during incubation. *British Poultry Science* 45(5):631-637.
- Eriksen MS, Haug A, Torjesen PA, Bakken M. 2003. Prenatal exposure to corticosterone impairs embryonic development and increases fluctuating asymmetry in chickens (*Gallus gallus domesticus*). *British Poultry Science* 44(5):690-697.
- Fechheimer NS, Jaap RG. 1978. The parental source of heteroploidy in chick embryos determined with chromosomally marked gametes. *Reproduction*, 52(1):141-146.
- Fechheimer NS. 1981. Origins of heteroploidy in chicken embryos. *Poultry Science* 60(7):1365-1371.
- Genç M, Özentürk U. 2020. Japon Bildiricilerinde (*Coturnix coturnix japonica*) bazı kuluçkalık yumurta özelliklerinin embriyo ölümleri ve kuluçka sonuçlarına etkileri. *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 10(2):1456-1462.
- Hamburger V, Hamilton HL. 1951. A series of normal stages in the development of the chick embryo. *Journal of Morphology* 88(1), 49-92.
- Hamidu JA, Fassenko GM, Feddes JJR, O'dea EE, Ouellette CA, Wineland MJ, Christensen VL. 2007. The effect of broiler breeder genetic strain and parent flock age on eggshell conductance and embryonic metabolism. *Poultry Science* 86(11):2420-2432.
- Hayretdağ S, Kolankaya D. 2008. Investigation of the effects of pre-incubation formaldehyde fumigation on the tracheal epithelium of chicken embryos and chicks. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 32(4):263-267.
- Hayward LS, Wingfield JC. 2004. Maternal corticosterone is transferred to avian yolk and may alter offspring growth and adult phenotype. *General and Comparative Endocrinology* 135(3):365-371.
- Hegab IM, Hanafy AM. 2019. Effect of egg weight on external and internal qualities, physiological and hatching success of Japanese quail eggs (*Coturnix coturnix japonica*). *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(3).
- Ismiraj MR, Arts JA, Parmentier HK. 2019. Maternal transfer of natural (auto-) antibodies in chickens. *Poultry Science* 98(6):2380-2391.

- Kanase A, Pachapurkar S, Mane A, Jadhav J. 2015. Implementation of ex-ovo chick embryo development model for evaluation of angiogenesis and vasculogenesis studies. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research* 2(5):1680-1689.
- Kırıkçı K, Mustafa Ç, Başer E, Akbulut NK, Bilgiç MA. 2018. Kınalı Kekliklerde yumurta ağırlığının kuluçka sonuçları üzerine etkisi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi* 7(1):1-6.
- King' Ori AM. 2011. Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. *International Journal of Poultry Science* 10(6):483-492.
- Kouame YAE, Nideou D, Kouakou K, Tona K. 2019. Effect of guinea fowl egg storage duration on embryonic and physiological parameters, and keet juvenile growth. *Poultry Science*, 98(11), 6046-6052.
- Kustra K, Trela M, Tombarkiewicz B, Lapinski S, Pawlak K, Lis MW. 2020. Selected factors that affect the results of artificial hatching of the golden pheasant (*Chrysolophus pictus*) in aviary breeding - a preliminary study. *European Poultry Science*, 84(313):1-9.
- Landauer W, Dunn LC, 1930. Studies on the creeper fowl. *Journal of Genetics* 23(3):397-413.
- Landauer W, 1932. Studies on the creeper fowl. *Journal of Genetics* 25(3): 367-394.
- Leke JR, Wantasen E, Sompie F, Elly FH, Sihan R. 2020. The characteristics and quality of egg from commercial laying hens fed with garlic (*Allium sativum*) supplemented ration. *Animal Production*, 21 (2): 98-103.
- Liu HN, Liu Y, Hu LL, Suo YL, Zhang L, Jin F, Li Y. 2014. Effects of dietary supplementation of quercetin on performance, egg quality, cecal microflora populations, and antioxidant status in laying hens. *Poultry Science*, 93(2), 347-353.
- Li S, Bai S, Qin X, Zhang J, Irwin DM, Zhang S, Wang Z. 2019. Comparison of whole embryonic development in the duck (*Anas platyrhynchos*) and goose (*Anser cygnoides*) with the chicken (*Gallus gallus*). *Poultry Science* 98(8), 3278-3291.
- Li K, Jiang L, Wang J, Xia L, Zhao R, Cai C, Wang Y. 2020. Maternal dietary supplementation with different sources of selenium on antioxidant status and mortality of chicken embryo in a model of diquat-induced acute oxidative stress. *Animal Feed Science and Technology*, 261, 114369.
- Lotfi E, Zerehdaran S, Azari MA. 2012. Direct and maternal genetic effects of body weight traits in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Archiv für Geflügelkunde* 76(3): 150-154.
- Lourens A, Van den Brand H, Meijerhof R, Kemp B. 2005. Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability, and posthatch development. *Poultry Science* 84(6):914-920.
- Lumsangkul C, Fan YK, Chang SC, Ju JC, Chiang H I. 2018. Characterizing early embryonic development of Brown Tsaiya Ducks (*Anas platyrhynchos*) in comparison with Taiwan Country Chicken (*Gallus gallus domesticus*). *Plos One* 13(5), e0196973.
- Machado JP, Mesquita MA, Café MB, Assis SD, Veríssimo S, Santos RR, Araújo IC. 2020. Effects of breeder age on embryonic development, hatching results, chick quality, and growing performance of the slow-growing genotype. *Poultry Science* 99(12), 6697-6704.
- Meir M, Ar A. 1991. Compensation for seasonal changes in eggshell conductance and hatchability of goose eggs by dynamic control of egg water loss. *British Poultry Science* 32(4):723-732.
- Miller RC, Fechheimer NS, Japp RG, 1971. Chromosome abnormalities in 16-to 18-hour chick embryos. *Cytogenetic and Genome Research* 10(2):121-136.
- Mong SJ, Snyder MD, Fechheimer NS, Jaap RG. 1974. The origin of triploidy in chick (*Gallus domesticus*) embryos. *Canadian Journal of Genetics and Cytology* 16(2):317-322.
- Mortola JP. 2009. Gas exchange in avian embryos and hatchlings. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 153(4):359-377.
- Mortola JP, Al Awam K. 2010. Growth of the chicken embryo: Implications of egg size. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 156(4), 373-379.
- Nakage ES, Cardozo JP, Pereira GT, Boleli IC. 2003. Effect of temperature on incubation period, embryonic mortality, hatch rate, egg water loss and partridge chick weight (*Rhynchotus rufescens*). *Brazilian Journal of Poultry Science* 5(2):131-135.
- Narushin VA, Romanov MN. 2002. Egg physical characteristics and hatchability. *World's Poultry Science Journal* 58(3):297-303.
- Nasri H, van den Brand H, Najjar T, Bouzouaia M. 2020. Egg storage and breeder age impact on egg quality and embryo development. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104 (1), 257-268.
- Ng'ambi JW, Thamaga MW, Norris D, Mabelebele M, Alabi OJ. 2013. Effects of egg weight on hatchability, chick hatch-weight and subsequent productivity of indigenous Venda chickens in Polokwane, South Africa. *South African Journal of Animal Science*, 43(5), S69-S74.
- Noiva RM, Menezes AC, Peleteiro MC. 2014. Influence of temperature and humidity manipulation on chicken embryonic development. *BMC Veterinary Research*, 10(1), 1-10.
- Okur N, Eleroğlu H, Türkoğlu M. 2018. Impacts of breeder age, storage time and setter ventilation program on incubation and post-hatch performance of broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 20, 27-36.
- Okur N. 2019. Effects of incubator carbon dioxide and oxygen levels, and egg weight on Broilers' hatchability of fertile eggs. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(3).
- Olsen R, Kudirkiene E, Thøfner I, Pors S, Karlskov-Mortensen P, Li L, Christensen J. 2017. Impact of egg disinfection of hatching eggs on the eggshell microbiome and bacterial load. *Poultry Science*, 96(11), 3901-3911.
- Özaydın T. 2009. Kuluçkada Deneysel Olarak Oluşturulan Isı Stresinin Broilerlerde İnce Bağırsağın Embriyonik Gelişimi Üzerindeki Etkilerinin Histokimyasal, İmmünohistokimyasal ve Histometrik Metotlarla Belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı.

- Özlü S, Elibol O, Brake J. 2018. Effect of storage temperature fluctuation on embryonic development and mortality, and hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry Science* 97(11), 3878-3883.
- Peebles ED, Doyle SM, Zumwalt CD, Gerard PD, Latour MA, Boyle CR, Smith TW. 2001. Breeder age influences embryogenesis in broiler hatching eggs. *Poultry Science* 80(3):272-277.
- Pokhrel N, Cohen EBT, Genin O, Ruzal M, Sela-Donenfeld D, Cinnamon Y. 2018. Effects of storage conditions on hatchability, embryonic survival and cytoarchitectural properties in broiler from young and old flocks. *Poultry Science*, 97(4), 1429-1440.
- Rahn H, Christensen VL, Edens FW. 1981. Changes in shell conductance, pores, and physical dimensions of egg and shell during the first breeding cycle of turkey hens. *Poultry Science* 60(11):2536-2541.
- Rai MF, Khan SA, Aslam A, Saeed K. 2005. Effects of yolk sac infection in chicken. *Avian and Poultry Biology Reviews*, 16(2), 87-93.
- Reddy PRK, Siegel PB. 1977. Chromosomal abnormalities in chickens selected for high and low body weight. *Journal of Heredity* 68(4):253-256.
- Reijrink IAM, Meijerhof R, Kemp B, Van Den Brand H. 2008. The chicken embryo and its micro environment during egg storage and early incubation. *World's Poultry Science Journal* 64(4):581-598.
- Rubolini D, Romano M, Boncoraglio G, Ferrari RP, Martinelli R, Galeotti P, Saino N. 2005. Effects of elevated egg corticosterone levels on behavior, growth, and immunity of yellow-legged gull (*Larus michahellis*) chicks. *Hormones and Behavior* 47(5):592-605.
- Sabah S, Şahan Ü. 2018. Effect of egg weight on eggshell thickness, pore density and chick quality in broiler breeder flock. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 32(2):123-130.
- Saino N, Suffritti C, Martinelli R, Rubolini D, Møller AP. 2003. Immune response covaries with corticosterone plasma levels under experimentally stressful conditions in nestling barn swallows (*Hirundo rustica*). *Behavioral Ecology* 14(3):318-325.
- Savage TF, Mirosh LW, Jones JL, Schneiderman ET. 1992. Blastoderm degeneration, an early embryonic failure in dwarf single comb white leghorn chickens. *Journal of Heredity* 83(4), 249-254.
- Sewalem A, Wilhelmson M. 1999. Genetic study of embryonic mortality in White Leghorn lines selected for egg production traits. *British Poultry Science* 40(4):467-471.
- Shahein EH, Sedeek E. 2014. Role of spraying hatching eggs with natural disinfectants on hatching characteristics. *Egyptian Poultry Science Journal* 34(1):213-230.
- Sheridan AK. 1979. Further studies with a sex-linked lethal gene in the fowl. *British Poultry Science* 20(6):571-573.
- Snyder MD, Fechheimer NS, Jaap RG. 1975. Incidence and origin of heteroploidy, especially haploidy, in chick embryos from intraline and interline matings. *Cytogenetic and Genome Research* 14(1):63-75.
- Somes JR, Ralph G, Smyth JR, Robert J. 1967. Prenatal, a sex-linked lethal mutation of the fowl. *Journal of Heredity* 58(1):25-29.
- Sözcü, A. (2014). Etlik Damızlıklarda Yaş ve Yumurta Ağırlığının Yumurta Kalitesi, Sarı Kesesi Emilimi, Embriyo Gelişimi ve Kuluçka Sonuçları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı.
- Şeker I, Kul S, Bayraktar M. 2005. Effects of storage period and egg weight of Japanese quail eggs on hatching results. *Archives Animal Breeding* 48(5):518-526.
- Thorne MH, Sheldon BL. 1991. Cytological evidence of maternal meiotic errors in a line of chickens with a high incidence of triploidy. *Cytogenetic and Genome Research* 57(4): 206-210.
- Tona K, Onagbesan O, Bruggeman V, De Smit L, Figueiredo D, Decuyper E. 2007. Non-ventilation during early incubation in combination with dexamethasone administration during late incubation: 1. Effects on physiological hormone levels, incubation duration and hatching events. *Domestic Animal Endocrinology*, 33(1), 32-46.
- Türkyılmaz MK, Dereli E, Şahin T. 2005. Denizli tavuklarında bazı yumurta özellikleri ile yumurtaların kuluçka işlemi sırasındaki ağırlık kaybı üzerine bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 16(2):89-92.
- Willemsen H, Kamers B, Dahlke F, Han H, Song Z, Pirsaraei ZA, Everaert N. 2010. High-and low-temperature manipulation during late incubation: effects on embryonic development, the hatching process, and metabolism in broilers. *Poultry Science* 89(12), 2678-2690.
- Wilson HR. 1997. Effects of maternal nutrition on hatchability. *Poultry Science* 76(1):134-143.
- Wolowodiuk VD, Fechheimer NS, Nestor KE, Bacon WL. 1985. Chromosome abnormalities in embryos from lines of Japanese quail divergently selected for body weight. *Génétique Sélection Évolution* 17(2):183-190.
- Yadav P, Datt M, Yadav LR. 2021. Effect of breed and egg weight on embryo mortality rate in Kuroiler and Chabro breeds of poultry. *International Journal of Farm Sciences*, 11(4), 51-54.
- Yamak US, Sarica M, Boz MA, Ucar A. 2016. The effect of eggshell thickness on hatching traits of partridges. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18, 13-18.
- Yıldırım I, Ozsan M, Yetisir R. 2003. The use of oregano (*Origanum vulgare* L) essential oil as alternative hatching egg disinfectant versus formaldehyde fumigation in quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Revue de Médecine Vétérinaire* 154(5):367-370.
- Zhang B, Tang J, Wu YB, Cao JT, Xing GN, Sun PX, Hou SS. 2021. Effects of riboflavin deficiency on the lipid metabolism of duck breeders and duck embryos. *Poultry Science*, 100(10), 101342.
- Zhu Y, Liao X, Lu L, Li W, Zhang L, Ji C, Luo X. 2017. Maternal dietary zinc supplementation enhances the epigenetic-activated antioxidant ability of chick embryos from maternal normal and high temperatures. *Oncotarget*, 8(12), 19814.



Instructions for Authors of Manuscripts

Journal of Animal Production

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

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

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

Article (all authors must be mentioned)

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

Book

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

Chapter in a book

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

Symposium or congress paper

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

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

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

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

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

- a) Application Letter
- b) Copyright Release Form

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



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

Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science

35100 Bornova, İzmir, Türkiye

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



Hayvansal Üretim Yazım Kuralları

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

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

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

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

Kaynak makale ise:

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

Kaynak kitap ise:

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

Kaynak bir kitaptan bölüm ise:

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

Kaynak sempozyum veya kongre bildirisi ise:

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

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

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

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

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

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





COPYRIGHT RELEASE FORM

Ege Animal Science Association
Journal of Animal Production

(Title of paper):.....

.....

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

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

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

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

To be signed by all authors:

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

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

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

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

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

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

Name of the correspondence author:

Address:.....

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

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



TELİF HAKKI DEVİR FORMU

Ege Zootechnical Society
“Hayvansal Üretim”

(Makale Adı): _____

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

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

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

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

Bütün yazarlar tarafından imzalanmak üzere:

Adı ve Soyadı İmza: Tarih:

Adı ve Soyadı: İmza: Tarih:

Adı ve Soyadı: İmza: Tarih:

Adı ve Soyadı: İmza: Tarih:

Adı ve Soyadı: İmza: Tarih:

Adı ve Soyadı: İmza: Tarih:

Adı ve Soyadı: İmza: Tarih:

Yazışma yapılacak yazarın adı:

Adresi:

Telefon: Faks: E-posta:

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