

# JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE AND PRODUCTS

● Volume: 6

● Number: 1

● Year: 2023



**ZOOTEKNI**  
FEDERASYONU 2013

**Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi**  
**Journal of Animal Science and Products (JASP)**

**SAHİBİ / OWNER: Zootekni Federasyonu**

Prof. Dr. Zafer ULUTAŞ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

**BAŞ EDİTÖR / EDITOR IN CHIEF**

Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye

**YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD**

Prof. Dr. Arda YILDIRIM, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Mehmet Ulaş ÇINAR, Erciyes Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Metin YILDIRIM, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Yusuf KONCA, Erciyes Üniversitesi, Türkiye  
Dr. Öğr. Üyesi Cengiz ERKAN, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye  
Dr. İsmail MERT, Zootekni Federasyonu Başkanı, Türkiye

**İNGİLİZCE EDİTÖRÜ / ENGLISH EDITOR**

Prof. Dr. Mehmet Ulaş ÇINAR, Erciyes Üniversitesi, Türkiye

**SEKRETERYA / SECRETARY**

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇAYAN, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye  
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet UÇAR, Ankara Üniversitesi, Türkiye

**ALAN EDİTÖRLERİ / SECTION EDITORS**

Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Arda YILDIRIM, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Khalid JAVED, University of Veterinary and Animal Sciences, Lahore, Pakistan  
Prof. Dr. Mehmet Ulaş ÇINAR, Erciyes Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Mesut TÜRKOĞLU, Ankara Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Metin YILDIRIM, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Yusuf KONCA, Erciyes Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Zafer ULUTAŞ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. Dal Bosco ALESSANDRO, Università degli Studi di Perugia, İtalya  
Doç. Dr. İlknur UÇAK, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. Muhammad Kamal SHAH, Gomal University, Dera Ismael Khan, Pakistan  
Doç. Dr. Tahereh MOHAMMADABADI, Ramin Agriculture and Natural Resources  
University, Iran  
Dr. Öğr. Üyesi Cengiz ERKAN, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye  
Dr. Öğr. Üyesi Hasan ÇELİKÜREK, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye  
Dr. Hoda Javaheri BARFOUROOSHI, Department of Physiology and Reproduction, Animal  
Science Research Institute, Iran

**TARANDIĞI İNDEKLER / INDEXED BY**

- \*SIS Scientific Group
- \*InfoBase Index
- \*JournalTOCs
- \*Cite Factor
- \*Index Copernicus International
- \*BASE (Bielefeld Academic Search Engine)
- \*Asos Index
- \*Directory of Research Journals Indexing
- \*İdeal Kùltür Yayıncılık
- \*Google Scholar
- \*Food and Agriculture Organization of the United Nations (AGRIS)

**YER VE İLETİŐİM / HOME and CONTACT**

Zootekni Federasyonu  
Tuna Caddesi Halk Sokak Kùltür Apt. No: 20 / 7 Sıhhiye-Ankara

Tel: +90 (312) 434 00 36  
Tel: +90 (312) 434 00 76  
Faks: +90 (312) 434 00 76

**Cilt (Volume) : 6**  
**Sayı (Number): 1**

**Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jasp>**  
**Web: <https://dergipark.org.tr/en/pub/jasp>**

ANKARA, 2023

**e-ISSN : 2667-4580**

**Bu Sayının Alan Editörü Listesi / (Section Editors List in This Volume)**

---

Dr. Cengiz ERKAN	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye
Dr. Emel Özkan ÜNAL	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Türkiye
Dr. Mehtap GÜNEY	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye
Dr. Naci TÜZEMEN	Kastamonu Üniversitesi, Türkiye
Dr. Selçuk Seçkin TUNCER	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye
Dr. Yaşar ERDOĞAN	Bayburt Üniversitesi, Türkiye
Dr. Yusuf KONCA	Erciyes Üniversitesi, Türkiye
Dr. Zafer ULUTAŞ	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

---

## Bu Sayının Hakem Listesi / (Referee List in This Volume)

---

Dr. Ahmet DODOLOĞLU	Atatürk Üniversitesi, Türkiye
Dr. Ali Vaiz GARİPOĞLU	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye
Dr. Ayşe Gül FİLİK	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye
Dr. Erkan PEHLİVAN	Ankara Üniversitesi, Türkiye
Dr. Hatice KAYA	Atatürk Üniversitesi, Türkiye
Dr. Mert ELVERİCİ	Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Türkiye
Dr. Mustafa BOĞA	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye
Dr. Nuray ŞAHİNLER	Uşak Üniversitesi, Türkiye
Dr. Nurinisa ESENBUĞA	Atatürk Üniversitesi, Türkiye
Dr. Okan ATAY	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye
Dr. Onur YILMAZ	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye
Dr. Özge ÖZMEN	Ankara Üniversitesi, Türkiye
Dr. Rahşan İVGİN TUNCA	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye
Dr. Raziye IŞIK	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Türkiye
Dr. Recep AYDIN	Atatürk Üniversitesi, Türkiye
Dr. Rıdvan KOÇYİĞİT	Atatürk Üniversitesi, Türkiye
Dr. Sabri YURTSEVEN	Harran Üniversitesi, Türkiye
Dr. Ünal KILIÇ	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

---

## İçindekiler / Contents

### Araştırma Makaleleri / Research Articles

---

- ◆ The Expression Dynamics of Key Immune-Related Genes in Response to *Mannheimia Haemolytica* in Sheep Alveolar Macrophages *In Vitro* 1-13  
*Saif Adil Abbood AL-JANABI, Ghulam Asghar SAJID, Ahmed Qasim NAJI, Mehmet Ulaş ÇINAR, Md. Mahmudul Hasan SOHEL*
- ◆ Nutritional Parameters of Goat Milk and Its Consumption in Rural Communities 14-29  
*Rutendo P. MAGAYA, Tonderai MUTIBVU, David T. MBIRIRI*

### Derleme Makaleleri / Review Articles

---

- ◆ Yapağı Kalitesini Etkileyen Genetik ve Çevresel Faktörler ile Yapağların Kullanım Alanlarına Genel Bakış 30-44  
*Rıza ATAV, Bürhan BUĞDAYCI, M. İhsan SOYSAL*
- ◆ Dünya Merinos Irkları ve Bunların Genel Özellikleri 45-63  
*Bürhan BUĞDAYCI, Rıza ATAV, M. İhsan SOYSAL*
- ◆ Türkiye’de Organik Arıcılık 64-71  
*Ferhat DEMİR, Zihni Serbay SANDALCIOĞLU, Cengiz ERKAN*
- ◆ *Vairimorpha (Nosema)* Parazitinin Antimikrobiyal Peptidler Aracılığıyla Bal Arılarının Hümorale Bağışıklığına Etkileri 72-88  
*Cansu Özge TOZKAR*
- ◆ Süt Sığırlarında Uzun Ömürlülük (Longevity) Ölçüleri 89-102  
*Ömer AKBULUT*
- ◆ Use of Some Forage Plants Produced by Hydroponic System in Ruminant Animal Nutrition 103-113  
*Mustafa BOĞA, Hatice Nur KILIÇ, Mutlu BULUT, Demet ÇANGA*



## The Expression Dynamics of Key Immune-Related Genes in Response to *Mannheimia Haemolytica* in Sheep Alveolar Macrophages *In Vitro*

Saif Adil Abbood AL-JANABI<sup>1</sup>, Ghulam Asghar SAJID<sup>1</sup>, Ahmed Qasim NAJI<sup>1,2</sup>,  
Mehmet Ulas CINAR<sup>1,3,\*</sup>, Md. Mahmudul Hasan SOHEL<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Erciyes University, 38039 Kayseri, Türkiye

<sup>2</sup>Ministry of Agriculture, Office of Technical Deputy, Baghdad, Iraq

<sup>3</sup>Department of Veterinary Microbiology and Pathology, College of Veterinary Medicine, Washington State University, Pullman, 99164 WA, USA

<sup>4</sup>Department of Genetics, Faculty of Veterinary Medicine, Erciyes University, 38039 Kayseri, Türkiye

Saif Adil Abbood AL-JANABI, ORCID No: [0000-0002-5183-8087](https://orcid.org/0000-0002-5183-8087), Ghulam Asghar SAJID, ORCID No: [0000-0003-4445-9457](https://orcid.org/0000-0003-4445-9457), Ahmed Qasim NAJI, ORCID No: [0000-0003-2074-6515](https://orcid.org/0000-0003-2074-6515), Mehmet Ulas CINAR, ORCID No: [0000-0001-5894-5072](https://orcid.org/0000-0001-5894-5072), Md Mahmudul Hasan SOHEL, ORCID No: [0000-0003-2747-4348](https://orcid.org/0000-0003-2747-4348)

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Research Article

This study was produced from the Master Thesis of Saif Adil Abbood AL-JANABI.

Received : 24.02.2023

Accepted : 16.05.2023

#### Keywords

Alveolar macrophages  
Immune related genes  
Gene expression  
*M. haemolytica*  
Pneumonia

Alveolar macrophages (AMs) respond to these infections as the first line of defense and trigger the lung's immune response. Knowing the expression dynamics of key immune-related genes in alveolar macrophages against *M. haemolytica* challenge will help deepen the understanding of disease immunopathogenesis. For this purpose, first time an *in vitro* obtained from bronchoalveolar lavage (BAL) fluid and treated with three doses (T1: 1800, T2: 2700, T3: 5400 CFU) of *M. haemolytica* inoculum, while keeping one untreated as a control. Then, total RNA was extracted, and cDNA was synthesized. The real-time quantification data indicated that the expression of *IL-1 $\beta$* , *IL-6*, *IL-8*, *IL-10*, and *NF- $\kappa$ B* genes were significantly changed as compared to control. Our study revealed that the exposure to *M. haemolytica* stimulates the immune response in the sheep alveolar macrophages in a dose and time-dependent manner.

#### \* Corresponding Author

mucinar@erciyes.edu.tr

## Koyun Alveoler Makrofajlarında *Mannheimia Haemolytica*'ya Yanıt Olarak Bağışıklık ile İlişkili Genlerin *In Vitro* mRNA Ekspresyon Dinamikleri

### MAKALE BİLGİSİ

### ÖZ

#### Araştırma Makalesi

Bu çalışma Saif Adil Abbood AL-JANABI adlı yazarın Yüksek Lisans Tez çalışmasından üretilmiştir.

Geliş: 24.02.2023

Kabul: 16.05.2023

Alveoler makrofajlar (AM) enfeksiyonlara ilk savunma hattı olarak yanıt verir ve akciğerin bağışıklık tepkisini tetikler. Alveoler makrofajlarda *Mannheimia haemolytica* mücadelesine karşı anahtar bağışıklık ile ilişkili genlerin ekspresyon dinamiklerini bilmek, hastalık immünopatogenezinin anlaşılmasını derinleştirmeye yardımcı olacaktır. Bu amaçla, ilk kez interlökin-1 $\beta$ , *IL-6*, *IL-8*, *IL-10* ve *NF- $\kappa$ B*'nin ekspresyon desenini doz ve zamana bağlı bir şekilde araştırmak

Lütfen aşağıdaki şekilde atıf yapınız / Please cite this paper as following;

Al-Janabi, S.A.A., Sajid, G.A., Naji, A.Q., Çınar, M.U., Sohel, M.M.H., 2023. The expression dynamics of key immune-related genes in response to *Mannheimia haemolytica* in sheep alveolar macrophages *in vitro*, Journal of Animal Science and Products (JASP) 6 (1):1-13. DOI:10.51970/jasp.1255946

---

**Anahtar Kelimeler**

Alveolar makrofaj  
Bağışıklıkla ilişkili genler  
Gen ifadesi  
*M. haemolytica*  
Pnömoni

için *in vitro* deneysel bir enfeksiyon modeli kullanıldı. Bronkoalveoler lavajdan (BAL) sıvıdan toplam %95 saf alveoler makrofaj kültür plakaları elde edildi ve kontrol grubu ile *M. haemolytica* inokulumun üç dozu (T1: 1800, T2: 2700, T3: 5400 CFU) analiz edildi. Daha sonra toplam RNA ekstrakte edilerek ve cDNA sentezlendi. Gerçek zamanlı PCR verileri, *IL-1 $\beta$* , *IL-6*, *IL-8*, *IL-10* ve *NF- $\kappa$ B* genlerinin ekspresyonunun, kontrole kıyasla önemli ölçüde değiştiğini gösterdi. Çalışmamız, *M. haemolytica*'ya maruz kalmanın, koyun alveoler makrofajlarındaki bağışıklık tepkisini dozda ve zamana bağlı bir şekilde uyardığını ortaya koymuştur.

---

**\* Sorumlu Yazar**

mucinar@erciyes.edu.tr

---

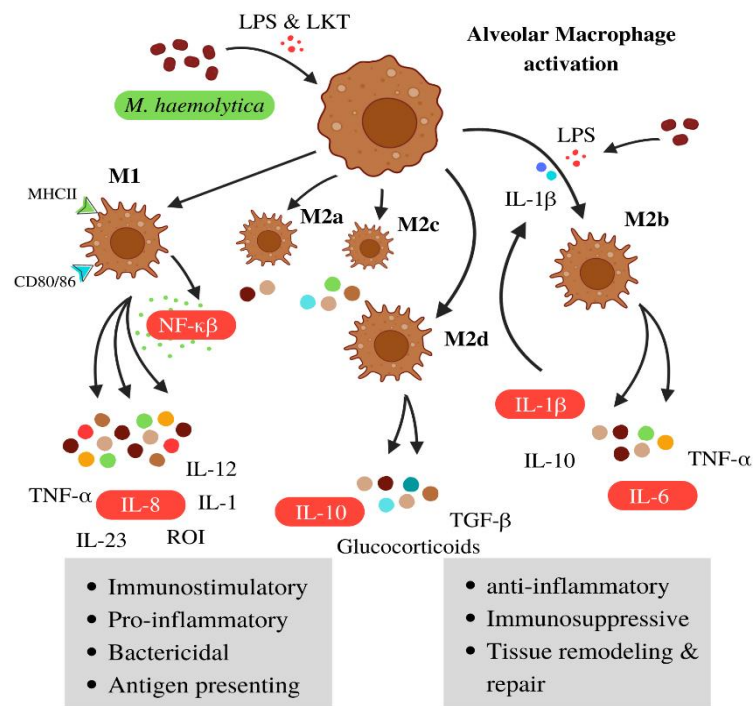
## Introduction

*M. haemolytica* is associated with ruminant respiratory diseases; along with climate and flock management conditions, it intensifies the pathogenesis in the lung (Singh et al., 2011). *M. haemolytica* is a common respiratory pathogen in both domestic and wild ruminants (Ackermann and Brogden, 2000; Ayalew et al., 2004). It causes severe fibrinous pleuropneumonia in sheep that is distinguished by fibrin merging and deposition, intra-alveolar hemorrhage, massive leukocyte infiltration in AMs of the lungs. Due of the intricate interactions between the infection source and valving host parameters, *M. haemolytica* infection considerably affects several economically significant features, such as condemnations in abattoirs, treatment cost reduction weight increase, and death. In a time- and dose-dependent manner, alveolar macrophages take a part in the creation of extracellular traps in response to *M. haemolytica* challenges (Aulik Nicole et al., 2012). *M. haemolytica*; a gram-negative bacterium is one of the major microbial stimulators of respiratory inflammation. Initial innate immune response is generated by the activation of macrophages (Picture 1), monocytes, and dendritic cells (DCs) to produce a wide variegation of cytokines including *TNF- $\alpha$* , *IL-1*, and *IL-6*. These cytokines interact with diverse target cells and receptors to produce an inflammatory response (García-Alvarez et al., 2018). The defense mechanism against many microorganisms and different pathogens that cause various ailments, such as infections, pneumonia, hypersensitivity, and trauma, is inflammation, it is crucial to remember this. (Ackermann and Brogden, 2000). Due to the intricate interactions between the illness and valving host parameters, *M. haemolytica* infection has a considerable impact on a number of economically significant features in sheep, including condemnations in abattoirs, reduced treatment costs, weight increase, and mortality (García-Alvarez et al., 2018). It is significant to note that domestic animals are more likely than wild ruminants to contract this infection. On the other hand, more than \$1 billion has been spent as a cost on this microorganism by the US livestock industry alone. This makes it one of the most significant bacterial pathogens of the complex of respiratory diseases in ruminants, including sheep (Ayalew et al., 2010).

*M. haemolytica* is a significant pathogen associated with respiratory illnesses in bighorn sheep (*Ovis canadensis*; BHS). It is one of the main reasons for the sharp decline in the bighorn sheep population worldwide, which was estimated to be two million in the 1800s and has since reduced to 70,000 (Ayalew et al., 2011). It is necessary to note that in the majority of experiments, *M. haemolytica* infection results in 100% mortality in bighorn sheep within two to three days of infection (Bowen et al., 2022). It is true that infections, particularly pneumonia brought on by bacteria of the species *Mannheimia*, *Bibersteinia*, and *Pasteurella*, have been



partially blamed for the significant and abrupt decline in the number of bighorn sheep in North America. According to several instances, bighorn sheep who come into touch with domestic sheep eventually succumb to pneumonia (Lawrence et al., 2010). Different diseases affecting the ruminants' respiratory system have a considerable detrimental influence on the global economy. *M. hemolytica* is Involved directly to cause pneumonic illnesses in both ovine and bovine (Ramírez Rico et al., 2017). Although the complex interactions between the environment, host, and pathogen as well as the mechanism of infection are still not fully understood, it has been suggested that the leukotoxin (LKT) produced by *M. haemolytica* is the predominant virulence factor in the case of respiratory diseases in ruminants (Oppermann et al., 2017). The most prevalent antigen-presenting cells in the alveolar spaces and the airways are alveolar macrophages (AMs). They have a crucial role in controlling inflammatory and immunological reactions in the lung. The AMs carry out several immunity-related responses, such as phagocytosis of particulate matter, cytokine and enzyme secretion, and microbial regulation. These cells serve a crucial role in maintaining and triggering local pulmonary immune responses because they are the first line of defense against many inhaled antigens, such as tiny particulate debris, allergens, and pathogenic pathogens (Guth et al., 2009). Macrophages originated in the typical multicellular organism to carry out phagocytic clearance of dying cells during development and adult life. These cells provide innate immunity through recruited cells made of monocytes and inhabitant tissue macrophages during inflammation, protecting multicellular host organisms (Martinez and Gordon, 2014).



Picture 1. Activation of alveolar macrophages and key immune-related genes in response to *Mannheimia haemolytica* stimulation.

Resim 1. *Mannheimia haemolytica* stimülasyonuna yanıt olarak alveolar makrofajların ve bağışıklıkla ilgili anahtar genlerin aktivasyonu.

In order to continuously defeat the host immune system in the upper respiratory tract, *M. haemolytica* colonizes the ruminant lungs due to a variety of predisposing factors, such as environmental or climatic conditions, adverse physical conditions, malnutrition, transportation, as well as prior infection or co-infections with other 3 pathogens (García-Alvarez et al., 2018). Determining the levels of mRNA expression against *M. haemolytica* in the alveolar macrophages was the purpose of this investigation. *NF-κB*, *IL-6*, *IL1*, *IL10*, and *IL-8* genes were among five selected inflammatory cytokine genes that showed a proportionate increase in gene expression following the *M. haemolytica* live bacteria challenge by PCR analysis. Although many samples use genes with cytokine properties to normalize the quantity of mRNAs, it is vital to remember that the expression of these cytokine genes can vary depending on the situation and in different cells or tissues. Therefore, choosing cytokine genes is crucial for gene expression investigations.

## Materials and Methods

### *Preparation of bacterial inoculum*

A field strain of *M. haemolytica* bacteria was isolated from an Akkaraman lamb lung, infected with chronic fibrinous pleuropneumonia. Samples were propagated in 6-well culture plates for 1-24 h with RPMI-1640 Medium (Phenol Red Free, Sigma-Aldrich, USA) modified and supplemented with L-glutamine, and incubated for 38°C. Viability of bacteria was confirmed using optical density (OD) and effect of antibiotics on bacterial viability was also checked. Stock solution was prepared in the cell culture media and 0.05 MF turbidity was achieved at 0.008 OD to make a working solution containing 15,000,000/ml bacterial cells using Spectrophotometry.

### *Cell culture*

Lungs were collected from Akkaraman lamb lungs after slaughtering and bronchoalveolar lavage (BAL) fluid was obtained by adding phosphate buffer saline (PBS) and shaking the lungs. BAL cells were collected after centrifugation and incubated for 4 hours in plates, after which the plates were washed to take out the floating cells. 95% purified alveolar macrophages were counted using trypan blue solution (Sigma-Aldrich, USA). 500 µl containing 800,000 cells were seeded in 6-well plates along with 1500 µl of RPMI-1640 to *M. haemolytica* challenge.

### *Stimulation of alveolar macrophages with M. haemolytica*

Two batches of 6-well culture plates were made ready for two time periods (4 and 24 hours) and to treat them with three treatments (T1: 1800, T2: 2700, T3: 5400 CFU), while keeping one well untreated as a control. All plates were incubated overnight at 37 °C in 5% CO<sub>2</sub> and the viability of the cells were checked under the microscope (20X) before treating them. Cells were treated with three different doses of *M. haemolytica* as prescribed earlier and incubated at 37 °C in 5% CO<sub>2</sub> for 4 and 24 hours. After the treatment and end of each time, cells were washed thrice with 1X PBS and dissociated from the culture plates using 0.25% Trypsin-EDTA. A short incubation of 5 minutes was given to harvested cells at 37 °C. After incubation, the culture plates were placed on ice for 15-20 minutes to completely dissociate the

cells from the culture plates. Once the cells were properly harvested, they were processed for total RNA isolation, cDNAs synthesis, and gene expression analysis using real-time qPCR.

### ***RNA extraction and cDNA preparation***

Once all the AMs were dissociated from the culture plates, the function of trypsin-EDTA was stopped by adding 2 ml of warm culture media (Dulbecco's Modified Eagle Medium, Sigma Aldrich, UK). Cells were then carefully harvested from each well into 15 ml Falcon tubes and centrifuged at  $700 \times g$  for 5 minutes at room temperature. Then, was centrifuged and the supernatant was discarded, and 1 ml of warm PBS (1X) was added to each falcon tube and cells were mixed gently then transferred into 2 ml micro-centrifuge tubes. Finally, the mixed cells (AMs) were centrifuged at  $700 \times g$  for 5 minutes. Then, the PBS (1X) was removed carefully, and cells were stored immediately at  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  for RNA isolation. Total RNA was extracted from AMs cells by using a high pure RNA isolation kit (Roche Applied Science, Germany) according to the manufacturer's instructions with some modification adopted for cell samples. Immediately, after elution, the RNA was analyzed using the Biospec-Nano (Shimadzu Biotech, China) spectrophotometer to evaluate the quality and quantity of the isolated total RNA. The cDNA stands were constructed using Easy Script plus Reverse Transcriptase kit (Roche Applied Science, Germany) according to the manufacturer guidelines.

### ***Quantitative real-time PCR (qRT-PCR)***

For the quantification of *IL-10*, *IL-8*, *IL-6*, *IL-1 $\beta$* , *NF- $\kappa$ B*, and *GAPDH* genes, cDNA strands were amplified by real-time qPCR using Cyber Green Super-mix with primer pair sets (designed using Primer3web, v4.1.0) listed in Table 1. According to the experimental design, 2  $\mu$ l of cDNA from each sample was placed in each well of the 96 wells PCR. The negative controls (2  $\mu$ l of water) were placed in the last row of the PCR microplate. PCR master mix was prepared with 10  $\mu$ l of SYBR Green I master mix, 0.4  $\mu$ l of forwarding primer, 0.4  $\mu$ l of reverse primer and 7.2  $\mu$ l of RNase-free water for each reaction. Each well received 18  $\mu$ l of the master mix, for a total reaction volume of 20  $\mu$ l. The amplification reaction was carried out as an initial pre-incubation at  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 2 minutes and one cycle at  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 10 minutes, followed by 45 cycles of amplification at  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  withholding for 15 and 60 seconds, respectively. Melting curve analysis was accomplished at  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  withholding for 15 seconds followed by  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$  in continuous mode and 20 acquisitions (per  $^{\circ}\text{C}$ ) using LightCycler 480 instrument (Roche Applied Science, Germany). The background fluorescence and the crossing point Ct values are automatically calculated by the software associated with LightCycler.

### **Data analysis**

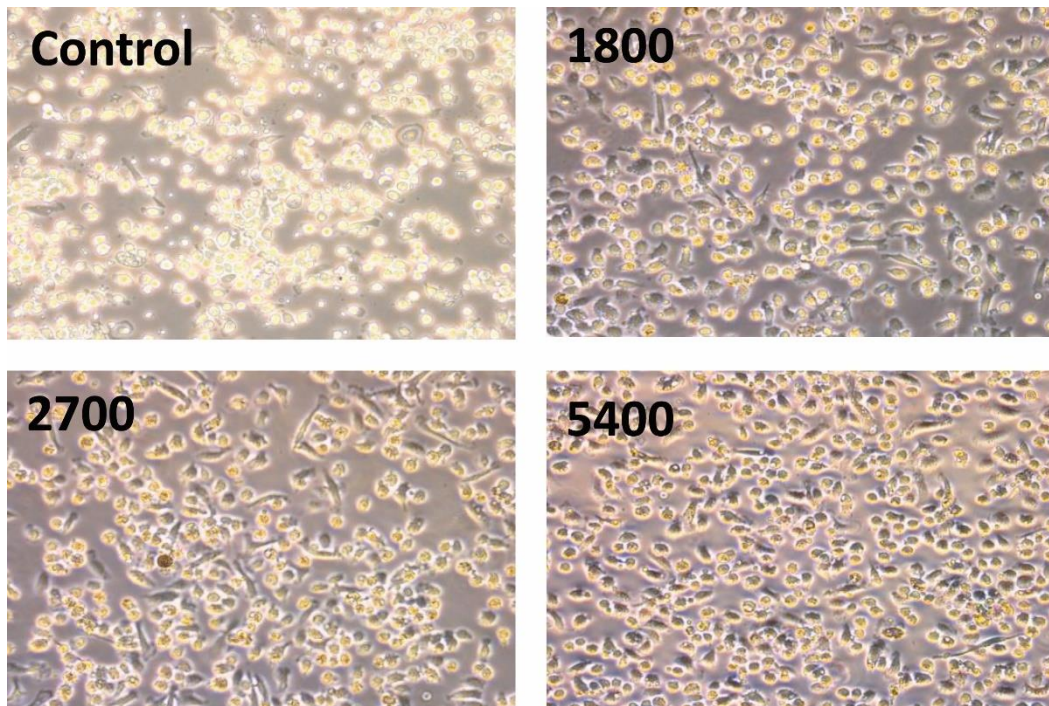
The levels of gene expression were analyzed using the equation  $2^{-[\Delta\text{CP sample} - \Delta\text{CP control}]} = 2^{-\Delta\Delta\text{CP}}$  for each gene in Microsoft Office Excel 365, and further converted into fold change value (relative mRNA expression) as done earlier (Aksel and Akyüz, 2021). The significance of the relative expression between groups was determined by Student's t-test using the built-in data analysis tool in Microsoft Office Excel 365. The P-value  $\leq 0.05$  was considered as significant. The relative mRNA expressions were visualized in bar graphs using R programming in RStudio (version 1.4.1717) along with relative significance.

## Results

### *Viability of alveolar macrophages (AMs)*

#### *Viability of AMs after 4 hours treatment*

After 4 h of incubation, the alveolar macrophages were treated with different doses of *M. haemolytica* (T1=1800, T2=2700, and T3=5400 CFU) and incubated again according to the experimental design. The viability and growth of AMs in the control group on RPMI-1640 medium indicated that the nutrients present in the medium were sufficient to nourish the AMs under culture conditions. Culture plates' photos showed that most of the AMs survived and exhibited higher resistance against *M. haemolytica* in the T1 and T2 treatment groups. However, bacterial abundance altered the size and shape of the cells in T3 treatment. In addition, more dead cells were observed in the T3 treatment compared to other groups (Picture 2).



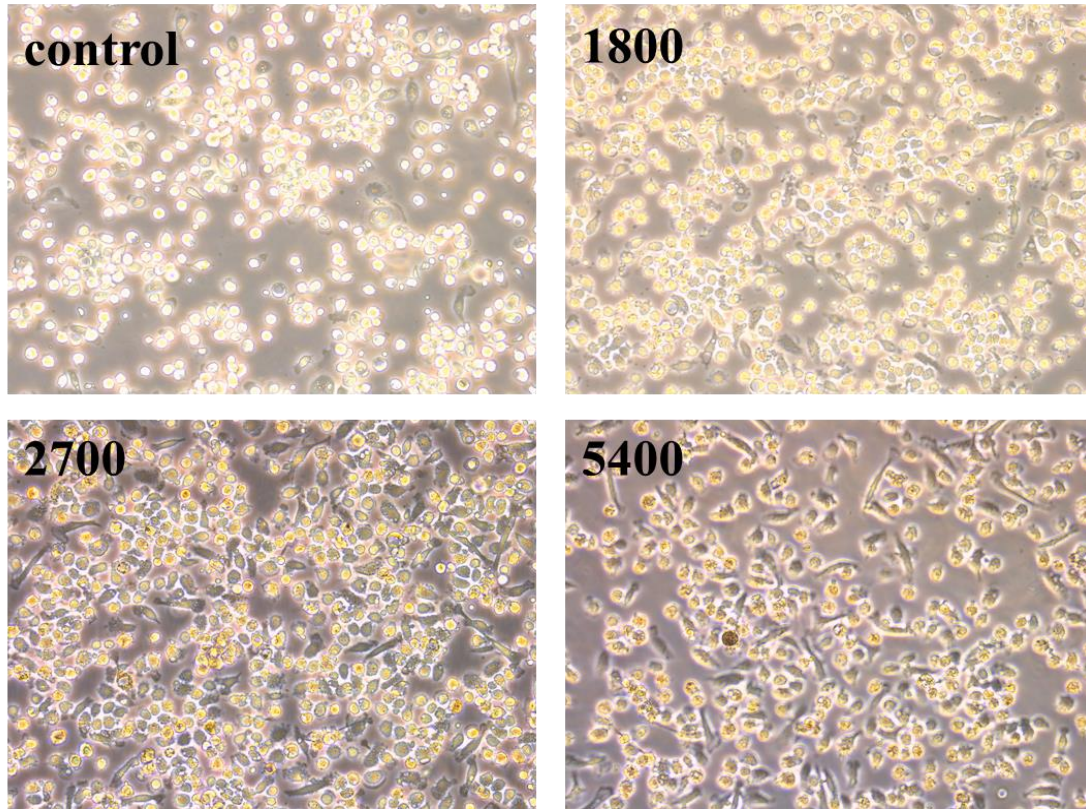
Picture 2. AM cells were cultured for 4-hour under different conditions and the pictures were captured using an inverted light microscope using 20X objective

*Resim 2. AM hücreleri, farklı koşullar altında 4 saat süreyle kültürlendi ve resimler, 20X objektif kullanılarak ters ışık mikroskobu kullanılarak çekildi*

#### *Viability of AMs after 24 hours treatment*

After 24 h incubation of AMs in RPMI 1640 medium, AMs were treated with three different doses of *M. haemolytica* bacteria, the same concentrations used at 4 h, and cultured according to the experimental design. We have seen that in the control treatment, the AM cells survived and were active and most of the cells were still alive after 24 h. The first dose of treatment T1 *M. haemolytica* showed that most of the cells survived and exhibited high resistance against *M. haemolytica*. The same trend was observed in plates of the last two treatments T2 & T3 of *M. haemolytica* (Picture 3).





Picture 3. Alveolar macrophage cells were grown in a 6-well culture plate. Cells were treated with live *M. haemolytica* bacteria for 24 h. At 24 h time point pictures were taken by a light microscope using 20X objective

Resim 3. Alveoler makrofaj hücreleri, 6 oyuklu bir kültür plakasında büyütüldü. Hücreler, 24 saat boyunca canlı *M. haemolytica* bakterisi ile muamele edildi. 24 saat zaman noktasında resimler, 20X objektif kullanılarak bir ışık mikroskobu ile çekilmiştir

### Expression of key immune-related genes

The differential expression of *IL-1 $\beta$* , *NF- $\kappa$ B*, *IL-6*, *IL-8*, and *IL-10* as a reference gene in alveolar macrophages were performed with three treated and one untreated control group at two-point time (4 h and 24 h).

### *The mRNA expression of NF- $\kappa$ B as master regulator for pro-inflammatory molecules*

The role of *NF- $\kappa$ B* as a master regulator of proinflammatory signals was established based on several studies (Bannerman et al., 2002). *NF- $\kappa$ B* gene expression was triggered by lipopolysaccharide (LPS), *IL-1 $\beta$* , and some other molecules. *M. haemolytica* produces two major virulent toxins; LPS and LKT (McClenahan et al., 2008). In the current study, the higher relative expression of the *NF- $\kappa$ B* gene was observed in the AM cell when treated with *M. haemolytica* as compared to untreated control at the 4-hours' time point while there was a lower expression at the 24-hours' time point. Moreover, T3 treatment resulted in a significantly highest expression of *NF- $\kappa$ B* in the AMs, T1, also, triggered the higher expression of *NF- $\kappa$ B* gene. However, the expression of *NF- $\kappa$ B* was significantly lower in the T2 live bacteria treated cells as compared to T1 and T3 treatments at 4-hours' time point. The expression of *NF- $\kappa$ B* was significantly lower in the T1 live bacteria treated cells but it was comparatively higher than T2 and T3 treatment groups at 24 h time point. Furthermore, the expression of *NF- $\kappa$ B* was lowest in the T2 treatment group as shown in Figure 1.

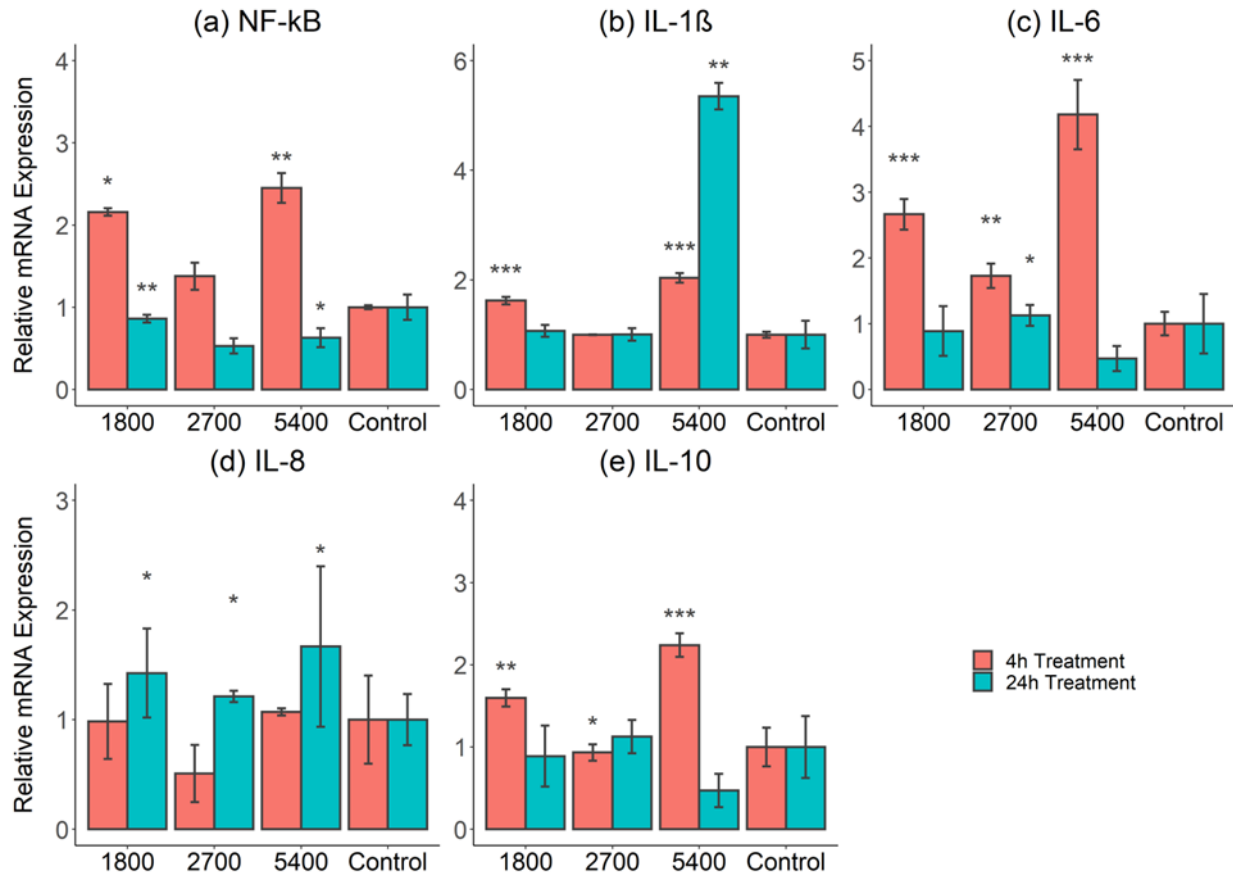


Figure 1. Relative mRNA Expression of key immune-related genes after 4h and 24h treatment points. (a) Relative mRNA expression of *NF-κB*. (b) Relative mRNA expression of *IL-1β*. (c) Relative mRNA expression of *IL-6*. (d) Relative mRNA expression of *IL-8*. (e) Relative mRNA expression *IL-10*.

Şekil 1. 4 saatlik ve 24 saatlik tedavi noktalarından sonra bağışıklıkla ilgili anahtar genlerin bağıl mRNA ifadesi. (a) *NF-κB*'nin nispi mRNA ifadesi. (b) *IL-1β*'nin nispi mRNA ifadesi. (c) *IL-6*'nin göreceli mRNA ifadesi. (d) *IL-8*'in nispi mRNA ifadesi. (e) Bağıl mRNA ifadesi *IL-10*.

Error bars represent the means±SD of three biological replicates. Asterisk indicating the different level of significant differences between treatments groups compared with control, where \*= $P \geq 0.05$ , \*\*= $P \geq 0.01$ , \*\*\*= $P \geq 0.001$ .

### The mRNA expression of pro-inflammatory *IL-1β* gene

Alveolar macrophages are the primary cellular sites to produce *IL-1β* after lipopolysaccharide exposure (Blackwell et al., 2011). Stimulation of sheep alveolar macrophages with LPS producing *M. haemolytica* altered the expression of the *IL-1β* gene in all treated groups when compared with control at both time points (4 hours and 24 hours) of the study. Treatment with T3 dose of the bacteria revealed a significantly highest *IL-1β* expression in the AMs. Yet, the *IL-1β* expression noted lower in AMs at 4 hours treatment of T2 dose of the bacteria. However, treatment of AMs with T1, T2 doses for 24 hours and T1 treatment for 4 hours resulted in no significant alteration of the expression of *IL-1β* gene as compared to the control group. However, a significant increase in the *IL-1β* expression was observed with T1 treatment at 4 h time point, compared to control group (Figure 1).

### ***The mRNA expression of pro-inflammatory IL-6 gene***

*IL-6* is a key signal in generating an over sustained and adaptive immune response during the transition of initial innate response to an infection (Naugler & Karin, 2008). The investigation of the *IL-6* gene expression on the stimulation of LPS producing *M. haemolytica* resulted in a higher expression at the 4 h treatment time point. Treatment with live T1 dose of the bacteria significantly increased the expression of *IL-6* gene. Surprisingly, *IL-6* gene expression was not significantly increased in AMs with the treatment of T2 bacterial dose. The highest *IL-6* gene expression was observed at 4 hours timepoint when the cells were treated with T3 bacterial dose. The *IL-6* gene expression, however, showed that the AM cells treated with T1 and T2 had a reduced expression compared to the control group. Moreover, T3 dose generated a significantly higher expression of *IL-6* gene in the AMs. After 24 hours of the treatment dose T2, the expression of *IL-6* was not increased, it was even lowered than the T1 and T3 doses (Figure 1).

### ***The mRNA expression of pro-inflammatory IL-8 gene***

According to the results of this study, the expression of the *IL-8* gene in the AM cells of all treatment groups was found to be lower than that of the control group. The expression of *IL-8* in the AMs was considerably higher after treatment with T3 live *M. haemolytica* bacteria than in the control group. At the 4 h time point, the expression of *IL-8* was dramatically reduced in the T2 live bacteria-treated cells, while the stimulation of AMs with all T1, T2, and T3 treatments of *M. haemolytica* resulted in a significantly higher expression of *IL-18* compared to control. Additionally, the T3 live bacteria treatment of AMs increased the expression of *IL-8* in the AMs. However, at the 24 hours' time point, the T2 live bacteria treated cells' expression of *IL-8* did not increase significantly (Figure 1).

### ***The mRNA expression of anti-inflammatory IL-10 as master regulator***

The gene expression of *IL-10* was significantly increased in AMs stimulated with all T1, T2, and T3 treatments of *M. haemolytica* for 4 h of trials compared to the control. Additionally, 4 hours' time study using T3 *M. haemolytica* on AMs revealed increased *IL-10* gene expression. Moreover, compared to other treatments, the expression of T2 treatment was seen to be lower at the 4 hours' time point. As a result, when *M. haemolytica* was treated with T1, T3, and all the AMs, the gene expression of *IL-10* was significantly reduced compared to the control. Additionally, the 24 h study using T2 treatment on AMs showed increased *IL-10* gene expression. When cells were treated with T3 live bacteria, *IL-10* expression drastically decreased at the 24 h mark (Figure 1).

## **Discussion**

Alveolar macrophages are the first line of defense against any inhaled antigenic particle and responded to them by the production of different cytokines and chemokines (Guth et al., 2009). In the current study, two master regulatory and three other genes showed changing in their expression data when treated with different doses for 4 h and 24 h time periods. *NF-κB*, *IL-1β* and *IL-6* genes expression were observed higher on all 4 hours treatments while *IL-10* gene expression was higher in only T1 and T3 treatments. The expression of *IL-1β* and *IL-8* was higher in all 24 h treatments while *IL-10* showed higher expression only with T3 dose at

the same period of treatment. *NF-κB*, and *IL-8* genes showed lowered expression at 24 h and 4 h treatments, respectively. *IL-6* also showed low expression at 24 h for T1 and T3, but it was relatively high with T3 treatment (Figure 1). It is evident that the different treatments of the live *M. haemolytica* bacteria triggered the expression of these immune related genes in AMs of sheep.

The AMs are equipped with a wide variety of receptors for microbe-host interactive products, cytokines production by T helper cells, and lineage-determining growth factors. In live animals, the macrophages stimulated and activated in a dynamic response to perform their specialized functions in the form of M1 and M2 (Martinez and Gordon, 2014). *M. haemolytica* is used for the development of an in vitro lung pneumonia model as a major microbial stimulant. It triggers the first response system in many cells like macrophages, monocytes, and dendritic cells to synthesize the cytokines such as *IL-1*, *IL-6*, and *TNF-α*. The products play a vital role in the mediation of inflammatory interactions with different receptor-mediated cells (Rice et al., 2007).

As the signal regulator, *NF-κB* gene showed higher expression at 4 hours compared to 24 h period with all treatment, suggested that in the first 4 hours after stimulation the AM cell, CD4+ T and B cells were responding the antigens (Janeway et al., 2001) and after 24 h of stimulation the expression levels are decreased which is mean most of the AM cells went dead. The alveolar surface can face severe damage if the antigenic organisms continue to exist because of the strong inflammatory immunological reactions. Another signal regulator, *IL-10* gene was also exhibited high expression in both study time of the treatment, but it was highest in 4 h treatment which means gene expression of *IL-10* increased right after stimulation.

In a prior study, it was examined that the bovine alveolar macrophages (BAMs) during *M. haemolytica* infection, showed no significant difference in the *IL-1β*, *IL-6*, *IL-8*, *IL-10*, and *TNFα* gene expression at 24 h (Singh et al., 2011). This outcome was due to a longer period of stimulation, at which most innate immune response-related gene expression reaches a normal level. However, the current study found higher expression of *IL-10*, *IL-8*, *IL-6*, and *IL-1β* genes at 4 h. In another study, *M. haemolytica* treated cells showed upregulated expression response for *IL-6*, *IL-8*, and *IL-1* genes, 9, 10, and 20 times higher as compared to untreated control group, respectively (N'jai et al., 2013). This study's findings totally concur with our results in that there is a significant relationship between the expression of immune-related genes and exposure to *M. haemolytica* live bacteria. *M. haemolytica* stimulation significantly contributed to the pathogenesis of bovine lung pneumonia (BLM) with the selective activation of cytokine production by BAMs (Singh et al., 2012). The LKT-induced lysis of polymorphonuclear neutrophils (PMNs), which is a hallmark of *M. haemolytica* infection, is the main cause of lung damage and acute inflammation. The ineffective neutralization of the LKT released by *M. haemolytica* is caused by the low amounts of LKT-neutralizing antibodies at the pulmonary mucosal surface. The PMNs secrete high levels of *IL-8* which directly affects the influx of more PMNs into the alveolar sites of lung. Based on our study and mentioned published data, we suggest the same pathogenesis model for Akkaraman sheep to explain the *M. haemolytica* infection, pathology and morbidity displayed by AMs. It is significant to mention that Akkaraman sheep have *M. haemolytica* in their nasopharynx as a commensal bacterium, same as other ruminants. Our finding clearly demonstrated that exposure to a substantially higher



number of *M. haemolytica* (T3 dose) led to a higher number of cell deaths when compared to the other two treatments (T1 and T2) at both time intervals. High cytokine responses can be induced by the high quantity of *M. haemolytica* per AM cell.

Protective immune response is always required for the removal of infectious organisms from the alveolar sites, in the absence of this response, inflammatory damage can lead to a much more severe pathological condition called Pneumocystis pneumonia. Better understanding of different protective responses provide an opportunity for their manipulation, precise medication and preventive strategies for Pneumocystis infections. Proinflammatory cytokines including *IL-1*, *IL-6*, and *TNF* that are produced in excess during infections contribute to animal health damage (Chaudhry et al., 2013; Liu et al., 2016). The genetic code serves as a blueprint for the production of the proteins that give rise to a particular phenotype. Appropriately, the phenotype is less reliable measure to understand the immune responses as compared to gene expression (Klima et al., 2017). In this way, current study contributed reliable findings of the stimulated gene expression of key immune related genes with time and dose-dependent manner.

## Conclusion

One of the most significant causes of financial losses in the livestock industry is pneumonia, which is caused by *M. haemolytica* and affects all ruminants, including sheep. It is crucial to note that *M. haemolytica* is a significant pathogen that causes pneumonia in sheep and has a considerable amount of potential to be used as an in vitro model for lung inflammation development. The AMs were obtained and purified in the lab from the lungs of a local Turkish breed known as Akkaraman. Our findings show that in 4 hours of treatments, most of the doses enhanced high gene expression of *IL-1 $\beta$* , *IL-6*, *IL-8*, *IL-10*, and *NF- $\kappa$ B* in the treated groups compared to the control. In most treatments, 4 hours trials also revealed higher gene expression than 24 h tests, however *IL-10* and *IL-1* gene expression in 24 h treatments was higher in the 2700 and 5400 treatments. Additionally, *IL-8* showed increased gene expression in all treatments after 24 h compared to 4 h. Overall, the current research revealed that the enhanced lung pathology and prospect mortality of Akkaraman sheep are highly likely to be correlated with the bacterial manifestation and time until the animal survived. In addition, our research also revealed that the immune response in lung is mediated via AMs through the induction of different genes crucial to the innate immune response.

## Acknowledgement

The author thanks to Prof. Dr. Kadir Semih Gümüşsoy, Department of Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine at Erciyes University, Kayseri, Türkiye and Genome and Stem Cell Research Center (GEN-KÖK), Kayseri, Türkiye for the cooperation and help throughout this work. This project was funded by the Erciyes University Scientific Research Projects Authority under the code of FDK-2017-7657. The authors of this paper declare that they have no known interests that can influence this work.

## References

- Ackermann, M. R., and Brogden, K. A. 2000. Response of the ruminant respiratory tract to *Mannheimia* (*Pasteurella*) *haemolytica*. *Microbes and Infection*, 2(9), 1079-1088.
- Aksel, E. G., and Akyüz, B. 2021 Effect of LPS and LTA stimulation on the expression of TLR-pathway genes in PBMCs of Akkaraman lambs in vivo. *Trop Anim Health Prod*, 53(1), 65.
- Aulik Nicole, A., Hellenbrand Katrina, M., and Czuprynski Charles, J. 2012. *Mannheimia haemolytica* and Its Leukotoxin Cause Macrophage Extracellular Trap Formation by Bovine Macrophages. *Infection and Immunity*, 80(5), 1923-1933.
- Ayalew, S., Confer Anthony, W., and Blackwood Emily, R. 2004. Characterization of Immunodominant and Potentially Protective Epitopes of *Mannheimia haemolytica* Serotype 1 Outer Membrane Lipoprotein PlpE. *Infection and Immunity*, 72(12), 7265-7274.
- Ayalew, S., Confer, A. W., Hartson, S. D., and Shrestha, B. 2010. Immunoproteomic analyses of outer membrane proteins of *Mannheimia haemolytica* and identification of potential vaccine candidates. *Proteomics*, 10(11), 2151-2164.
- Ayalew, S., Shrestha, B., Montelongo, M., Wilson, A. E., and Confer, A. W. 2011. Identification and immunogenicity of *Mannheimia haemolytica* S1 outer membrane lipoprotein PlpF. *Vaccine*, 29(47), 8712-8718.
- Bannerman, D. D., Tupper, J. C., Kelly, J. D., Winn, R. K., and Harlan, J. M. 2002. The Fas-associated death domain protein suppresses activation of NF-kappa B by LPS and IL-1 beta. *J Clin Invest*, 109(3), 419-425.
- Blackwell, T. S., Hipps, A. N., Yamamoto, Y., Han, W., Barham, W. J., Ostrowski, M. C., . . . Prince, L. S. 2011. NF- $\kappa$ B signaling in fetal lung macrophages disrupts airway morphogenesis. *J Immunol*, 187(5), 2740-2747.
- Bowen, L., Manlove, K., Roug, A., Waters, S., LaHue, N., and Wolff, P. 2022. Using transcriptomics to predict and visualize disease status in bighorn sheep (*Ovis canadensis*). *Conservation Physiology*, 10(1).
- Chaudhry, H., Zhou, J., Zhong, Y., Ali, M. M., McGuire, F., Nagarkatti, P. S., and Nagarkatti, M. 2013. Role of cytokines as a double-edged sword in sepsis. *In Vivo*, 27(6), 669-684.
- García-Alvarez, A., Fernández-Garayzábal, J. F., Chaves, F., Pinto, C., and Cid, D. 2018 Ovine *Mannheimia haemolytica* isolates from lungs with and without pneumonic lesions belong to similar genotypes. *Veterinary Microbiology*, 219, 80-86.
- Guth, A. M., Janssen, W. J., Bosio, C. M., Crouch, E. C., Henson, P. M., and Dow, S. W. 2009. Lung environment determines unique phenotype of alveolar macrophages. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, 296(6), L936-L946.
- Klima, C. L., Zaheer, R., Briggs, R. E., and McAllister, T. A. 2017. A multiplex PCR assay for molecular capsular serotyping of *Mannheimia haemolytica* serotypes 1, 2, and 6. *Journal of Microbiological Methods*, 139, 155-160.
- Lawrence, P. K., Shanthalingam, S., Dassanayake, R. P., Subramaniam, R., Herndon, C. N., Knowles, D. P., . . . Srikumaran, S. 2010. Transmission Of *Mannheimia Haemolytica* From Domestic Sheep (*Ovis Aries*) To Bighorn Sheep (*Ovis Canadensis*): Unequivocal

- Demonstration With Green Fluorescent Protein-Tagged Organisms *Journal of Wildlife Diseases*, 46(3), 706-717.
- Liu, Q., Zhou, Y.-h., and Yang, Z.-q. 2016. The cytokine storm of severe influenza and development of immunomodulatory therapy. *Cellular & Molecular Immunology*, 13(1), 3-10.
- Martinez, F. O., and Gordon, S. 2014. The M1 and M2 paradigm of macrophage activation: time for reassessment. *F1000Prime Rep*, 6, 13.
- McClenahan, D., Hellenbrand, K., Atapattu, D., Aulik, N., Carlton, D., Kapur, A., and Czuprynski, C. 2008. Effects of Lipopolysaccharide and *Mannheimia haemolytica* Leukotoxin on Bovine Lung Microvascular Endothelial Cells and Alveolar Epithelial Cells. *Clinical and Vaccine Immunology*, 15(2), 338-347.
- Naugler, W. E., and Karin, M. 2008. The wolf in sheep's clothing: the role of interleukin-6 in immunity, inflammation and cancer. *Trends in Molecular Medicine*, 14(3), 109-119.
- N'jai, A. U., Rivera, J., Atapattu, D. N., Owusu-Ofori, K., and Czuprynski, C. J. 2013. Gene expression profiling of bovine bronchial epithelial cells exposed in vitro to bovine herpesvirus 1 and *Mannheimia haemolytica*. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 155(3), 182-189.
- Oppermann, T., Busse, N., and Czermak, P. 2017. *Mannheimia haemolytica* growth and leukotoxin production for vaccine manufacturing — A bioprocess review. *Electronic Journal of Biotechnology*, 28, 95-100.
- Ramírez Rico, G., Martínez-Castillo, M., González-Ruíz, C., Luna-Castro, S., and de la Garza, M. 2017. *Mannheimia haemolytica* A2 secretes different proteases into the culture medium and in outer membrane vesicles. *Microbial Pathogenesis*, 113, 276-281.
- Singh, K., Confer, A. W., Hope, J. C., Rizzi, T., Wyckoff, J. H., Weng, H.-Y., and Ritchey, J. W. 2011. Cytotoxicity and cytokine production by bovine alveolar macrophages challenged with wild type and leukotoxin-deficient *Mannheimia haemolytica*. *The Veterinary Journal*, 188(2), 221-227.
- Singh, K., Confer, A. W., Step, D. L., Rizzi, T., Wyckoff, J. H., Weng, H.-Y., and Ritchey, J. W. 2012. Cytokine expression by pulmonary leukocytes from calves challenged with wild-type and leukotoxin-deficient *Mannheimia haemolytica*. *The Veterinary Journal*, 192(1), 112-119.



## Nutritional Parameters of Goat Milk and Its Consumption in Rural Communities

Rutendo P. MAGAYA<sup>1</sup>, Tonderai MUTIBVU<sup>1</sup>, David T. MBIRIRI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> The University of Zimbabwe, Faculty of Agriculture, Environment and Food Systems, Department of Livestock Sciences, P.O. Box MP167, Mount Pleasant, Harare, Zimbabwe

Rutendo P. MAGAYA, ORCID No: [0000-0001-9194-7993](https://orcid.org/0000-0001-9194-7993), Tonderai MUTIBVU, ORCID No: [0000-0002-7319-9167](https://orcid.org/0000-0002-7319-9167), David T. MBIRIRI, ORCID No: [0000-0002-4663-9219](https://orcid.org/0000-0002-4663-9219)

### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received : 05.01.2023  
Accepted : 20.06.2023

#### Keywords

Indigenous goat  
Milk quality  
Undernutrition

#### \* Corresponding Author

pydaruemagaya@gmail.com

### ABSTRACT

A survey was conducted using a pretested, semi-structured questionnaire in Mutoko district to determine the extent of goat milk consumption and reasons for the possible low-to-non-consumption of goat milk. A total of 120 respondents were randomly selected. Fresh goat milk samples were also collected from Mashona and Matabele goat breeds and analysed using a Milko-scan FT 6000 (FOSS, HillerOD, Denmark) to determine nutrient composition. Results from the study indicated that goat milk is lowly utilized – with only 14% of the surveyed households consuming goat milk. The respondents cited that goat milk was lowly utilised because goat milk consumption is traditionally uncommon in the area (57.70%) and has an undesirable strong smell (17.06%). Consuming goat milk was associated with reduced social status (10.66%). Respondents that had access to sufficient cow milk (13.96%) do not consume goat milk. Estimated mean milk yield per goat per milking, as reported in the study was 310.0±114.02 mL. High levels of education were associated with increased tendency to consume goat milk ( $\chi^2=246$ ;  $df=40$ ,  $p=0.000$ ). Mashona goat milk had higher lactose (4.36%) and protein (4.77%) but lower fat content (3.45%) than Matabele goat milk. While goat milk is less popular in the study area, the milk from these indigenous goat genotypes is characterised by good nutritional value comparable to the accepted values of good quality milk. The quality of the milk, coupled with feeding and breed selection interventions to increase yield, has potential to be a rich nutrient source for small-holder communities threatened by malnutrition.

## Yerli Keçi Sütünün Besin Bileşimi ve Kalitesi ile Kırsal Toplulukların Protein Beslenmesine Katkısı

### MAKALE BİLGİSİ

#### Araştırma Makalesi

Geliş: 05.01.2023  
Kabul: 20.06.2023

### ÖZ

Mevcut çalışmada keçi sütü tüketiminin kapsamı ve keçi sütü tüketiminin yetersiz olma nedenlerinin belirlenmesi amacı ile Mutoko ilçesinde önceden test edilmiş, yarı yapılandırılmış 120 katılımcının yer aldığı bir anket kullanılarak bir anket çalışması yürütülmüştür. Mashona ve Matabele keçi ırklarından taze keçi sütü örnekleri toplanmış ve besin bileşimini belirlemek için bir Milko-scan FT 6000 (FOSS, HillerOD, Danimarka) kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın sonuçları, keçi sütü tüketiminin düşük olduğunu ortaya koymuştur. Ankete katılan

Lütfen aşağıdaki şekilde atıf yapınız / Please cite this paper as following;

Magaya, R.P., Mutibvu, T., Mbiriri, D.T., 2023. Nutritional parameters of goat milk and its consumption in rural communities, Journal of Animal Science and Products (JASP) 6 (1): 14-29. DOI: [10.51970/jasp.1082482](https://doi.org/10.51970/jasp.1082482)

---

<b>Anahtar Kelimeler</b>	hanelerin yalnızca %14'ünde keçi sütü tüketilmektedir. Katılımcılar, bölgede keçi sütü tüketiminin geleneksel olarak yaygın olmaması (%57,70) ve istenmeyen keskin koku (%17,06) nedeniyle keçi sütünün az kullanıldığını belirtmişlerdir. Keçi sütü tüketimi ile sosyal statü arasında bir ilişki tespit edilmiştir (%10.66). Yeterli inek sütüne ulaşabilenler (%13,96) keçi sütü tüketmemektedir. Çalışmada her sağımda keçi başına ortalama süt verimi 310.0±114.02 mL olarak belirlenmiştir. Yüksek eğitim düzeyi, keçi sütü tüketme eğilimi ile ilişkilendirilmiştir ( $\chi^2=246$ ; $df=40$ , $p=0.000$ ). Mashona keçi sütü, Matebele keçi sütünden daha yüksek laktoz (%4.36) ve protein (%4.77) ancak daha düşük yağ içeriğine (%3.45) sahip olmuştur. Keçi sütü, çalışma alanında daha az popüler olmakla birlikte, yerli keçi genotiplerinden elde edilen süt, kaliteli sütün kabul edilen değerleri ile karşılaştırılabilir besleme değerine sahiptir. Sütün kalitesi, verimi artırmak için besleme ve ırk seçimi müdahaleleri ile birleştiğinde yetersiz beslenme tehdidi altındaki küçük toprak sahibi topluluklar için zengin bir besin kaynağı olma potansiyeline sahiptir.
Yerli keçi	
Süt kalitesi	
Yetersiz beslenme	

---

<b>* Sorumlu Yazar</b>	
pydaruemagaya@gmail.com	

---

## Introduction

The global goat population is estimated at one billion (FAO, 2018). In Africa, non-descript indigenous goats represent the majority of the goat population and these are owned by resource poor farmers in the rural areas ( Ncube et al., 2022). Goats can survive under environmental conditions that are difficult for other domestic livestock species because of their better heat and drought tolerance as well as the ability to survive on limited pastures (Serradilla et al., 2018; Stone et al., 2020; Chebli et al., 2020).

Despite their wide-spread distribution and remarkable merits, goats have often received little attention from various stakeholders. Most smallholder goat keepers suffer high levels of protein undernutrition caused by food insecurity. Undernourishment poses one of the most serious health challenges faced by the world (Sebtianini et al., 2016). More than 3 billion people could not afford a balanced diet in the year 2020 while about eight hundred people in the world faced undernutrition in 2021 (FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO, 2022). Continentally, Africa has the highest (20.2%) prevalence of undernutrition followed by Asia (9.1%), Latin America and the Caribbean (8.6%) and North America and Europe having the least levels (<2.5%) (FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2022).

In Zimbabwe, approximately 3 million people faced acute food insecurity (FAO, 2022). This is because most marginalised communities cannot afford nutritious foods due to budgetary limitations leading to reduced dietary diversity (Macheka, 2018).

With malnutrition and poverty on the rise, alternative sources of animal protein need to be investigated. The utilization of affordable and available animal protein by the resource poor may help to alleviate the increasingly escalating cases of food insecurity and undernourishment. There has been the possibility of using goats as a potential protein source through milk and chevon. While most communal goat farmers may not afford keeping specialized milk goat breeds because of cost and management needs, they already own hardier indigenous goat genotypes which can be a useful source of meat and milk. Goat milk has been referred to as the most complete nourishing natural and highly compatible food and its nutritional composition is higher than that of bovine milk, except for lactose (Getaneh et al., 2016). Goat milk has been recommended as a substitute for patients allergic to cow milk and have gastro-intestinal disorders (Park, 2017). It has superior digestibility, buffer capacity, alkalinity and therapeutic

significance (Lad et al., 2017). The protein, fat and ash content of goat milk ranges between 27-35, 30-40 and 8.0-8.2, respectively (Zervas and Tsiplakou, 2013). The lactose content of goat milk averages 41g/kg while total solids content ranges between 110 and 135g/kg (Nayil et al., 2022).

There is, thus, a need to quantify the dietary contribution of goat milk in improving nutritional standards of smallholder communal area dwellers. In Zimbabwe, it is estimated that 90% of small-holder communities keep two main indigenous goat breeds namely the Small East African goat also known as the Mashona goat common in the eastern and central areas and the Matabele (Nguni or Ndebele) goat dominant in southern and western Zimbabwe (Sikhosana and Senda, 2010). The Matabele is distinctively larger than the Mashona goat (Sikhosana and Senda, 2010) The Matabele goat genotype has a mature weight that ranges from 35 to 55kg. The average weight of kids at birth is 2.5kg with a weaning weight range between 12 and 16kg. The fertility rate is about 86.6% while twinning is 62% (Zimbabwe Agricultural Growth Programme, 2019a). The Mashona goat breed has a mature weight that ranges between 25 and 35kg. Average birth and weaning weights are 2.4 and 11kg, respectively. Fertility rate is 67.2% and twinning rate ranges from 14 to 30% (Zimbabwe Agricultural Growth Plan, 2019b).

This study aimed to document farmer perceptions on the dietary contribution of goat milk with a view to evaluate its potential as a means to bridging the protein malnutrition gap in such areas. The study would, also, evaluate the nutritional composition of goats indigenous to Zimbabwe that happen to be ubiquitous in most communal households.

## Materials and Methods

### *Study area*

Parts of the study were done in Mutoko, Mazowe (Henderson Research Institute) and Chivhu Districts and in Harare (Department of Livestock and Veterinary Services). Mutoko district is located in Mashonaland east province of Zimbabwe. The district is located in natural region (NR) 2a and is characterized by low to less consistent rainfall ranging between 650 and 850 mm and low, inconsistent rainfall ranging between 450 and 650 mm respectively (Mugandani et al., 2012).

Henderson Research Institute is located in Mazowe district, Mashonaland central province of Zimbabwe (Sukume et al., 2015). The district lies in NR 2b. The high altitude areas closer to Harare generally receive higher and more reliable rainfall ranging from 750–1000 mm per annum (Mugandani et al., 2012) compared to the lower altitude areas. The Department of Livestock and Veterinary Services is in Harare, NR 2b with an annual rainfall of 750-1000mm. Chivhu district, on the other hand, is in Mashonaland east province, in NR 3 which is characterised by annual rainfall of 500-750 mm, mid-season dry spells and high temperatures (Mugandani et al., 2012). The areas are characterized by acacia, miombo, *Terminalia Combretaceae* as well as *Brachystegia* species and *Julbernardia globiflora* trees (Garwe et al., 2009) hence the goats can feed and browse.

### *Sampling procedure*

Mutoko district was chosen because livestock, particularly goat production is amongst the predominant activities since the area is mountainous (for browsing). Goats are hardy and

adaptable to such semi-arid conditions that are prevalent in Mutoko. Goat milk is the subject of concern because it is underutilized and had received little attention from researchers.

Convenience sampling technique was used to select wards on the basis of close proximity to a road network since there are poor road networks in some areas and making the areas inaccessible by public road transport. Additionally, potential consumers of goat milk were the target informants for this study. To determine the sample size for the study, the formula below was used:

$$N = (Z^2pq)/e^2 \text{ (Kothari, 2004),} \quad 1$$

Where:

N = the desired sample size,

Z = the standard variant at 95% confidence level,

P = 0.5, the proportion in the target population

e = 10%

at 95% confidence interval, z = 1.96 and q = 1-p therefore q = 0.5

$$n = (1.96^2 \times 0.5 \times 0.5) / 0.01^2$$

n = 96.04 ~96 and add 10% of the population gives 116 respondents. A total of 120 respondents were interviewed.

Two wards in Mutoko district were selected. From each ward, six villages and from each village ten households were selected. A total of 120 respondents were interviewed. Sampling frames for the wards, villages and households were obtained from the Chief and Mutoko Rural District AGRITEX head officer, Headmen and Village heads, respectively.

### ***Data collection***

Data were collected in two stages, firstly a survey on farmer perceptions on goat milk consumption and its contribution to the protein nutrition of the smallholder farming community was conducted. The second stage involved subjecting milk samples to Milko-scan analysis to determine their nutrient composition.

The survey was conducted using a semi-structured, pre-tested questionnaire as the main data collection tool. The questionnaire was used to collect information on demographic details, socio-economic household details, general livestock production, goat production and farmer's perceptions on goat milk consumption. Respondents were informed of the objectives of the study and the researcher requested for informed consent such that only volunteers participated in the study. Key informants - councillors, village heads and the extension workers - were interviewed in a pilot study to improve the quality and reliability of the data obtained in the main study.

In the second stage, milk samples were collected from commercial flocks in Chivhu and Mazowe districts, Zimbabwe. Goats kept by rural communities produced low amounts of milk which could not meet the least amounts required for nutrient profiling hence milk from commercial flocks was used for nutrient analysis. Milk samples from twenty-five goats were collected into vials which were packed in a cooler box filled with ice to keep the milk samples cool and fresh. The milk samples were transported to the Dairy Services Department at the Central Veterinary Laboratories, Harare, Zimbabwe for the analyses of total solids, protein, lactose, ash and fat content using a Milko-scan FT 6000 (FOSS, HillerOD, Denmark). The

machine automatically measures the nutritional composition of milk samples that have a temperature range from 5 to 35°C.

### ***Statistical analyses***

Data were analysed by using IBM SPSS ver. 25 (SPSS Inc, 2017). Analysis entailed estimating descriptive statistics and standard measures of dispersion. Chi-square tests were performed on categorical data to check for possible associations among variables. Significance was considered at the 5% level of significance. Graphical representations were done using Sigma Plot ver. 10 (Systat Software Inc, 2006).

## **Results**

### ***Survey results***

#### ***Demographics and socio-economic details***

One hundred and twenty respondents were interviewed and approximately 57% were males. The minimum mean and maximum age of respondents were 20 and 96 years respectively. The majority (62%) of respondents attended secondary school, followed by primary school (34%) with the least group composed of respondents who never attended school and those who attended tertiary education (2%). At least each one active economically active member was reported by the respondents. All respondents stated that their livelihoods were based on either crop or livestock production.

#### ***Goat production***

Most (72.6%) of the respondents own at least one goat with 66.4% of these goat owners raising their goats under the small-holder herding/shepherding production system while 33.7% tethered them. The Small East African, commonly known as the Mashona goat, was the common ecotype kept in the area. The mean flock size was 6.93 goats per household. The results of the study indicated that the goat herds consisted of more female (5.10%) goats compared to the bucks (1.82%). The flocks had fewer pregnant (1.85%) and lactating goats (0.87%). The mean number of parities was 2.08%.

Approximately 52% of the goat owners were females. The goats were mainly kept for manure (67%) and meat (64%). Other uses of goats were skins/hides (13%), milk (8%) and ritual purposes (6%). Most (30.5%) of the respondents used neither veterinary nor traditional health management, 24.2% used veterinary health services only, 19.4% used a combination of traditional and veterinary medicines while a small proportion applied traditional medicines only (such as *chin'ai/soot*, *zvibweravana*, aloe vera/ *Aloe barbadensis* and ground *mutiti/ Erythrina abyssinica* tree bark). The most common factor constraining goat production in Mutoko district was shortage of feed resources (25.3%).

#### ***Goat milk***

Only 10% of the surveyed goat owners milked their goats. Most (57.7%) of the respondents cited that goat milking and goat milk consumption is an uncommon practice and is the reason why they don't milk the goats and why they also do not consume goat milk. The other reasons for not milking and not consuming goat milk are shown in 'Table 1'. Approximately 14% of the respondents consume goat milk whereby non-goat owners who



prefer goat to cow milk reported that they obtained the milk from friends or relatives. Goat milk is used fresh in tea (9.8%) or fermented and consumed as relish (4.2%). Chi-square test results (d.f=28,  $p < 0.01$ ) indicated a strong relationship between the highest level of education and consumption of goat milk.

Table 1. Reasons cited by communal dwellers in Mutoko district for not milking and consuming goat milk (n=120)

Table 1. Mutoko ilçesi sakinlerinin keçi sütü sağmama ve tüketmeme nedenleri (n=120)

Reason for not milking goats	Frequency (%)	Reason for non-consumption of goat milk	Frequency (%)
Uncommon practice	51.4	Uncommon practice	57.7
Low yield	13.0	Strong/ unpleasant smell	17.1
Have sufficient cow milk	6.7	Allergic	1.6
Embarrassing practice	8.2	Embarrassing practice	10.6
Small udder	10.7	Have sufficient cow milk	13.0

The estimated minimum, mean and maximum milk yield for the Mashona goat genotypes as reported by the respondents in the current study were  $200.0 \pm 114.02$ ,  $310.0 \pm 114.02$  and  $500.0 \pm 114.02$  mL of milk, respectively. There was irregularity in milking frequency with some of the respondents (4.1%) milking twice a week.

Eighty six percent of the respondents preferred cow to goat milk mostly because it is the milk type they are familiar with. The elder people who preferred goat milk cited its creaminess, especially in tea, as one of its most notable positive attributes. There was a significant association between age of respondent and milk type preference (d.f=47,  $p=0.001$ ). The younger respondents preferred cow milk to goat milk. Some respondents showed awareness on the nutritional and medicinal attributes of goat milk 'Table 2'. Interestingly, one of the respondents stated that young orphaned children got first priority to goat milk and added that goat milk improved the health status and bone development in young children. Baobab flavoured milk juice (made by fermenting a mixture of raw goat milk and baobab fruit pulp with or without sugar) and sour milk (instantly soured by adding *matunduru* (*Garcinia buchananii*) fruit juice to fresh milk) were the only two products reported in the study.

Table 2. Opinions of the respondents on the medicinal properties of goat's milk (n=120)

Table 2. Ankete katılan kişilerin keçi sütünün tıbbi özellikleri hakkındaki görüşleri (n=120)

Medical condition cured	Frequency (%)
Sores on the throat	3.2
Kwashiokor	2.4
Poor bone development	1.6
Eyesight problem	0.8
Coughs	0.8

### Nutritional evaluation

Nutritional evaluation results showed that Matabele goat milk had a higher fat and lower protein and lactose content than Mashona goat milk under similar rearing conditions 'Figure 2'. Chi-square tests were performed to check for possible associations between fat, protein and lactose content and place of milk, stage of lactation and the age of doe. The results indicated that there is an association between the nutritional composition milk fat, protein and lactose content and stage of lactation (d.f=16,  $p < 0.01$ ).

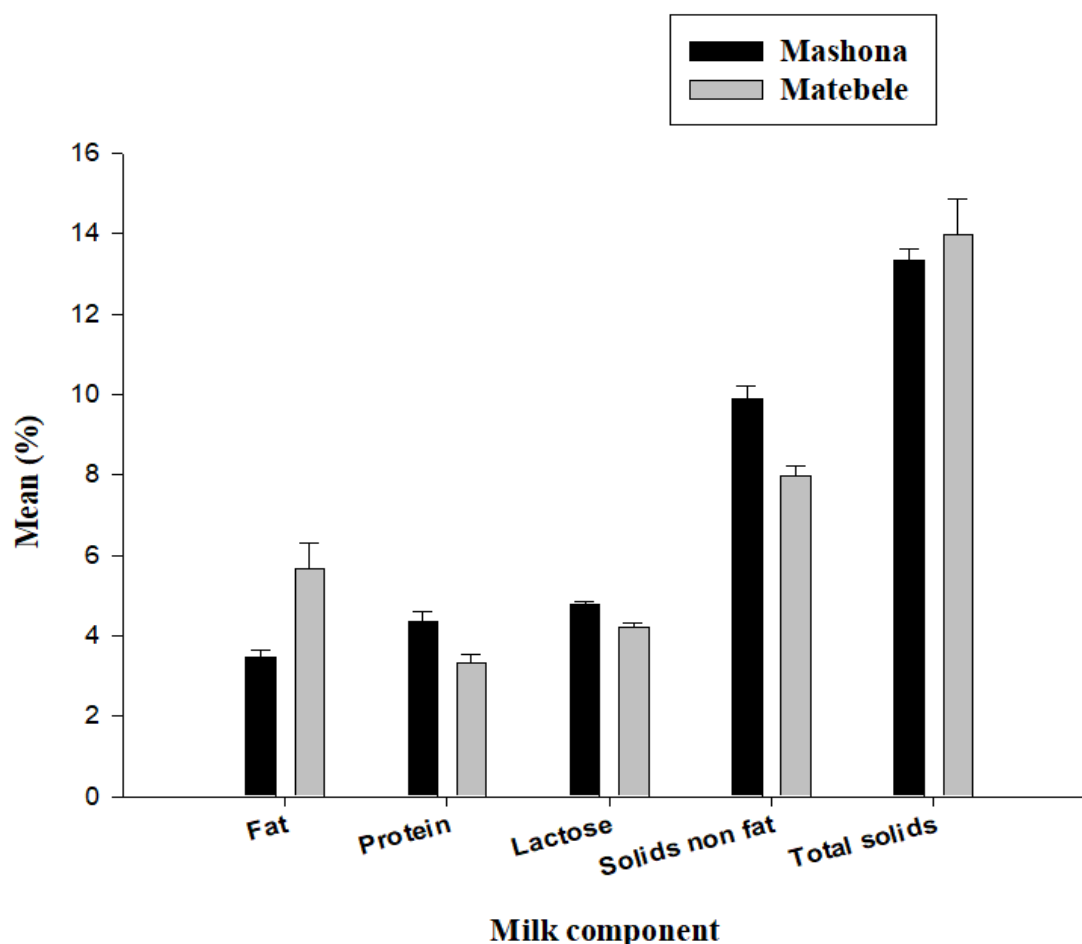


Figure 1. Nutritional composition of milk from Mashona and Matabele goats (n=25)

Şekil 1. Mashona ve Matabele Mashona ve Matabele keçilerinden elde edilen sütün besin bileşimi (n=25)

### Discussion

The mean age of respondents observed in this study is consistent with previous similar work (Mhlanga et al., 2018). These researchers reported an average age of  $52.4 \pm 16.20$  years. The reason for the goat ownership patterns observed is that goats are easy to handle and manage hence women and children provide the family labour required for flock management (Gizaw, 2010).

The Mashona goat was the most common breed in the area and this concurs with the report by Sikhosana and Senda (2010) who noted that Mashona goats are common in the eastern areas of Zimbabwe. The finding on shortage of feed resources being a common factor limiting goat productivity is contrary to previous observations. Mhlanga et al. (2018) and Musara et al.

(2013), reported poor health management and lack of organised marketing systems, as the major factors constraining goat production. The herding/ shepherding system, where goats commonly grazed along with cattle, improves the quality of pastures as goats have a higher capacity to valorize low quality forage. They are well adapted to grazing on rangelands and when correctly managed, can protect and enhance forage biodiversity (FAO, 2014).

The fact that level of formal education attained was influenced the consumption of goat milk is logical in that an increase in the level of formal education increases the knowledge and awareness of consumers concerning the features of a product (Kotler and Armstrong, 2010). Awareness on important positive attributes such as medicinal or superior nutritive value of goat milk are, therefore, likely to be considered by the more enlightened individuals. This is consistent with Icoutchika et al. (2022) who noted that an increase in the level of formal education increases the willingness of consumers to purchase goat milk. On the contrary, Shaharudin et al. (2010) reported that the choice of food is mainly influenced by health consciousness. Consumers' level of education negatively affects consumer behaviour toward goat milk (Utami, 2014) implying that as the level of education increases, the desire to consume goat milk would decrease.

In agreement to earlier observations, being unused to goat milk consumption, strong smell and unavailability of goat milk were the major reasons for non-consumption of goat milk. (FAO, 2017)). This can be attributed to the presence of odor-active (Buettner and Siefarth, 2014) and volatile compounds such as terpenes, hexanol, (E)-2-hexenal and 2-pentanone which imparts rancid and strong fatty odor in raw goat milk (Queiroga et al., 2019). The off-flavour/ unfamiliar taste of goat milk is also influenced by feeds or fodders or silages, weeds, forages, chemicals, building materials, colostrum, estrus, mastitic milk, filthy utensils and strainer, unclean milking equipment and slow cooling (Muhammad et al., 2017). Weeds contain odoriferous benzylthiocyanate which cause bad odor in milk and these can be prevented in milk if the weeds are not fed to the lactating goat 5h before milking (Muhammad et al., 2017). In addition, goats survive exclusively on browsing native vegetation. Native vegetation contain aromatic compounds such as terpenes which are absorbed from the digestive tract into the blood and udder consequently into the milk (Sant'Ana et al., 2019) resulting in the strong smell. The strong smell can be attributed to the smell of the buck in combination with poor ventilation in milking areas, poor milking procedures (Haenlein, 2004). Mismanagement during cooling of the milk can also cause the eggy flavor of milk (Carter et al., 2022). The 'goaty' flavour is preventable through good management, milking healthy lactating does, clean milking procedures and proper ventilation of the milking parlour (Park, 2010).

The milk yield in this study is lower than that of Etawah crossbred, Sapera and Saperong goats in Yogyakarta, Indonesia, which are 1 340.00±76.38, 1 674.00±122.77 and 1 750.70±73.83 mL/head/day, respectively. The yield was, also, lower than the 1 500.00 mL/day reported for Saanen goats (Suranindyah et al., 2018). The average milk yield of specialised goat breeds is 1.45±0.27, 0.75±0.14 and 0.56±0.12 for Saanen, British Alpine and Toggenburg breeds, respectively (Norris et al., 2011). Besides the obvious breed effect, milk yield is influenced by various other factors including feeding, health status, hormones, number of parities, stage of lactation, litter size, season of kidding and age of does at parturition (Ketto et al., 2014).

Another possible reason for the low yield is the infrequent milking observed in this study. Goats milked more frequently throughout lactation show increased milk yield (Salama et al., 2003) and subsequently increasing milking frequency to 4 times for a short time translating to increased lactation yield (Vijayakumar et al., 2017). Increased milking frequency increases cellular activity and mammary growth and results in increased milk yield from udder quarters (Bogucki, 2018). Frequent milk removal from the udder increases, increase mammary cell proliferation and activity, increase stimulation of the mammary gland, which increases blood flow, oxygen tension and nutrient availability and hence increasing milk yield (Wall and McFadden, 2012).

Cow milk was preferred more because respondents were more familiar with it. The results are in agreement with literature reports (Mpofu, 2010; Guney and Ocak, 2013). The choice to accept/ reject a food is influenced by external environments such as the culture, social class, reference groups and families, globalisation, competition, economic as well as political and technological factors (Kotler and Armstrong, 2010). In the current study, goat milk was perceived to symbolize food for people from very low social/ income background and this negatively affected its consumption. Cultural and social beliefs were previously highlighted as the main factors that reduce the consumption of goat milk (Idamokoro et al., 2019; Icoutchika et al., 2022). In many African cultures, cattle are used as a symbol of wealth while goats are stereotyped the 'poor man's cattle and milking goats is regarded as an expression of poverty and shame (Tefera et al., 2004).

The finding that there is an association between age of respondent and milk type preference is consistent with the results of Mpofu (2010) who highlighted that adults mostly consumed goat milk. In contrast, children were the most common consumers of goat milk in Japan (Guney and Ocak, 2013). The results of the current can be attributed to health consciousness of the elder people (Lin and Kuo, 2019). Older people have compromised health issues caused by physiological natural changes that occur in the body with time and goat milk can bridge the consequences caused by aging and also meet their nutritional and medicinal requirements (Jerop et al., 2013). Results of this study also concur with the results of work by Thohari et al. (2012). Consumers preferred goat milk and its product (*kefir*) as they regard this product as being a functional food further indicating the role of health consciousness towards goat milk consumption. The number of young children in a family significantly affected the choice of food (Feng et al., 2009) for the household. There is a positive significant relationship between payment of a premium for goat milk and the number of children in a household who are below the age of 18 years (Jerop, 2012).

A very small proportion of the respondents in the current study were not aware of the medicinal attributes and nutritional attributes of goat milk. This is in agreement to previous observation (Guney and Ocak, 2015; Idamokoro et al., 2019) who observed that most rural farmers were not aware of the nutritional attributes of goat milk. In Nigeria, rural farmers identified the nutritional benefits of goat milk hence most of them consumed goat milk and its products (Adewumi et al., 2015).

With regards to milk quality, fat, protein, lactose, dry matter non-fat (DMNF) and density are common measures of this attribute. The values for milk constituents obtained in the current study are comparable to the range of accepted values published earlier (Yangilar, 2013; Claeys et al., 2014). Milk composition in the current study differed between breeds. The

individual differences are attributed to genetic factors (inherited potential) which cause variations between individual animals within and between breeds (Idowu and Adewumi, 2017). Generally, indigenous goat breeds produce much richer milk in terms of percentage nutrient composition but lower yields than their exotic counterparts (Park and Haenlein, 2010). Low milk yield in tropical goat breeds is due to their inherent low genetic potential among other factors like stress resulting from harsh weather and diseases.

Matabele and Mashona goat milk fat content was superior to 3.80 and 3.79% reported by Park (2010) and Arora et al. (2013), respectively. Lower fat contents - 3.27% in Baladi dairy goats milk (El-Tarabay et al., 2018); 3.98% for Nguni, 2.91% for Boer and 4.08 for non-descript goat breeds have been reported (Idamokoro et al., 2017). Fat content in the current study is comparable to 5.62 by Elena et al. (2003). Lower fat content can be attributed to fat depression. Fat depression is common in ruminants fed on grain-rich diets which enhance the production of the *trans*-10 fatty acid isomers by ruminal micro-organisms compared to the majority of goats in the current which exclusively feed on natural pastures and browsing.

Mashona goat milk had a higher protein content compared to 2.4% reported by Mpofo (2010), 3.60% for Baladi goats (El-Tarabay et al., 2018), 3.54, 3.59 and 3.39% in Nguni, Boer and non-descript goat breeds (Idamokoro et al., 2017). Matabele goat milk had lower protein content than 4.93% for Red Sokoto (Otaru et al., 2011) and 4.05% for Somali goats (Mestawet et al., 2012). The higher protein content from previous studies can be attributed to a combination of factors such as age and other rearing conditions). An increase in energy content of the diet for goats tends to increase nitrogen content of the milk by 0.1-0.2% units (Salah, 2015) and consequently increase the protein content. Water deprivation also reduces milk yield concentrating protein yield. These local adaptable indigenous breeds that tolerate periods of water deprivation tend to produce milk higher protein content.

The milk dry matter non-fat (DMNF) content in the current study was much lower than 11.4% (Alawa and Oji 2008) as well as 11.79 and 13.42% in the wet and dry season, respectively (Midau et al., 2012). This is not surprising since the fat content of milk in the current was high and thus tends to have an inverse relationship with the SNF. Both Mashona and Matabele goat breeds produced milk with lower SNF compared to 10.27 (Otaru et al., 2011), 9.62, 9.48 and 9.23% (Idamokoro et al., 2017) for Red Sokoto, Nguni, Boer and non-descript goat breeds, respectively. The lower SNF content obtained in this study could be a consequence of nutrition. Feeding extra energy to high lactating animals increased SNF by 0.2% units. Dry matter non-fat (DMNF) decrease with an increase in milk yield (Harris and Bachman, 2003).

Matabele goat milk lactose content was comparable to 4.70% reported by Kittivachra et al. (2007), 4.10% by Park (2010) and 4.55% observed by Arora et al. (2013). The Matabele goats used in this study were in milk for about two days and the milk still had remnants of colostrum. The higher lactose content observed for Mashona goat milk in comparison to the 4.10% reported earlier (Park, 2010) can be attributed to age and increase in number of parities as well as the stage of lactation (Nagy et al., 2017). The metabolic activity, secretory capacity, nutrient intake which are useful in milk synthesis increase with increasing animal age (Carnicela et al., 2008).

Both Mashona and Matabele goats produced milk with high total solids content compared to 12.2% reported by Park (2010). This is because Park (2010) reported the total

solids content of specialised dairy goats which are typical high yielders compared to non-specialised Mashona and Matabele goat genotypes which are low milk-yielders. A high milk yield implies a low total solids content due to the negative correlation between the two, however, the magnitude of this relationship varies with breed and number of lactations (Keskin et al., 2004).

## Conclusion

Goat milk consumption in the study area was very low mainly due to the negative perception and unpleasant taste associated with goat milk. The milk was less preferred to cow milk mostly because the respondents are more familiar with cow milk. The indigenous goat breeds studied produce milk of high nutritional value which is comparable to milk from specialised dairy goats, albeit in low volumes, and could be a rich nutrient source for small-holder communities.

## Acknowledgements

We want to express our sincere gratitude to the team at Henderson Research Station, Livestock section in particular for their cooperation and assistance during the collection of milk samples. To Mr Waniwa and the Dairy Services staff, thank you all for your profound kindness and the assistance you offered during the analyses of milk samples. We also want to thank Mutoko District Agriculture extension (Agritex) staff, the Chief, ward councillors and village heads for their assistance and participation during the survey. Above all, we thank the Lord Almighty for making the study a success. To God be the glory now and forever.

## References

- Adewumi, O. O., Adebawale-LAWAL, O. A., Adegbemile, D. A., 2015. Assessment of farm families acceptability of small ruminants's milk for consumption in selected rural communities in Ogun state, Nigeria. *Livestock Research for Rural Development*. 7: 135-141. <https://doi.org/10.5897/JAERD2014.0634.A>.
- Alawa, J. P., Oji, U. I., 2008. Effect of pendulous udder enlargement on yield and proximate composition of milk from Red Sokoto goats. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 7: 870-872.
- Arora, R., Bhojak, N., Joshi, R., 2013. Comparative Aspects of Goat and Cow Milk. *International Journal of Engineering Sciences and Innovation*. 2(1), 7-10
- Bogucki, M., 2018. Effect of lactation stage and milking frequency on milk yield from udder quarters of cows. *South African Journal of Animal Science*. 48(4). <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v48i4.5>
- Buettner, A., Siefarth, C., 2014. The aroma of goat milk: Seasonal effects and changes through heat treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62(49): 11805-11817. <https://doi.org/10.1021/jf5040724>
- Carnicela, D., Dario, M., Consuelo, M., Ayres, C., Laudadio, V., 2008. The Effect of Diet, Parity, Year, and Number of Kids on Milk Yield and Milk Composition in Maltese Goat. *Small Ruminant Research*. 77: 71-74.
- Carter, B. G., Jo, Y., Cadwallader, D. C., Drake, M., 2022. The effect of flash vacuum colling on the flavor of ultrapasteurized milk. *JDS Communication*. 3: 169-173. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-0215>

- Chebli, Y., Otmani, S., Chentouf, M., Hornick, J. L., Bindele, J., Cabaraux, J. F., 2020. Foraging behaviour of goats browsing in Southern Mediterranean forest rangeland. *Animals*. 10: 196. <https://doi.org/10.3390/ani10020196>
- Claeys, W.L., Verraes, C., Cardoen, S., De Block, J., Huyghebaert, A., Raes, K., Dewettinck, K., Herman, L., 2014. Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Journal of Food Control*. 42: 188-201. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.01.045>.
- Egbowon, B. F., 2004. Comparative evaluation of milk secretion rate and milk composition in West African Dwarf and Red Sokoto goats. M.Sc. Thesis, University of Agriculture, Nigeria.
- Elena, A., Gerardo, C., Xavier, S., Maristela, R., Ahmed, S., Ramon, C., 2003. Determination of Fat, Protein, Casein, Total Solids, and Somatic Cell Count in Goat's Milk by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy. *Journal of AOAC International*. 86: 746-52.
- El-Tarabany, M.S., El-Tarabany, A. A., Roushdy, E. M., 2018. Impact of lactation stage on milk composition and blood biochemical and haematological parameters of dairy Baladi goats, Saudi. *Journal of Biological Sciences*. 25(8): 1632-1638. <http://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.08.003>.
- FAO., 2014. Sustainable goat breeding and goat farming in central and eastern European countries. In: Kukovics, S. (Eds). *Hungarian Sheep and Goat Dairying Public Utility Association, Herceghalom, Hungary*
- FAO., 2017. Available online at <http://www.fao.org/wairdocs/ilri/x5520b/x5520b0c.html>. Last accessed 10 February 2019.
- FAO., 2018. FAOSTAT. Live animals- production of goats by country. <http://www.fao.org/faostat/en/?#compare>. Last accessed 23 April 2023.
- FAO., 2022. GIEWS-Country brief on Zimbabwe. <https://www.fao.org/3/am589e.pdf>. Last accessed 25 April 2023.
- FAO., IFAD., UNICEF., WFP., WHO., 2022. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. <https://doi.org/10.4060/cc0639en>. Last accessed 23 April 2023
- Feng, Z., James, E.E., Huang, C.L., Jack, E.H., 2009. Organic price premiums paid for fresh tomatoes and apples by U.S households: Evidence from Nielsen Homes. *Journal of Food Distribution Research*. 40: 1-10.
- Garwe, D., Chawira, A., Kusena, K., 2009. Country report on the state of plant genetic resources for food and agriculture in Zimbabwe. <https://www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/zwe/Zimbabwe2.pdf>. Last accesses 26 April 2023.
- Getaneh, G., Mebrat, A., Wubie, A., Kendie, H., 2016 . Review on Goat Milk Composition and its Nutritive Value. *Journal of Nutrition and Health Sciences*. 3(4): 401. <http://doi:10.15744/2393-9060.3.401>
- Gizaw, S., Tegegne, A., Gebremedhin, B., Hoekstra, D., 2010. Sheep and goat production and marketing systems in Ethiopia: Characteristics and strategies for improvement. <https://orcid.org/0000-0002-3168-2783>. Last accessed 19 January 2018.
- Guney, I., Ocak, S., 2013. Consumer preference for goat milk in Turkey. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*. 2(7): 181-188.
- Haenlein, G. F. W., 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*. 51(2): 155-163, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.010>
- Harris, B., Bachman, K.C., 2003. Nutritional and Management Factors Affecting Solids-Not-Fat, Acidity and Freezing Point of Milk. <https://ufdcimages.uflib.ufl.edu/ir/00/00/47/70/00001/ds15600.pdf>. Last accessed 4 February 2019

- Icouthika, K. M., Ahozonlin, M. C., Mitchikpe, C. E. S., Bouraima, O., Aboh, A. B., Dossa, L. H., 2022. Socio-economic determinants of goat milk consumption by rural households in the Niger Valley of Benin and implications for the development of a smallholder dairy goat program. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3399/fsufs.2022.901293>.
- Idamokoro, E.M., Muchenje, V., Masika, P. J., 2017. Yield and Milk Composition at Different Stages of Lactation from a Small Herd of Nguni, Boer, and Non-Descript Goats Raised in an Extensive Production System. *Sustainability*. 9(1000). <http://doi:10.3390/su9061000>.
- Idamokoro, E. M., Gunya, B., Aliber, M., 2019. Farmers' perception and willingness to consume goat milk and goat milk products: A case study of the central Eastern Cape, South Africa. *Pastoralism Research Policy and Practice*. 9(11).doi:10. 1186/s13570-010139-7.
- Idowu, S.T., Adewumi, O.O., 2017. Genetic and Non-Genetic Factors Affecting Yield and Milk Composition in Goats. *Journal of Advanced Dairy Research*. 5: 175.[http:// doi: 10.4172/2329-888X.1000175](http://doi:10.4172/2329-888X.1000175)
- Jerop, R., 2012. Consumer willingness to pay for dairy goat milk in Siaya county, Kenya. MSc Thesis, Egerton Univesity, Kenya.
- Jerop, R., Kosgey, I. S., Owour, G. O., Chelanga, P. K., 2013. Consumer willingness to pay for dairy goat milk in Siaya county, Kenya. *Journal of Livestock Research for Rural development*. 25(7).
- Keskin, M., Avsar, Y. K., Bicer, O., Guler, M.B., 2004. A comparative study on the milk yield and milk composition of two different goat genotypes under the climate of the Eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*. 28: 531–536.
- Ketto, I. A., Massawe, I., Kifaro, G. C., 2014. Effects of supplementation, birth type, age and stage of lactation on milk yield and composition of Norwegian x Small East African goats in Morogoro, Tanzania. *Livestock Research for Rural Development*. 26(12).
- Kittivachra, R., Sanguandeekul, R., Rungpetch, S., Phongphanphanee, P., 2007. Factors affecting lactose quantity in raw milk. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 29(4).
- Kothari, D.R., 2004. *Research Methodology: Methods and techniques*. New Age international Publishers, India.
- Kotler, P., Armstrong, G. A., 2010. *Principles of marketing*, Pearson Custom Business Resources Series. The Prentice Hall international, USA.
- Lad, S. S., Aparnathi, K. D., Mehta, B., Velpula, S., 2017. Goat Milk in Human Nutrition and Health. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(5): 1781-1792. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.605.194>
- Lin, H., Kuo, S., 2019. How does health consciousness influence attitudes of elderly people towards traceable agricultural products? Perspectives of the technology acceptance model. *Ageing & Society*. 40(8): 1808 – 1821 <https://doi.org/10.1017/S0144686X19000308>
- Macheka, T., 2018. What the World Food Programme is doing in Zimbabwe. Available online at <https://www1.wfp.org/countries/zimbabwe>. Accessed 29 April 2019.
- Mestawet, T.A. Girma, A., Ådnøy, T., Devold, T.G., Narvhus, J.A., Vegarud, G.E., 2012. Milk production, composition and variation at different lactation stages of four goat breeds in Ethiopia. *Small Ruminant Research*. 105 (1–3): 176-181. <http://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.11.014>.
- Mhlanga, T.T., Mutibvu, T., Mbiriri, D.T., 2018. Goat flock productivity under smallholder farmer management in Zimbabwe. *Small Ruminant Research*. 164: 105-109. <http://doi:10.1016/ j. smallruminres .2018.05.0101>



- Mpofu, S., 2010. Patterns, determinants and consumer attitudes towards goat milk consumption in rural communities in Zimbabwe. MSc Thesis, University of Zimbabwe, Zimbabwe.
- Mugandani, R., Wuta, M., Makarau, A., Chipindu, B., 2012. Re-classification of agro-ecological regions of Zimbabwe in conformity with climate variability and change. *African Crop Science Journal*. 20(2): 361-369.
- Musara, J. P., Chimvuramahwe, J., Muyati, V., Chivheya, R., Mwadzingeni, L., 2013. Why not commercial goat production? Exploring rural communities' preference for livestock enterprises. Case of Matsai communal area, Zimbabwe. *E3 Journal of Agricultural Research and Development*. 3(3): 26-34.
- Nagy, P., Fabri, Z. N., Varga, L., Reiczigel, J., Juhasz, J., 2017. Effect of genetic and non-genetic factors on chemical composition of individual milk samples from dromedary camels (*Camelus dromerarius*) under intensive management. *Journal of Dairy Science*. 100: 8680-8693
- Nayik, G. A., Jagdale, Y. D., Gaikwad, S. A., Devkatte, A. N., Dar, A. H., Ansari, M. J., 2022. Nutritional profile, processing and potential products: A comparative review of goat milk. *Dairy*. 3: 622-647. <https://doi.org/10.3390/dairy3030044>.
- Ncube, K. T., Dzomba, E.F., Hadebe, K., Soma, P., Frylinck, L., Muchadeyi, F.C., 2022. Carcass quality profiles and associated genomic regions of South African goat populations investigated using goat SNP50K Genotypes. *Animals*. 12: 364, <https://doi.org/10.3390/ani12030364>
- Norris, D., Ngambi, J., Benyi, W. K., Mbajjorgu, C. A., 2011. Milk production of three exotic dairy goat genotypes in Limpopo province. South Africa. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 6; 274-281
- Otaru, S.M., Adamu, A.M., Ehoche O.W., Makun, H.J., 2011. Effects of varying the level of palm oil on feed intake, milk yield and composition and postpartum weight changes of Red Sokoto goats. *Small Ruminant Research*. 96(1): 25-35. <http://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.11.004>.
- Park, Y.W., 2010. Goat Milk: Composition, Characteristics. In: Pond, G. & Bell, N. (eds). *Encyclopedia of Animal Science*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Park, W.W., 2017. Goat Milk-Chemistry and nutrition. In: *handbook of milk of non-bovine mammals*. John Wiley and sons Publishers. Hoboken, USA
- Park, Y.W., Guo, M. R., 2006. Goat Milk Products: Processing Technology, Types and Consumption Trends. In: Park, Y.W. & Haenlein, G.F.W. (eds). *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Blackwell Publishers. Ames, Iowa and Oxford, UK.
- Park, Y.W., Haenlein G.F.W. 2010. Milk production. In: *Goat Science and Production*. S. Solaiman, (eds). Wiley-Blackwell Publishers, New York
- Queiroga, R. C. R. E., Neta, M. T. S. L., Sandes, R. D. D., Narain, N., Galvao, M. S., Madruga, M. S., Costa, R. G., 2019. An insight in key volatile compounds in goat milk based on their odor active values. *Journal of Food Science and Nutrition Research*. 2(1): 49-60. doi. 10.26502/jfsnr.2642.1100008
- Muhammad, G., Rashid, I., Firyal, S., Saqib, M., 2017. Trouble shooting off-flavor (bad odor) and bad taste in milk: A review article. *Buffalo Bulletin*. 36(1).
- Salah, N., 2015. Nutrition of goats, sheep and cattle in tropical and warm conditions "Evaluation of energy and protein requirements and animal responses to diet. Evaluation of INRA system to predict nutritive value of forage resources". Thesis, French National Institute for Agriculture, Food, and Environment (INRAE), Paris, France.
- Salama, A., Such, X., Caja, G., Rovai, M., R., Casals, Albanell, E., Marín, M.P., Martí, A., 2003. Effects of Once Versus Twice Daily Milking Throughout Lactation on Milk Yield and Milk Composition in Dairy Goats. *Journal of Dairy Science*. 86: 1673-80. [http://doi:10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73753-9](http://doi:10.3168/jds.s0022-0302(03)73753-9).

- Sant' Ana, A. M. S., Bessa, R. J. B., Alves, S.P., Medeiros, A. N., Costa, R. G., Sousa, Y. R. F., Bezerril, F. F., Basta, A. S. M., Madruga, M. S., Queiroga, R. C. R. E., 2019. Fatty acid, folat and sensory profiles of milk and cheese from goats raised on native semi-arid pasture or in confinement. *International Dairy Journal*. 91: 147-154. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.09.008>
- Sebtiarini, E., E. Dewi, R., Dewanti, L., 2016. Goat Milk Utilization as Complementary Feeding of Children after Six Months to Reduce Undernourished Rate in Indonesia. *Nursing Health*. 4(2): 24-28. <http://doi: 10.13189/nh.2016.040202>
- Serradilla, J. M., Carabano, M. J., Ramon, M., Molina, A., Diaz, C., Menendez-Buxadera, A., 2018. A characterization of goats' responses to heat stress: Tools to improve heat tolerance. *Goat Science*. 15: 329-347.
- Shaharudin M. R., Pani, J. J., Mansor, S. W., Elias, S. J., 2010. Factors Affecting Purchase Intention of Organic Food in Malaysia's Kedah State. *Cross-cultural communication*. 6(9): 105-116. <http://doi.org/10.3968/j.ccc.1923670020100602.013>
- Sikhosana, J.N., Senda, T.S., 2010. Goat farming as a business: A farmer's manual to successful goat production and marketing. [https://snv.org/cms/sites/default/files/explore/download/goat\\_farming\\_as\\_a\\_business\\_-\\_a\\_farmers\\_manual.pdf](https://snv.org/cms/sites/default/files/explore/download/goat_farming_as_a_business_-_a_farmers_manual.pdf). Last accessed on 5 April 2019
- Stone, T. F., Francis, C. A., Eik, L. O., 2020. A survey of goat-dairy keeping in Zanzibar. *African Journal of Agriculture, Nutrition and Development*. 20(4): 16220-16235. <http://doi.org.10.18697/ajfand.92.18665>.
- Sukume, C., Mavedzenge, B., Murimbarima, F., Scoones, I., 2015. Space, markets and employment in agricultural development: Zimbabwe Country report Research Report 46. PLAAS, University of the Western Cape, South Africa.
- Suranindyah, Y. Y., Khairy, D. H. A., Firdaus, N., Rochijan., 2018. Milk production and composition of Etawah crossbred, Sapera and Saperong dairy goats in Yogyakarta, Indonesia. *International Journal of Dairy Science*. 13: 1-6. <http://doi:10.3923/ijds.2018.1.6>
- Tefera, A.N., Mekala, D.G., Mnisi, P.E., Mukisira, C., Muthui, M., Murungweni, C., Sebtiloane, O., 2004. Goat production and livelihood systems in Sekhukhune district of the Limpopo province, South Africa. Opportunities for commercialisation goats and their by-products. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lah&AN=20043182451&site=ehost-live>. Last accessed 25 April 2019
- Thohari, I., Purnomo, H., Radiati, L. E., Fanani, Z., 2012. A developmental strategy for consumer buying: Choices of goat milk kefir in East Java. *Livestock Research Rural Development*. 24(3). <http://www.lrrd.org/lrrd24/3/thoh24054.htm>. Last Accessed 17 May 2019.
- United Nations Children's Fund., World Health Organization., 2012. The World Bank. <https://www.who.int/nutgrowthdb/estimates/en/>. Last accessed 21 March 2019.
- Utami, H. D., 2014. Consumer Behavior Toward Goat Milk and Its Processed Products in Malang, Indonesia. *Journal of International Food Agribusiness Marketing*. 26:1-12. <http://doi: 10.1080/08974438.2012.755724>
- Vijayakumar, M., Park, J., Ki, K. S., Lim, D. H., Kim, S. B., Park, S. M., Jeong, H. Y., Park, B. Y., Kim, T. I., 2017. The effect of lactation number, stage, length, and milking frequency on milk yield in Korean Holstein dairy cows using automatic milking system. *Asian-Australas Journal of Animal Science*. 30(8): 1093-1098. <http://doi:doi.org/10.5713/ajas.16.0882>
- Yangilar, F., 2013. As a Potentially Functional Food: Goats' Milk and Products." *Journal of Food and Nutrition Research*. 1(4): 68-81. <http://doi: 10.12691/jfnr-1-4-6>.

Zervas, G., Tsiplakou, E., 2013. Milk and dairy products in human nutrition: Production, composition and health. John Wiley and Sons Publishers. Hoboken, USA.

Zimbabwe Agricultural Growth Programme., 2019a.  
[https://zagp.org.zw/content/recource\\_centre\\_files/3233be0-5e9d-412a-88e3-eb1a7b71c827.pdf](https://zagp.org.zw/content/recource_centre_files/3233be0-5e9d-412a-88e3-eb1a7b71c827.pdf)

Zimbabwe Agricultural Growth Programme.,  
2019b.[https://zagp.org.zw/content/recpurce\\_files/b1ff9a72-8926-4284-9254-81825dce496b.pdf](https://zagp.org.zw/content/recpurce_files/b1ff9a72-8926-4284-9254-81825dce496b.pdf)



## Yapağı Kalitesini Etkileyen Genetik ve Çevresel Faktörler ile Yapağın Kullanım Alanlarına Genel Bakış

Rıza ATAV\*<sup>1</sup>, Bürhan BUĞDAYCI<sup>1</sup>, M. İhsan SOYSAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

<sup>2</sup> Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

Rıza ATAV, ORCID No: [0000-0002-5807-4542](https://orcid.org/0000-0002-5807-4542), Bürhan BUĞDAYCI, ORCID No: [0000-0002-9515-3477](https://orcid.org/0000-0002-9515-3477), M.İhsan SOYSAL, ORCID No: [0000-0002-9992-8102](https://orcid.org/0000-0002-9992-8102)

### MAKALE BİLGİSİ

### ÖZ

#### Derleme

*Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 120M125 nolu proje kapsamında oluşturulan literatür özetinden hazırlanmıştır.*

Geliş: 21.11.2022

Kabul: 18.01.2023

#### Anahtar Kelimeler

Merinos, Yün Lif kalitesi  
Genetik etki, Çevresel etki

#### \* Sorumlu Yazar

ratav@nku.edu.tr

Günümüzde dünya genelinde çok çeşitli koyun ırkları bulunmakta beraber, tekstil endüstrisinin kullandığı kaliteli yün, merinos ırkından gelmektedir. Merinos yününün kalitesi, bu yünlerin fabrikada göreceği işlemlerdeki iş akışını ve yünün işleme verimliliğini etkilemektedir. Ayrıca nihai ürünlerin kalitesi ve potansiyel kullanım alanı lifin kalitesi tarafından belirlenmektedir. Bir koyunun üreteceği yapağı miktarı ve kalitesini etkileyen faktörler genetik etkiler ile fizyolojik ve çevresel etkiler olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilir. Bu derleme makalede yapağı kalitesini etkileyen faktörler ve yün liflerinin kullanım alanları hakkında genel bilgi verilmektedir.

## An Overview of Genetic and Environmental Factors Affecting Wool Quality and the Usage Areas of Wool

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Review

*This study has been prepared from the literature summary created within the scope of the project no. 120M125 supported by TUBITAK.*

Received : 21.11.2022

Accepted : 18.01.2023

#### Keywords

Merino, Wool, Fiber quality  
Genetic effect, Environmental effect

Although there are a wide variety of sheep breeds around the world today, the quality wool used by the textile industry comes from the Merino breed. The quality of Merino wool affects the workflow and processing efficiency of the wool in the processes that these wools will be subjected in the factory. In addition, the quality of the final products and their potential use are determined by the quality of the fiber. The factors affecting the amount and quality of wool fiber produced by a sheep can be examined under two main headings as genetic effects and physiological and environmental effects. In this review article, general information about the factors affecting the quality of the fleece and the usage areas of wool fibers is given.

#### \* Corresponding Author

ratav@nku.edu.tr

Lütfen aşağıdaki şekilde atıf yapınız / Please cite this paper as following;

Atav, R., Buğdaycı, B., Soysal, M.İ., 2023. Yapağı kalitesini etkileyen genetik ve çevresel faktörler ile yapağın kullanım alanlarına genel bakış, Journal of Animal Science and Products (JASP) 6 (1):30-44. DOI: [10.51970/jasp.1208156](https://doi.org/10.51970/jasp.1208156)

## Giriş

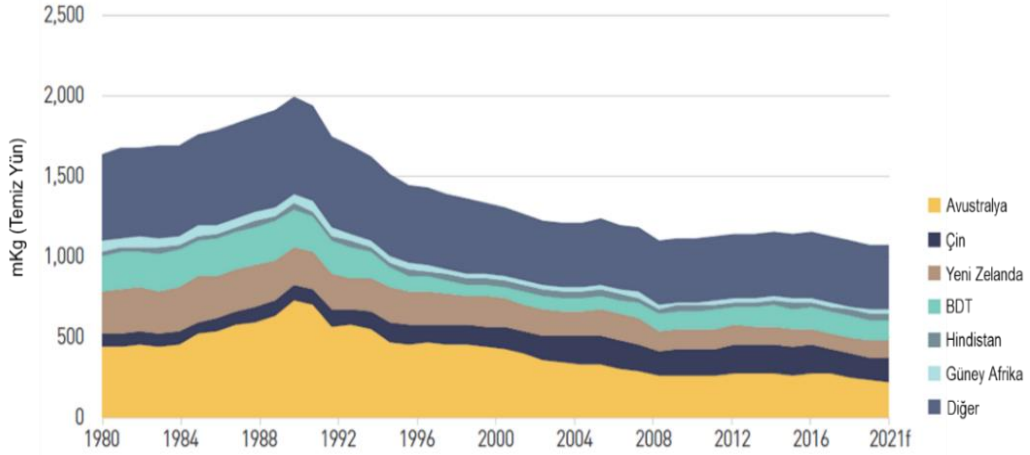
Yün elde etmek için koyun yetiştiriciliği tüm dünyada birçok ülkede önemli bir endüstri alanıdır (Scobie ve ark., 2015). 2021 FAO verilerine göre dünyada 1.470.600.904 baş koyun bulunmaktadır. Tablo 1’de 2021 yılı verilerine göre ülke bazında dünya koyun varlığının dağılımı görülmektedir.

Tablo 1. 2021 yılı ülke bazında dünya koyun varlığının dağılımı (Faostat, 2021)

*Table 1. Distribution of world sheep wealth by country in 2021 (Faostat, 2021)*

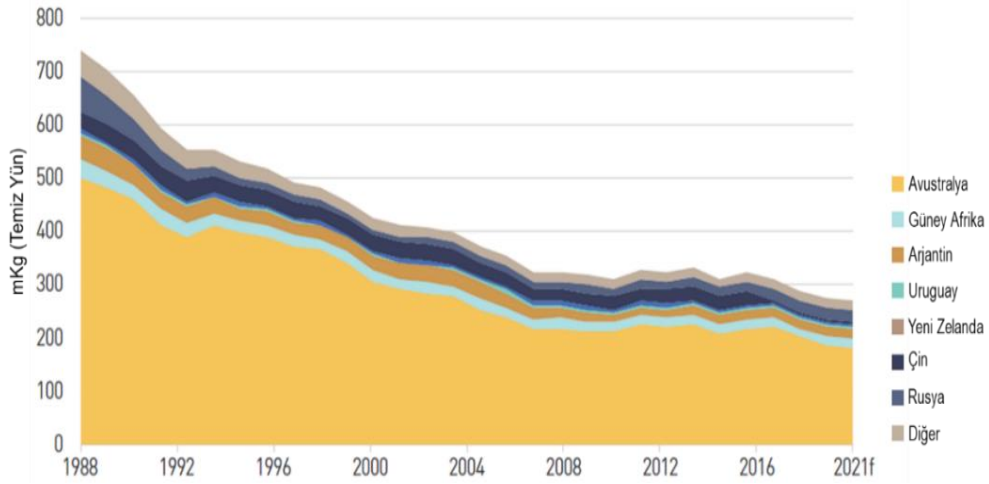
Ülke	Pay (%)
Çin	25,35
Hindistan	5,05
Avustralya	4,63
Nijerya	3,31
İran	3,08
Türkiye	3,07
Çad	2,84
Sudan	2,79
Etiyopya	2,63
Birleşik Krallık	2,24
Pakistan	2,15
Cezayir	2,12
Moğolistan	2,11
Yeni Zelanda	1,75
Kenya	1,69
Fas	1,55
Güney Afrika	1,46
Mali	1,44
Brezilya	1,4
Diğer	29,37

2019’da küresel lif üretimi yaklaşık 111 milyon tondur. Bu miktarın önümüzdeki 10 yıl içerisinde %30 artması ve 2030’da 143 milyon tona çıkması beklenmektedir (Textile Exchange, 2020). 2021 Dünya yün lifi üretimi 2,2 milyon tondur (kaba ve ince yünler dâhil) ve tüm lifler arasında yaklaşık %1’lik paya sahiptir (Faostat, 2021). Avustralya dünyadaki en büyük yün üreticisidir. Şekil 1’de 1992-2021 dünya yün üreticileri ve Şekil 2’de 1992-2021 dünyada Merinos yünü üreten ülkeler verilmektedir.



Şekil 1. 1992-2021 Dünya yün üretimi (AWI, 2020)

Figure 1. 1992-2021 World wool production (AWI, 2020)



Şekil 2. 1992-2021 Dünya Merinos yünü üretimi (AWI, 2020)

Figure 2. 1992-2021 World Merino wool production (AWI, 2020)

Şekil 1 ve 2 incelendiğinde 2015-2021 yılları arasında dünyada yün üretiminde lider ülkelerin değişmediği ve bu ülkelerin Avustralya ve Çin olduğu görülmektedir.

Küresel yün üretiminin dünya ekonomisine katkısı 7,6 milyar dolardır (Anonim, 2020a). 2019-2020 sezonunda Avustralya'da 60.000 yün üreticisi, Avustralya yün ihracatına 2,7 milyar dolar katkıda bulunmuştur (Anonim, 2020b). Küresel yün pazarı ise 2019 yılı sonunda 35 milyar dolardır ve 2029 yılında bu pazarın 48 milyar dolara yükselmesi beklenmektedir (Anonim, 2020c). Dolayısı ile yün elyafı tekstil endüstrisinin özellikle katma değeri yüksek ürün gruplarındaki belirli kullanım alanları için vazgeçilmez liflerinden biridir. Günümüzde artan tüketici beklentilerini karşılayabilmek için yapağı kalitesi çok önemlidir. Bu derleme makalede yapağı kalitesini etkileyen faktörler ve yün liflerinin kullanım alanları hakkında genel bilgi verilmektedir.

### Yün Liflerinin Kalitesini Etkileyen Faktörler

Bir koyunun üreteceği yapağı miktarı ve kalitesini etkileyen faktörler genetik faktörler ile fizyolojik ve çevresel faktörler olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilir.

### ***Genetik faktörler***

Bir hayvanın üretebileceği yapağı kalitesini belirleyen çeşitli lif özelliklerindeki farklılık, hayvanın genotipi tarafından belirlenmektedir. Hayvan başına üretilen yapağı miktarı ve çeşitli yapağı özellikleri bakımından koyun ırkları arasında net farklılıklar vardır. Benzer şekilde, bir ırk ve aynı ırktaki koyunlar arasında da yapağı büyüme hızında önemli farklılıklar vardır (Khan ve ark., 2012). Genetik açıdan bakıldığında, yapağının kalitesini ve miktarını etkileyen temel özellik folikül yoğunluğudur. Genel olarak, yüksek ortalama lif çapına sahip koyunlar daha yüksek temiz yapağı ağırlıklarına sahiptir, ancak bireyler arasında önemli genetik farklılıklar olması, üreticilerin genetik olarak yalnızca düşük ortalama lif çapına değil aynı zamanda yüksek temiz yapağı ağırlığına sahip hayvanları seçmelerine olanak tanır. Yüksek folikül yoğunluğu hem düşük ortalama lif çapı hem de yüksek yapağı ağırlığı ile ilişkilidir. Daha yüksek folikül yoğunluğu, daha düşük lif çapı ile ilişkilidir, bu ise ortalama olarak daha düşük temiz yapağı ağırlığı ile ilişkilidir. Bununla birlikte, önemli olarak, ortalama lif çapı ve temiz yapağı ağırlığı arasındaki ilişki oldukça değişkendir ve bu, yalnızca düşük lif çapına değil aynı zamanda nispeten yüksek bir temiz yapağı ağırlığına sahip olan koyun genotiplerini belirlemek için önemli bir fırsat olduğu anlamına gelir. Bu hayvanlar, daha yüksek folikül yoğunluğu (birim deri alanı başına folikül sayısı) ve daha fazla toplam deri alanı (çünkü hayvanlar daha büyüktür ve daha büyük deri yüzey alanı/vücut ağırlığına sahip olabilecektir) nedeniyle daha fazla toplam yün folikülüne sahiptir. İkincisi, derinin daha fazla kırışmasından (yani kıvrımdan) kaynaklanır. Yalnız bu durum başka açılardan (bitkisel parçaların yapağı içine daha fazla karışması, sineklerin deri katmanları arasına yumurtlaması ve akabinde kurtçuk problemi ve kırım zorluğu) dezavantajlı olabilir. Yine de yüksek yapağı ağırlığı ve düşük lif çapı, kırışıklığı artırmadan elde edilebilir, çünkü kırışıklık ile sözü edilen özellikler arasındaki ilişki genetik olarak oldukça değişkendir (Doyle ve ark., 2021).

Avustralya merinosunda, ince, orta ve kaba yapağın karşılaştırılması, artan lif çapı, lif uzunluğu ve vücut ağırlığı ile bağlantılı olarak artan temiz yapağı ağırlığını göstermektedir. Genetik olarak yüksek verimli merinos koyunları, deride genellikle daha düz ve daha derin olan foliküllere sahiptir ve daha düşük kükürt içerikli yapağı üretirler. Derinin birim alanı başına düşen folikül sayısı her zaman olmasa da bazen daha fazladır. Yapağının düşük kükürt içeriği, ultra yüksek kükürtlü proteinlerin daha düşük içeriğinden kaynaklanmaktadır. Yetiştirme programında folikül sayısında bir artış olmaksızın daha yüksek yapağı üretimi elde edilmesi için tek tek foliküller tarafından lif üretim hızı artırılmalıdır. Kaçınılmaz bir sonuç, liflerin ortalama çap veya uzunluk büyüme hızında veya her ikisinde bir artıştır. Lif ve folikülün birçok özelliği oldukça kalıtsaldır ve istenilen özellikler için seçim yapılarak önemli değişiklikler elde edilebilir. Yağlı veya temiz yün ağırlığı, derinin birim alanındaki folikül sayısı, Sekonder/Primer folikül oranı, lif çapı, lif uzunluğu ve kıvrım sıklığı gibi yün özelliklerinin kalıtım derecesi ( $h^2$ ) 0,3 ila 0,6 aralığındadır (Khan ve ark., 2012).

### ***Fizyolojik ve çevresel faktörler***

#### ***Fetüs ve yavru dönemlerinde etkili faktörler***

Temiz yapağı ağırlığı, ortalama lif çapı, lif çapı varyasyonu, lif uzunluğu, yün stili (kıvrımı sıklığı, kıvrım düzenliliği, rengi vb.) ve lif mukavemeti dâhil olmak üzere yapağının ekonomik açıdan önemli tüm özellikleri, büyük ölçüde maternal gelişim sırasında deride başlayan folikül popülasyonunun özellikleri tarafından belirlenmektedir. Foliküllerin büyümesi

deride “dalgalar” halinde başlatılır. İlk dalga, primer foliküllerin oluşumudur (gebeliğin 65 ila 100. günleri arasında); ikinci dalga sekonder foliküllerin başlangıcıdır (gebeliğin 90 ila 130. günleri); ve üçüncüsü, bu sekonder foliküllerin dallanmasıdır (gebeliğin 100 ila 130. günleri arasında). Bu noktadan sonra, sekonder foliküllerin başka bir başlangıcı yoktur. Bununla birlikte, bu foliküller doğumdan yaklaşık 4 hafta sonraya kadar olgunlaşmaya devam edecektir. Primer foliküller, ter bezlerinin (sudoriföz bezler) ve bir arrektör pili kasının varlığı ile karakterize edilir. Tüm folikül tipleri, lif üretimi sırasında yün yağı veya lanolini lif üzerine bırakan ilişkili yağ bezlerine sahiptir (Doyle ve ark., 2021).

Yapağı folikülünün üç ana lif üretim bölgesi vardır: folikül soğanı veya çimlenme bölgesi, keratinizasyon bölgesi ve nihai sertleşme bölgesi. Hücreler folikül soğanında hızla çoğalır ve yavru hücreler veya geçici çoğaltıcı hücreler folikülün uzağında olacak şekilde yukarı doğru göç eder. Bu göç sırasında, yüksek kükürlü amino asit lif proteini olan keratini hızla sentezlerler. Keratin, çevreleyen kan damarlarından türetilen amino asitlerden sentezlenir ve amino asit taşıma sistemleri ile hücrelere iletilir. Yapağı proteinleri daha sonra memeli hücrelerinin normal gen transkripsiyon/translasyon mekanizmaları tarafından oluşturulur. Lif hücrelerini çevreleyen iç kök kılıfı da folikül soğanında üretilen hücreler tarafından üretilir. Aslında, soğanda üretilen hücrelerin çoğu, gerçek lifi değil, bu kılıfı üretir. Kök kılıfı lif hücrelerinin önünde sertleşir ve yün hücrelerinin döküldüğü ve şekillendirildiği bir “boya” üretir. Hücreler keratinizasyon bölgesinin sonuna yaklaştıkça kılıf hücreleri emilir ve lif hücreleri kurur ve sertleşir. Sertleşme, keratin proteinindeki sistein kalıntıları üzerindeki kükürt atomları arasındaki disülfür bağlarının üretiminin bir sonucudur (Doyle ve ark., 2021).

Folikül geliştiği dönemde, yetersiz besin kaynağından olumsuz etkilenebilir. Koyunların gebeliğin son döneminde ve kuzuların yaşamın ilk birkaç ayında yetersiz beslenmesi bazı foliküllerin gelişimini önleyebilir veya geciktirebilir. Çoğu çalışma merinos koyunları ile yapılmıştır. Gebelik sırasında yetersiz beslenmenin ana etkisi, fetüsün büyümesi için besin ihtiyacının en yüksek olduğu gebeliğin son 50 gününde sekonder foliküllerin başlaması ve olgunlaşması üzerinedir. Bu esnada yapılan ciddi beslenme kısıtlaması, azalan folikül sayısı nedeniyle yetişkin dönemde yapağı üretimini kalıcı olarak azaltır. Bu durum vücut boyutu ve deri alanının azalmasıyla ilişkilidir. Tüm foliküllerin üretimi doğumla başlatıldığından, doğum sonrası besin kaynağının kısıtlanması folikül sayısını azaltmaz, ancak bazı foliküllerin lif üretme kapasitesini kalıcı olarak bozabilir. Ek olarak, doğum sonrası sekonder folikül dalgasının olgunlaşması 6 ila 12 aya kadar gecikebilir. İkiz olarak doğan ve yetiştirilen koyunlarda tek doğan kuzulara göre yapağı üretiminin daha az olduğu ve genç koyunlardan doğan kuzularda, olgun koyunların kuzularına kıyasla daha az olduğu gözlemlenmiştir. Gebeliğin son döneminde yüksek ortam sıcaklıklarına maruz bırakılan merinos koyunlarıyla yapılan deneyler, bu tür koşulların kuzularda doğumda sekonder folikül sayısını önemli ölçüde azaltabileceğini göstermiştir. Fetüs üzerindeki bu etkiler, annenin sınırlı besin kaynağına erişir olması durumu ile benzer görünmektedir (Khan ve ark., 2012).

### ***Ergin dönemde etkili faktörler***

Ergin koyunlarda üretilen lif miktarı ve türü, çeşitli fizyolojik ve çevresel faktörlerden belirgin şekilde etkilenir. Aşağıda bunların her biri ayrı ayrı açıklanmıştır (Khan ve ark., 2012).

**a) Beslenme:** Beslenmenin yapağı üretim hızı ve kalite özelliklerinin çoğu üzerinde güçlü etkileri vardır (Doyle ve ark., 2021). Foliküllere besin tedarikindeki farklılıklar, lif üretim



hızı ve yapağının özellikleri üzerinde önemli bir etki yapabilir. Hasta hayvanlar büyüme hızı, et ve yapağı üretimi gibi konularda daha düşük üretime sahiptir. Gebelik sırasında beslenme, fetüsün derisindeki folikül oluşumunun başlamasını etkiler. Koyunların folikül oluşumunun başlangıcında yetersiz beslenmesi, yaşam boyu yapağı üretimi (düşük yapağı ağırlıkları) ve lif çapı (artan çap) üzerinde kalıcı olumsuz etkilerle birlikte folikül sayısını azaltır. Koyun ve keçilerin çoğu serbest koşullarda yetiştirilir ve onlara sunulan yem miktarı ve kalitesi yıl boyunca önemli ölçüde değişkenlik gösterebilmektedir. Kontrollü besleme deneyleri, yem alımının yapağı büyüme hızı üzerindeki büyük etkisini ortaya koymuştur; tek bir hayvanda yapağı büyüme hızında üç ila dört kat değişiklik sağlanabilmektedir (Khan ve ark., 2012). Yün büyümesi için yemin hız sınırlayıcı bileşeni protein ve özellikle kükürt içeren amino asitler olan sistin ve metionindir. Yem alımı arttıkça yapağı büyümesinin verimliliği azalmaktadır. Bu düşüşün oranı, hayvanın genotipine bağlıdır, öyle ki, genetik olarak yüksek verimli koyunlar, tüm yem alımı seviyelerinde, özellikle de yüksek yem alımı oranlarında, daha verimlidir. Bu, her iki senaryoda da sunulan tüm yem tüketilse bile, yüksek besleme oranlarındaki koyunların, düşük besleme oranlarındaki koyunlardan koyun başına daha fazla yün üreteceğinden, sürü yönetimi için önemli etkilere sahiptir. Daha da önemlisi, daha yüksek besleme oranlarındaki koyunlar, ortalama lif çapı daha düşük olan yapağılar üretecektir ki bunun da ek ekonomik faydaları vardır (Doyle ve ark., 2021). Yüksek verimli hayvanlar, artan yem alımına daha fazla tepki verir. Merinos koyunlarının yapağı büyümesi, yıl boyunca beslenmedeki değişikliklere yanıt vermektedir. Yapağı büyüme hızının, vücut ağırlığı değişiminin boyutu ve yönünden etkilendiği öne sürülmüştür. Yapağı büyümesi için enerji veya protein ihtiyacının nispi önemi, ruminant hayvan sindiriminin özel nitelikleri hesaba katılana kadar çözülmeyen kalmıştır. Proteinin ruminal bozulmasından kaçınıldığında, protein ile yün büyüme hızında önemli bir artış elde edilebilir. İnce bağırsaklarda sindirim ve absorpsiyon için mevcut olan protein sindirilebilir enerji alımı ile ilgili olduğundan, enerji sıklıkla yapağı büyümesi ile ilişkili ana beslenme faktörü gibi görünmektedir. Hem lif uzama (büyüme) hızı hem de liflerin çapı artmaktadır. Bu değişiklikler, üretilen elyaf hacminde üç katlık bir artışa neden olabilmektedir. Bu etkilerin aksine, geniş getirme sonrası verilen bazı protein veya amino asit muameleleri yün büyümesini olumsuz etkileyebilir ve ayrıca lifin uzama hızı ve lif çapı üzerinde farklı etkilere neden olabilir. Yüksek oranda yapağı büyümesi için dengeli bir esansiyel amino asit karışımı gerekli olmakla birlikte, kükürt-amino asitlerin temini yapağının büyümesini ve bileşimini düzenlemede önemli bir rol oynar. Ana gereksinim sistindir, ancak kolayca sistine dönüştürülebilir metionin, yapağı büyümesinin uyarılması için eşit derecede etkilidir. Bununla birlikte, aşırı miktarda metionin inhibitör etkisi göstermektedir. Foliküllere sistin tedarikindeki bir artış, ultra yüksek kükürtlü proteinlerin oranını ve dolayısıyla yapağının kükürt içeriğini artırır. Yapağıdaki yüksek tirosinli proteinlerin oranları da çeşitli beslenme işlemlerinden etkilenmektedir. Minerallerin etkilerinin çoğu, yem alımındaki veya rumenden akan besin maddelerinin dengesindeki değişikliklerin neden olduğu ana besin maddelerinin arzındaki değişikliklerden kaynaklanıyor gibi görünmektedir. Lif büyümesi üzerindeki çok özel etkiler sadece çinko ve bakır için gösterilmiştir ve hatta bunlardan bazıları yem alımındaki değişikliklerle ilgili olabilir. Koyunlarda çinko eksikliği, kırılğan yüne ve liflerde kıvrım kaybına neden olur. Aşırı eksiklik, lif büyümesinin durmasına ve yapağı dökülmesine neden olur. Yeterli seviyeden daha yüksek çinko alımının ise yün büyümesini etkilediğine dair hiçbir kanıt yoktur. Bakır eksikliği, siyah koyunlarda yünün depigmentasyonuna ve çelik yün

sendromuna neden olmaktadır. Çeşitli B vitaminleri, metionin ve sistin metabolizmasında yer alan enzimler için bir kofaktör olarak rolü nedeniyle, lif büyümesini bozabilir ve bu yüksek lif büyüme hızlarını korumak için önemli bir etkidir (Khan ve ark., 2012).

**b) Hormonlar:** Lif büyümesi belirgin şekilde hormona bağlıdır ve hormon durumunun manipülasyonu yapağı büyüme hızında büyük değişikliklere neden olur. Tiroid uyarıcı hormon, adrenokortikotrofik hormon (hedef bezler üzerinde etkili olan) ve büyüme hormonu dâhil olmak üzere hipofiz hormonları, yapağı büyümesi üzerinde kontrol edici bir etki gösterir. Hipofiz bezinin çıkarılması, yapağı büyüme hızının sıfıra düşmesine neden olur. Tiroidektomi ise, yapağı büyümesini azaltır, ancak ortadan kaldırmaz. Her iki durumda da, normal yapağı büyümesi, tiroksin veya onun aktif formu olan tri-iyodotironin uygulamasıyla geri kazanılır. Adrenokortikotropik hormon, adrenal bez tarafından glukokortikoidlerin salgılanmasında artışa yol açar. Koyunlarda, yüksek kortizol konsantrasyonları (30 ila 50 ng/ml), yapağı büyümesinin bozulması veya tamamen durması ile ilişkilidir. Büyüme hormonu, somatomedinler olarak bilinen polipeptitlerin salgılanmasını uyararak normal koyunlarda yapağı büyümesini uyarır. Mevsimsel yapağı dökülmesi döngüleri ve yapağı büyüme hızının yıllık ritmi gün uzunluğu tarafından kontrol edilir, bu nedenle gün uzunluğundaki herhangi bir değişiklik bunlar üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu etkilere, büyük olasılıkla epifiz bezinden gelen hormonal salgılar aracılık eder (Khan ve ark., 2012).

**c) Fizyolojik durum:** Yapağı üretimi, hayvanların yaşı ve cinsiyetinden ve koyundaki üremeden etkilenir. Muhtemelen foliküller ve diğer dokular arasındaki besin rekabeti nedeniyle, genç hayvanlar tarafından birim yem başına daha az yapağı üretilmektedir. Koyunlarda maksimum yapağı ağırlıkları, üç ila beş yaş arasında gözlemlenmiştir ve daha sonra yapağı üretiminde değişken oranlarda düşüş gözlemlenmiştir. Aktif folikül sayısı yaşla birlikte azalır ancak foliküllerin büyüme yeteneğinin de azaldığına dair net bir kanıt yoktur. Yaşla birlikte yapağı büyümesindeki azalmalar, değişen yem alımı ve beslenme rasyonu seçimi ile ilişkili olabilir. Çeşitli kalite özellikleri yaşla birlikte bozulma eğilimindedir ve kıvrım anormallikleri ortaya çıkabilir. Hem gebeliğin ikinci yarısında hem de erken emzirme döneminde yapağı büyüme hızında önemli düşüşler olabilir. Genel olarak, üreme koyunların yıllık yapağı büyümesini %10 ila 14 oranında azaltır. En büyük azalma ikiz kuzulu koyunlarda görülür (Khan ve ark., 2012). Koçlardan aynı yaştaki koyunlara kıyasla daha fazla yapağı elde edilir ve bu durum, ırklar ve farklı ortamlar arasında tutarlıdır. Bununla birlikte, lif çapı da koçlarda daha büyük (1-3 µm) olma eğilimindedir. Testosteronun bu farklılığın ana nedeni olduğu düşünülmektedir. Steroid hormonu erkekte artan protein sentezini uyararak daha büyük vücut yapısı ve daha fazla gıda alımı ile sonuçlanır. Erkek ve dişi arasındaki bu farklılıklar yapağı büyümesine de yansımaktadır. Hatta bu fark, koyunlar ve kastre edilmiş koçlar arasında da görülmekte olup, testosteronun kastre koçlarda bulunmamasından kaynaklıdır. Yapağı büyüme farklılıkları (miktar ve lif çapı) büyük ölçüde erkeklerin artan yem alımından kaynaklanmaktadır (Hinch, 2013). Kastre koçlar sürülerde yapağı ve yapağı/et amaçlı olarak tutulmaktadır (Anonim, 2020d). Kastre koçlar, eğer kaliteli yapağı vermeye başlamışlarsa, bu kaliteyi tüm yaşamları boyunca korurlar. Ancak, miktar muhtemelen 10-12 yaşlarına ulaştıklarında azalır (Anonim, 2019). Yapağı büyümesi hormonların aktivitesine bağlıdır. Hormonal durum, endokrin bezlerinin cerrahi eksizyonundan, hastalıktan veya ciddi konjenital anormalliklerden geniş ölçüde etkilendiğinden, yapağı büyümesi değişecektir (Nazari-Zonouz ve ark., 2018).

Bradford ve Spurlock (1964) yaptıkları çalışmada, koçlarda kastrasyonun büyüme, yapağı üretimi, karkas özellikleri ve et kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma iki sürü, iki yıl ve iki kesim yaşını içermektedir. Çalışma Targhee ırkına ait koyunlarda gerçekleştirilmiş olup, çalışmada biri düşük diğeri yüksek besleme uygulanan iki sürünün ırk özellikleri çok benzerdi. Her iki grup da görünüş, performans ve Lincoln ve Rambouillet kalıtım oranı bakımından Targhee cinsine benzeyen melez koyunlardı. Koçların, kastre koçlara kıyasla sütten kesmede yaklaşık %5, toklu yaşına geldiklerinde (1 yaş) ise düşük ve yüksek besleme durumlarında sırasıyla %15 ve %23 daha ağır oldukları sonucuna varılmıştır. İskelet ve kas boyutu ve yapağı üretimi açısından koçlar lehine olan farklılıklar da yüksek besleme durumunda daha büyüktür. Karkas ağırlığının erkeklerde, kastre erkeklere kıyasla kuzuyken %4, toklukta ise düşük ve yüksek besleme durumlarında sırasıyla %8 ve %19 daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Hopkins ve ark. (1992) tarafından Merinos, Polwarth ve Merinos x Polwarth koyunlarından doğan erkek kuzular, testis boyutunu manipüle etmeye yönelik bir tekniği incelemek için kullanılmıştır. Bu kuzulardan 82'si işaretleme sırasında kastre edilmiştir. Kalan 100 tanesi için, işaretleme sırasında testis parankimi çıkarılmış ve daha sonraki bir tarihte, skrotal kese ve herhangi bir büyük testis çıkarılmıştır (modifiye kriptorşidler). Kriptorşidler, çalışma boyunca diğerlerine göre önemli ölçüde daha ağır gelmiş ve daha fazla yapağı üretmiştir. Yapağı kalitesinin bir göstergesi olarak 2 grup arasında önemli ölçüde fark bulunmamıştır. Bazal testosteron seviyesi ise kriptorşidlerde kastre kuzulara göre daha yüksek bulunmuştur.

Richards ve Atkins (2005) yaptıkları çalışmada, merinos sürülerindeki kastre koçların faydalarını araştırmışlardır. Bir merinos sürüsünün %10'unun kastre koçlardan oluşmasının faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Sürüde %10'dan fazla kastre koç bulunması durumunda yem maliyeti artmakta, koyun başına düşen kuzu üretimi azalmaktadır. Özellikle sürüde tutulacak %10'luk kastre koçun yapağı verimi ve inceliği bakımından çok iyi seviyede olması gerektiğini belirtmişlerdir. Aksi hâlde bu kastre koçların sürüde tutulması kâr getirmeyecektir.

Nazari-Zonouz ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, erkek kuzularda farklı yaşlarda prepubertal kastrasyonun yapağı özellikleri ve testosteron seviyesi üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bir aylık Ghezel erkek kuzular (n=20) seçilerek 5 gruba (n=4 kuzu/grup) ayrılmış ve 4 gruptaki kuzular (1, 2, 3, 4 aylık) cerrahi olarak kastre edilmiş, beşinci grup ise kontrol grubu olarak bırakılmıştır. Tüm hayvanlar 240 gün boyunca aynı rasyonla beslenmiştir. 9 aylıkken hayvanların orta, yan ve omuz bölgelerinden yapağı örnekleri alınmış ve görüntü analizi ile analiz edilmiştir. Plazma testosteron düzeylerini ölçmek için tüm hayvanlardan 1 ayıktan 9 aya kadar aylık olarak kan örnekleri alınmıştır. Kastre edilmiş kuzulardaki ortalama lif çapı, kastre edilmemiş erkeklere kıyasla daha düşük (35,21  $\mu\text{m}$ 'ye karşılık 36,40  $\mu\text{m}$ ;  $p<0,05$ ) çıkmıştır. Ayrıca 4 aylık kastre edilmiş kuzular, diğer kastre edilmiş gruplara kıyasla ortalama lif çapında önemli ( $p<0,05$ ) farklılıklar göstermiştir. Kastre edilmiş kuzulardaki plazma testosteron seviyesi, 9 aylık kastre edilmemiş erkek kuzularda kaydedilen değerlerin (2,33 ng/mL;  $p<0,05$ ) aksine, bazal seviyelerde (0,51 ng/mL) kalmıştır. Ayrıca lif çapının, kastre edilmiş ve edilmemiş kuzularda testosteron plazma konsantrasyonu ile güçlü bir şekilde ilişkili ( $p<0,05$ ) olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, testosteron konsantrasyonunun yün lifinin çapını etkilediği sonucuna varılmıştır.

**d) Parazitler ve hastalıklar:** Çeşitli mikrobiyal enfeksiyonlar ve dış parazitler yapağı üretimini azaltabilir, ancak bununla ilgili çok az nicel bilgi mevcuttur. İç parazitli enfeksiyonlar yapağı büyümesini önemli ölçüde azaltabilir ve neredeyse tüm otlayan koyunlar bir dereceye kadar etkilenir. Etkiler, bu enfeksiyonu ilk kez geçiren genç koyunlarda en fazla olup yapağı büyümesi %60'a kadar azalabilmektedir (Khan ve ark., 2012).

**e) Hava koşulları:** Deri bölgelerinin sıcağa veya soğuğa maruz kalması veya deri sıcaklığında deneysel olarak tetiklenen bölgesel değişiklikler, yapağı büyümesinin, özellikle uzama hızının, düşük sıcaklıklarda geciktiğini göstermektedir. Etkiler muhtemelen azalan kan akışı ve dolayısıyla besin kaynağı ile ilişkilidir. Bölgesel yüksek sıcaklıklar, yüksek değerlere ulaşılan kadar yapağı gelişimini etkilemez. Uygulamada, yeni kırılmış koyunlar dışındaki yapağı üretimi, hava koşullarından doğrudan etkilenmemekte; ancak hava koşulları yem alımını değiştirerek yapağı büyümesini dolaylı olarak etkileyebilmektedir (Khan ve ark., 2012).

**f) Işık ve atmosfer koşulları:** Işığın etkisi öncelikle liflerin renginin değişmesi (sarılaşması veya ağarması) şeklinde kendini göstermektedir. Süre uzadıkça lifin dayanımı düşmekte, tutumu bozulmakta ve boyanma özellikleri değişikliğe uğramaktadır. Yün liflerini morötesi ve mavi ışınlar etkilemektedir. 380-475 nm dalga boyundaki ışınlar (mavi ışık) ortamda O<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O da varsa, yünün doğal sarımtırak renginin ağarmasına yol açmaktadır.  $\lambda < 380$  nm (mor ötesi ışınlar) yünü sarartmaktadır. Ortamda O<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O varsa etki daha da belirgin olmaktadır. Işık etkisiyle yün liflerinin sararmasının nedeni, bazı aminoasit yapıtaşlarının parçalanarak renkli parçalanma ürünleri oluşturmasıdır. Hangi aminoasit yapıtaşlarının birinci derecede rol oynadığı kesin olarak bilinmemekle beraber, serbest amino asit çözeltilerinin ışık etkisinde bırakılması şeklinde yapılan deneyler, birinci derecede triptofan ve triosininin, daha az olarak da fenilalanin, histidin ve sistinin sararmaya yol açabileceklerini göstermiştir. Aromatik aminoasitlerin mor ötesi ışınları soğurması daha kolay olduğundan ışınların triptofan, tirozin ve fenilalanin yapıtaşları tarafından soğurulduğu, fakat bunlarla birlikte bazı alifatik aminoasitlerin de parçalandığı düşünülmektedir. Co-60 ışınlarıyla yün liflerini ışınlayarak yapılan deneyler sonucu, yün liflerinin ışığa karşı hassas noktaları belirlenmiştir. Buna göre, sistin grupları çok hassas olup ışınlama sonucunda oluşan peroksit radikalleriyle tepkimeye girmektedir. Işınlanmış yün liflerinde sistein asit miktarı ve bazlarda çözünürlük artmaktadır. Sistinin yanında triptofan ve triosin yapıtaşlarında da değişiklik saptanmıştır (Tarakçıoğlu, 1983).

Yapağın hayvanın sırtında uzaması sırasında ışık ve atmosfer koşullarından gördüğü zararın lif kalitesine olumsuz etkilerini engellemek adına literatürde koyunlara manto giydirilmesi şeklinde çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Avustralya'da kırkım sonrası yapılan yapağı satışlarında tekstil firmalarının manto giydirilerek bakılan koyunların yapağınlarına daha fazla para ödedikleri bilinmektedir. Yapağın temiz olması ve bitki artıkları içermemesi durumunda yapak yıkama işlemi daha ılıman şartlarda, yani daha kısa sürede, daha az kimyasal, daha az su ve enerji kullanılarak gerçekleştirilmekte, bu da firmaya mali açıdan kâr getirmektedir. Ayrıca bitkisel artıkların olmaması, bitkisel artıkları uzaklaştırmak amacıyla yapılan karbonizasyon işlemini ortadan kaldırmakta ve karbonizasyon işleminde kullanılan sülfürik asit gibi korozif kimyasalın çevreye vereceği zararın da önüne geçilmiş olmaktadır.

Hather ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada, 2 orta incelikte, 3 ince ve 6 süper ince yapağıya sahip merinos koyununa kırkım sonrası PA 6,6'dan yapılmış manto giydirmişler ve daha sonra manto giydirilmemiş koyunların olduğu bir sürüye dâhil ederek normal şekilde

beslenmiş koyunların yapağı özelliklerini karşılaştırmışlardır. Manto giydirilmiş koyunların yapağlarının manto giydirilmemişlere kıyasla daha beyaz olduğu, lif uçlarının daha az hasara uğradığı ve daha az toz ve bitkisel madde içerdiği tespit edilmiştir. 2 grup arasında yapağı üretimi, lif inceliği, lif mukavemeti ve sıkıştırma dirençleri arasında fark saptanmamıştır. Sonuçta manto giydirilmiş koyunlardan manto giydirilmemişlere kıyasla koyun başına 3,7 \$ daha fazla gelir elde edilmiştir. Ancak bu gelir sadece ince lifli koyunlar için geçerlidir, orta inceliğe sahip koyunlara manto giydirilmesinin kârlı değil, hatta zararlı olacağı belirtilmiştir.

Hather ve ark. (2008) yaptıkları bir diğer çalışmada, her grupta 3 ince ve 6 süper ince yapağıya sahip merinos koyunu olacak şekilde toplam 7 gruba kırkım sonrası manto giydirmişlerdir. Çalışmada mantoların koyunlarda kırkım sezonuna kadar (12 ay (52 hafta)) ve daha kısa süre (0 (kontrol), 9, 17, 25, 37, 44 hafta) kalmasının yapağı özelliklerine etkisi incelenmiştir. Manto giydirilmiş ve giydirilmemiş koyun grupları arasında kirli ve temiz yapağı ağırlığı bakımından anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir. Manto giydirme süresi arttıkça yapağın beyazlığı önemli ölçüde iyileşmiştir. 25 hafta veya daha uzun süre manto giydirilmiş koyunlara ait yapağlar, kontrol yapağlarından önemli ölçüde daha beyaz çıkmıştır. Manto giydirme süresi arttıkça yapağı içerisine toz penetrasyonu kontrol grubuna kıyasla belirgin bir şekilde azalmıştır. 44 hafta sonunda koyunların mantoları çıkarılıp, kırkım sezonunda kırkıldıklarında sadece liflerin uçlarında toz penetrasyonu gözlenmiştir. Tutum ve manto giydirme süresi arasındaki fark toz içerik skoru kadar etkili olmasa da, manto giydirme süresi arttıkça tutum iyileşmiştir. Kontrol grubu ve 9 hafta manto giydirme süresi benzer tutuma sahip iken en iyi tutum 52 hafta manto giydirme süresinde elde edilmiştir. Lif uçlarının aşınma derecesi manto giydirme sonucu önemli ölçüde azalmış ve en iyi sonuç 52 hafta grubunda görülmüştür.

Koyunlara manto giydirilirken hayvan refahı ön planda tutulmalıdır. Aksi halde stres sonucu verim kaybı yaşanabilir. Manto yapımında kullanılacak kumaşın hammaddesi çok önem arz etmektedir. Doğal lifler pahalı olmaları ve nem çekme özelliklerinin yüksek olması nedeniyle tercih edilmezler (Anonim, 2021a). Ayrıca nemin yünde kalması bakterilerin çoğalmasına ve yünün çürümmesine neden olmaktadır (Resim 1) (Mortimer, 2017).



Resim 1. Sağlıklı yapağı (solda) ve çürümüş yapağı (sağda) (Mortimer, 2017)

*Picture 1. Healthy wool (left) and rotten wool (right) (Mortimer, 2017)*

Sentetik liflerden poliester (PES) lifi hidrofob olduğundan giysi konforu düşmektedir. Bu yüzden doğal liflere kıyasla daha dayanıklı ve PES lifine kıyasla daha hidrofil olan poliamid (PA) lifi kullanılmaktadır. Lif-manto arası sürtünme minimum olmalıdır. Aksi halde yapağında keçeleşmeye neden olabilmektedir. Keçeleşmeyi ve kumaş pillinglenmesini azaltmak için monofilament iplikler ve kumaş olarak dokuma kumaş tercih edilmelidir. Dikiş tipi denim

pantolonlardaki gibi kıvrıp dikme olmalıdır. Aksi halde çevre şartlarında hayvanın mantoyu yırtma ihtimali vardır. Resim 2’de koyun mantolarına örnekler verilmektedir (Anonim, 2021a).



Resim 2. Manto giydirilmiş koyunlara ait görsel (Anonim, 2021b)  
*Picture 2. Image of sheep dressed in coats (Anonymous, 2021b)*

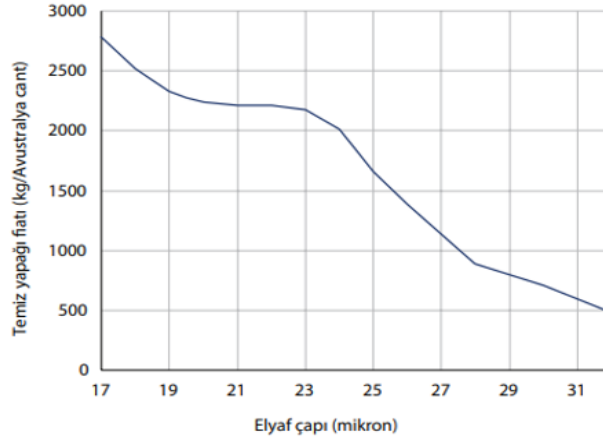
### Yün Liflerinin Kullanım Alanları

Yün, basit işlem adımlarıyla non-woven yapılara veya daha karmaşık işlem adımlarıyla ştraygarn, kamgarn veya yarı kamgarn ipliklere ve daha sonra halılar, örme giysiler veya mobilyalar veya giysiler için dokuma kumaşlara dönüştürülebilen bir elyafıdır (Scobie ve ark., 2015). Yün iplikçiliği istenilen kaliteye göre kamgarn, yarı kamgarn ve ştraygarn olmak üzere üçe ayrılır (Anonim, 2022a). Etimolojik olarak bunlar Almanca kökenli kelimeler olup, "kammen" tarama, "garn" iplik ve "streich" döküntü kelimelerinin birleşiminden türemişlerdir. Tarama işlemi görmüş yün elyafından elde edilen ipliklere "kamgarn iplik" denir (Yüksel, 1986). Kamgarn kaliteli, ince, düzgün ipliklerin üretilmesinde kullanılan bir yün iplikçiliği sistemidir. Kamgarn iplik üretiminde uzun ve ince lifler kullanılır. İplik elde edilmesi sırasında tarama işlemiyle kısa ve kaba lifler uzaklaştırılır. Tarama sırasında kemling (döküntü) denilen kısa lifler ayrılır, bunlar ştraygarnda kullanılır (Anonim, 2022a). Döküntü ve kısa yün elyafından üretilen ipliklere "ştraygarn iplik" denir. Ştraygarn, kamgarn iplikçiliğinden daha kısa ve kaba elyafın kullanıldığı ve sonuçta da daha kaba ipliklerin elde edildiği bir yün iplikçiliği sistemidir (Yüksel, 1986). Yarı kamgarn ise kamgarn ile ştraygarn arasındaki kalitede ipliklerin üretildiği bir sistemdir. Üretim akışı kamgarn iplik üretimiyle aynıdır, sadece tarama işlemi yapılmaz. Bu nedenle yarı-kamgarn olarak adlandırılmaktadır (Anonim, 2022a).

Endüstride yün, mikron ölçü birimi ( $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m}$ ) kullanılarak ortalama lif çapına göre sınıflandırılmaktadır. Yün lifi inceliğine, uzunluğuna ve kıvrımına göre farklı amaçlarla kullanılabilir. Yün, birçok farklı kaliteye sahip olan çok yönlü bir elyafıdır ve en incisinden en kalınına kadar tüm yünler kullanım alanı bulabilmektedir. İnce yünler özellikle giyim için kullanılırken, daha kalın yünler halı, battaniye, perde veya yatak takımı gibi ürünlerde kullanılmaktadır (Soysal ve Özkan Ünal, 2019).

Ortalama lif çapı önemlidir. Çünkü hem kumaşın ağırlığını (daha ince lifler daha hafif kumaş üretir) hem de rahatlığını (daha ince lifler daha yumuşak kumaş üretir). Giysi üretimi için en uygun yapağı sınıfı ince yapağı (elyaf çapı 25 mikrona kadar) olup fiyat bakımından da bu tip yapağılar en değerlidir. Giysi üretimi için üretilen yapağının büyük çoğunluğu Merinos koyunlarından veya bu ırkın melezlerinden elde edilir. Bu ince yapağı sektöründe elyaf çapı ve

fiyat arasında daha güçlü ilişki vardır. Şekil 3'te 2018 yılında Avustralya'da elyaf çapı ve fiyat arasındaki ilişki gösterilmektedir (Simm ve ark., 2022).

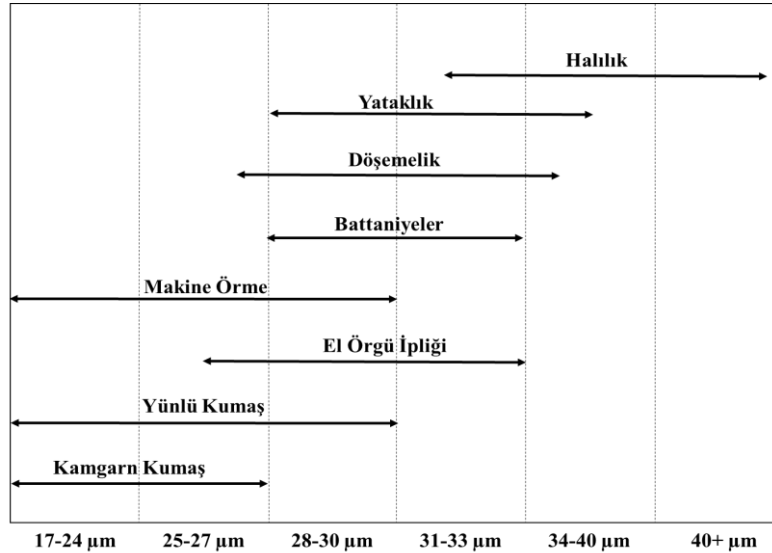


Şekil 3. Avustralya'da Temmuz ve Kasım 2018 arasında yapağı elyaf çapı ile fiyat arasındaki ortalama ilişki (Simm ve ark., 2022)

*Figure 3. Average relationship between fleece fiber diameter and price between July and November 2018 in Australia (Simm et al., 2022)*

İki yönlü ırklardan veya et ırklarından elde edilen kaba yapağı daha az değerlidir ve belirtilen diğer amaçlar için kullanılır. Tüm yapağın en kabası, dayanıklı özellikleri nedeniyle halı üretiminde kullanılır. Lif çapı kullanım kategorisini belirlemede önemli olmakla birlikte, giysi dışı sektörlerde daha ince elyafa ekstra para verilmez (ya da az verilir) (Simm ve ark., 2022).

Mutlak kural olmamasına rağmen, Şekil 4'te verilen ürünler genellikle ilişkili mikron çaplarına sahip liflerden üretilebilir.



Şekil 4. Yün liflerinin inceliklerine bağlı olarak kullanım alanları (Hoti, 2015)

*Figure 4. Usage areas depending on the fineness of wool fibers (Hoti, 2015)*

Hayvandan alınan tulumun omuz bölgelerinde en ince, but bölgesinde ise en kaba lifler vardır. Çeşitli koyun ırklarından farklı tipte yün elde edilir. Bu yün tipleri genel olarak 5 sınıfa ayrılır:

**-İnce yün (Merinos yünü) tipi:** Merinos koyunundan elde edilen yün tipidir. 58's kalitesinden 90's kalitesine kadar kalın, orta ve ince kaliteleri vardır. Kıvrımları fazla, keçeleşme özelliği yüksektir. Yumuşak tutumlu elbiselik kumaşların üretiminde kullanılır.

**-Orta (vasat) yün tipi:** Orta yün tipleri uzun yünlerle ince yünler arasındadır. Kıvrım azdır. Genellikle 46's ile 60's kalitesi arasındadır. Yerli İngiliz koyun ırklarından elde edilir. Elbise kumaşları ve battaniye yapımında kullanılır.

**-Uzun yün tipi:** Uzun tip yünlerin uzunluğu 18-23 cm arasında olup bunlar 44's-50's kalitesindedir. Palto ve pardösülük kumaşlar, battaniye ve keçe yapımında kullanılır.

**-Melez (Crossbred) yün tipi:** Merinos koyunları ile yerel koyun ırklarının melezinden elde edilir. Bu yünler orta incelikte olup 48-60's kalitesindedir. Genellikle kamgarn kumaş yapımında kullanılır.

**-Halı yünü tipi:** Halı yünleri çeşitli ırklara mensup koyunlardan üretilir. Bu tip koyunların yapağlarında ince, vasat ve uzun lifler yanında köpek (kemp) kıllarına rastlanır. Kemp kıllarının enine kesitinin dörtte üçü medulla tabakasıdır. Boyarmadde buraya nüfuz etmediği için yün elyafı arasında kemp kılı istenmez. Ucuz yünlü kumaşlar, örtü, döşemelik ve battaniler ile keçe yapımında kullanılır (Anonim, 2022b).

Yapağın ana kullanım alanları giysilik, döşemelik veya diğer kumaşlar ile dolgu ve halı üretimidir. Elyaf çapı ve lüle uzunluğu (kırkılmış liflerin uzunluğu), nihai kullanım alanını ve dolayısıyla yapağın fiyatını belirleyen ana özelliklerdir. Tablo 2'de farklı kategorilerdeki yapağın tipik elyaf çapı gösterilmekte ve her bir türü üreten başlıca ırklara ve bunlardan elde edilen yapağın son kullanım alanlarına ilişkin örnekler vermektedir (Simm ve ark., 2022).

Tablo 2. Farklı kategorilerdeki yapağın tipik elyaf çapı ile bu yapağı üreten başlıca ırklara ve bunlardan elde edilen yapağın son kullanım alanlarına örnekler (Simm ve ark., 2022)

Table 2. Typical fiber diameter of fleece in different categories and examples of the main breeds producing this fleece and the end-use areas of the fleece obtained from them (Simm et al., 2022)

Yapağı Sınıfı	Elyaf Çapı (µm)	Başlıca Irklar	Yapağın Nihai Kullanım Alanı
İnce	25'e kadar	Merinos, Porlwarth	Giysi üretimi, hafif gramajlı yüksek kalitede elbiselik kumaş, yüksek kalitede triko
Orta	25-30	Corridale, diğer iki yönlü ırklar (genellikle %50 merinos)	Giysi üretimi, orta gramajlı elbiselik kumaş, makine ve el örgü ipliği
Kaba	30'un üstü	Romney, Coopworth, Perendale, Borderleicester	Giysi üretimi, ağır gramajda elbiselik kumaş, mobilya kumaşı, kalın makine el örgü ipliği, halılar
Özellikle Halı	Ortalama 40 (medullalı)	Drydale, Tukidale, Carpetmaster, Eliotdale, Scottish Blackface	Halı, döşemelik dolgu

Tablo 2 lif çapı açısından ırklar arasındaki net sınırları göstermektedir. Ancak yapağı ağırlığında da büyük farklılıklar vardır. Örneğin, Merinos tipik olarak yaklaşık 7 kg ağırlığında kirli yapağı üretirken, bu miktar Coopworth gibi iki yönlü ırklar için yaklaşık 3-4 kg ve daha büyük olan İngiliz tepelik arazi ırkları için 2-2,5 kg'dır (Simm ve ark., 2022).



## Sonuç

Günümüzde dünya genelinde çok çeşitli koyun ırkları bulunmakla beraber, tekstil endüstrisinin kullandığı kaliteli yün merinos ırkından gelmektedir. Merinos yününün kalitesi, bu yünlerin fabrikada göreceği işlemlerdeki iş akışını ve yünün işleme verimliliğini etkilemektedir. Ayrıca nihai ürünlerin kalitesi ve potansiyel kullanım alanı lifin kalitesi tarafından belirlenmektedir. Bir koyunun üreteceği yapağı miktarı ve kalitesini etkileyen faktörler ise genetik etkiler ile fizyolojik ve çevresel etkiler olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilir. Dolayısı ile katma değeri yüksek bir hammadde olan yün elyafında istenilen yüksek kalite standartlarının karşılanması için koyun ırkının doğru seçiminden başlayarak hayvanın bakım ve besleme koşullarına dikkat edilmesi ile mümkün olduğu söylenebilir.

## Teşekkür

TÜBİTAK'a 120M125 nolu proje kapsamında verdikleri destekten ötürü teşekkürü bir borç biliriz.

## Kaynaklar

- Anonim. (2019). Notes on Sheep Shearing and Maintaining the Quality of Fleeces.
- Anonim. (2020a). Erişim Adresi: <https://www.commonobjective.co/article/global-wool-production-and-sustainable-standards>. Erişim Tarihi: 13.09.2021.
- Anonim. (2020b). Erişim Adresi: <https://www.awe.gov.au/news/media-releases/woolpoll-review-final-report-now-available>. Erişim Tarihi: 13.09.2021.
- Anonim. (2020c). Erişim Adresi: <https://www.persistencemarketresearch.com/market-research/wool-market.asp>. Erişim Tarihi: 13.09.2021.
- Anonim. (2020d). BestWool/BestLamb: Active participation.
- Anonim. (2021a). Erişim Adresi: <http://www.sheepcover.com/sheepcover/index.html>, Erişim Tarihi: 27.11.2021
- Anonim. (2021b). Erişim Adresi: [https://sheepgal.typepad.com/sheepgal\\_notes\\_from\\_a\\_she/2011/01/new-sheep-suits.html](https://sheepgal.typepad.com/sheepgal_notes_from_a_she/2011/01/new-sheep-suits.html). Erişim Tarihi: 28.09.2021.
- Anonim. (2022a). <https://acikders.ankara.edu.tr>, Erişim Tarihi: 14.11.2022
- Anonim. (2022b). Erişim Adresi: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Y%C3%BCn>
- AWI. (2020). Wool 2030: A strategic plan for Australian wool growers. Discussion paper 1: wool supply and demand.
- Bradford, G.E., ve Spurlock, G.M. (1964). Effects of castrating lambs on growth and body composition. *Animal Production*, 6(3), 291–299.
- Doyle, E.K., Preston, J.W.V., McGregor, B.A., ve Hynd, P.I. (2021). The science behind the wool industry: The importance and value of wool production from sheep. *Animal Frontiers*, 11(2), 15-23.
- Faostat. (2021). Erişim Adresi: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>, Erişim Tarihi: 16.01.2023
- Hather, S., Atkins, K.D., ve Thornberry, K.J. (2003). Sheep coats can economically improve the style of western fine wools. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43, 53-59.

- Hather, S., Atkins, K.D., ve Thornberry, K.J. (2008). Strategic use of sheep coats can improve your economic return. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48, 762-767.
- Hinch, G. (2013). Lecture 5: Managing Weaners and Breeding Ewes for Wool Production.
- Hopkins, D.L., Jackson, R.B., ve Roberts, A.H.K. (1992). Comparison of a modified cryptorchid treatment and castration: effect on growth, wool production, posthitis, testosterone production and development of masculine characteristics. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 32(4), 443-446.
- Hutu, I. (2015) Farm Animal Productions a course for animal productions and husbandry, *Editura MIRTON Timișoara - TM, Romania & TVT Publishing, River Falls - WI, SUA*
- Khan, M.J., Abbas, A., Ayaz, M., Naeem, M., Akhter, M.S., ve Soomro, M.H. (2012). Factors affecting wool quality and quantity in sheep. *African Journal of Biotechnology*, 11(73), 13761-13766.
- Mortimer, S. (2017). Wool colour and fleece rot. *Woolwise* (böl. 4).
- Nazari-Zonouz, F., Moghaddam, G., Rafat, S.A., Abdi, Z., Etemad Gorgan, K., ve Nabavi, R. (2018). The Effect of Prepubertal Castration on Wool Diameter and Blood Testosterone in Ghezel Breed. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 8(4), 635-639.
- Richards, J.S., ve Atkins, K.D. (2005). The role of selected wether flocks in merino wool enterprises. *Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 16, 223-226.
- Scobie, D.R., Grosvenor, A.J., Bray, A.R., Tandon, S.K., Meade, W.J., ve Cooper, A.M.B. (2015). A review of wool fibre variation across the body of sheep and the effects on wool processing. *Small Ruminant Research*, 133, 43-53.
- Simm, G., Pollott, G., Mrode, R., Houston, R., ve Marshall, K. (2022). Çiftlik hayvanlarının genetik ıslahı. M. İhsan Soysal (Ed.). Ankara, Türkiye: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Soysal, İ.M., ve Özkan Ünal, E. (19 Nisan, 2019). Sheep Breeds Genetic Diversity of Farm Animal Genetic Resources of Türkiye. 2019 International Congress on Wool and Luxury Fibres (ICONWOOLF). Bildiri (Tam Metin), 11-18.
- Tarakçıoğlu, I. (1983). Yumurta akı (protein) liflerinin terbiyesi. *Tekstil Terbiyesi ve Makinaları (C 2)*. Bursa, Türkiye: Uludağ Üniversitesi Yayınları.
- Textile Exchange. (2020). Preferred Fiber & Materials 2020 Market Report.
- Yüksel, B. (1986). Ştrayhgarn ve Kamgarn Yün iplikçiliği. Werner von Berhen (ed.). Türkiye: İstanbul: İTÜ Matbaası.



## Dünya Merinos Irkları ve Bunların Genel Özellikleri

Bürhan BUĞDAYCI<sup>1</sup>, Rıza ATAV<sup>\*1</sup>, M. İhsan SOYSAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

<sup>2</sup> Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

Bürhan BUĞDAYCI, ORCID No: [0000-0002-9515-3477](https://orcid.org/0000-0002-9515-3477), Rıza ATAV, ORCID No: [0000-0002-5807-4542](https://orcid.org/0000-0002-5807-4542), M.İhsan SOYSAL, ORCID No: [0000-0002-9992-8102](https://orcid.org/0000-0002-9992-8102)

### MAKALE BİLGİSİ

### ÖZ

#### Derleme

*Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 120M125 nolu proje kapsamında oluşturulan literatür özetinden hazırlanmıştır.*

Geliş: 24.10.2022

Kabul: 03.04.2023

#### Anahtar Kelimeler

Merinos

Yün

Koyun

Lif

#### \* Sorumlu Yazar

ratav@nku.edu.tr

Günümüzde dünya genelinde çok çeşitli koyun ırkları bulunmakla beraber, tekstil endüstrisinin kullandığı kaliteli yün lifi merinos ırkından gelmektedir. Merinos ve bunların soylarından türeyen ırklar dünyanın her yerine yayılmış durumdadır. Farklı üretim yeteneklerine sahip birçok merinos soyu vardır. Alman Etçi Merinos ve Güney Afrika Dohne Merinos gibi et ve yapağı üreten çift verim yönlü soylar bunlar arasında sayılabilir. Ancak bugün dünya çapında en çok sayıda bulunan yapağı üretimi yönünde özelleşmiş tiplerdir. Özel yapağı üreten merinosların en büyük popülasyonu Avustralya'da bulunmaktadır. Günümüzde artık safkan merinosların yanı sıra bunların diğer ırklarla melezlenmesiyle üretilmiş hibrit genotipler de mevcuttur. Merinoslar verim özelliği açısından yapağı yönlü ve et/yapağı yönlü olarak temelde iki gruba ayrılmaktadır. Bu derlemede Merinosun tarihçesi, merinos ırkları ve bunların genel özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

## World Merino Breeds and Their General Characteristics

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Review

*This study has been prepared from the literature summary created within the scope of the project no. 120M125 supported by TUBITAK.*

Received : 24.10.2022

Accepted : 03.04.2023

#### Keywords

Merino

Wool

Sheep

Fiber

#### \* Corresponding Author

ratav@nku.edu.tr

Although there are a wide variety of sheep breeds around the world today, the quality wool fiber used by the textile industry comes from the Merino breed. Merinos and their descendants are spread all over the world. There are many merino strains with different breeding abilities. These include meat and fleece producing bi-productive strains such as the German Meat Merino and the South African Dohne Merino. However, they are the types that are specialized in the direction of fleece production, which are the most abundant in the world today. The largest population of specialty fleece-producing merinos is found in Australia. Today, in addition to purebred merinos, there are also hybrid genotypes produced by crossing them with other breeds. Merinos are basically divided into two groups in terms of yield characteristics, fleece-oriented and meat/fleece-oriented. In this review article, information was given about the history of merino, the merino breeds and their general characteristics.

Lütfen aşağıdaki şekilde atıf yapınız / Please cite this paper as following;

Buğdaycı, B., Atav, R., Soysal, M.İ., 2023. Dünya merinos ırkları ve bunların genel özellikleri, Journal of Animal Science and Products (JASP) 6 (1): 45-63. DOI: [10.51970/jasp.1193583](https://doi.org/10.51970/jasp.1193583)

## Giriş

Merinosun kökeni İber Yarımadası olup Hazar Denizi bölgesindeki Ovis aris vigney'den (Yaban koyunu) türemiş olabileceği düşünülmektedir. Eskiden Merinosların ataları siyah olup, Fenikeliler, Yunanlılar ve Kartacalılar tarafından İber Yarımadası'na getirilmişlerdir. M.S. 712 yılında Araplar tarafından getirilen İber Merinosu'nun Ovis aris africana'dan gelmiş olabileceği düşünülmektedir (Perloiro, 2018). Roma İmparatorluğu'nun çöküşünden sonra İber Yarımadası'nda varlıklarını sürdürmüşlerdir. Bu bölgede, Endülüs dönemi Magribiler (Moors)'in ve daha sonra İspanyol aristokrasisinin etkisi altında, bu merinoslar, Avrupa'nın genişleyen ekonomileri ve nüfusları için yüksek kaliteli yünlü kumaşların ana kaynağı haline gelmiştir (Simm ve ark., 2022). 200 yıl önce Fransızlar İber merinosunu iyileştirmiş ve Ramboillet Merino ve Merino Precoce gibi 2 beyaz ırk yapılandırmışlardır. Daha sonra birçok ülkede siyah merinos (renk için çekinik) melezleme ile Merino Precoce ve Fleischschaf (Alman Merinosu) ile çaprazlanmış ve siyah yünü boyamanın imkansızlığı nedeniyle beyaz merinos oluşturulmuştur (Perloiro, 2018). Günümüzde yapağı üretimi için özelleşmiş ülkelerin çoğunda, yapağı genellikle merinos koyunlarından elde edilmektedir (Simm ve ark., 2022). Merinos denildiğinde akla ilk olarak kaliteli yapığı gelmektedir. “Merinos” kelimesi İspanya'da 15. yüzyılın başlarına kadar belgelenmemiştir ve kökeni tartışmalıdır. İspanyol merinos kelimesinin kökeni ile ilgili 2 görüş bulunmaktadır (Vigneux ve Pascual, 1989):

Koyun otlaklarını da denetlemiş olabilecek bir Leonese resmi müfettişi (merinos) olan bir merindad'ın adının koyuna uyarlaması olabilir. Merindad, bir eyaletten daha küçük ancak bir belediyeden daha büyük bir ülke alt bölümü için Orta Çağ İspanyol idari terimidir. Bir merindadta sorumlu görevli merinos diye isimlendirilirdi, bu görevli kabaca İngiliz kontuna veya icra memuruna eşdeğerdi. Bu kelime, Orta Çağ Latince maiorinus'tan, bir köyün görevlisi veya baş yetkilisi, “daha büyük” anlamına gelen maior'dan gelmektedir. Ancak, maiorinus veya merinos olarak adlandırılan bu memurun koyunlarla ilgili herhangi bir görevi olduğuna dair Leonese veya Kastilya yasalarının hiçbirinde işaret yoktur ve merinosun ilk belgelendiği geç tarih, erken bir Orta Çağ sulh yargıcının adıyla herhangi bir bağlantıyı mantıksız kılmaktadır (Klein, 1920).

Aynı zamanda, 12. ve 13. yüzyıllarda İber yarımadasının güneybatısında yer alan bir Imazighen kabilesi olan Marini (veya İspanyolcada Benimerines) adından da geliyor olabilir. Bu görüşü, Orta Çağ İspanyolcası pastoral terimlerinin Arapça veya Berberi dillerinden türetilmiş olması bir miktar desteklemektedir (Butzer, 1988). Bununla birlikte, Marinidler İspanya'dayken merinos koyunları için 12. yüzyıl kökenine dayanan bir etimoloji kabul edilebilir değildir; çünkü cinsin kökeni çok daha sonra meydana gelmiş olmalıdır (Lopéz, 1996).

Merinos karakteristik olarak çok ince ve yumuşak yüne sahip evcil bir koyun ırkıdır. Merinos koyunu, Orta Çağ'ın sonlarına doğru İspanya'da bulunmaktaydı ve birkaç yüzyıl boyunca sıkı bir şekilde İspanya'nın tekelindeydi. Hatta merinos koyunun ihracatı yasaktı ve bunu deneyenler ölüm cezasına çarptırılmaktaydı (Porter ve ark., 2016). Bu yasak kalktıktan sonra 18. yüzyıl süresince diğer ülkelerdeki merinos sürülerinin temelini oluşturmak için İspanya'dan ihraç edilen merinoslar ve ülkelerde bulunan yerli ırklar kullanılmıştır. 1723'te bazı merinoslar İsveç'e ihraç edilmiştir, ancak ilk büyük merinos ihracatı 1765'te İspanya Kralı

III. Charles tarafından gerçekleştirilmiştir. Saksonya'daki kuzeni Prens Xavier ihraç etmiştir. 1774'te Saksonya'ya, 1775'te Macaristan'a ve 1786'da Prusya'ya daha büyük ihracatlar gerçekleştirilmiştir (Ciani ve ark., 2015). 1786'da Fransa Kralı XVI. Louis, kuzeni İspanya Kralı III. Charles'tan 300'den fazla İspanyol merinosu (318 koyun, 41 koç, 7 kısırlaştırılmış koç) satın alarak, Fransa'nın Rambouillet bölgesindeki Kraliyet Çiftliği'nde ilk damızlık çiftliğini kurmuştur (Stewart, 1898).

19. yüzyılın başlarındaki İspanya Yarımada Savaşı, ince yapağı üzerindeki İspanyol tekeline kıvrarak yerel yapağı endüstrisinde bir düşüşe yol açmıştır. Bunun ve İngiltere'deki ve başka yerlerdeki tekstil fabrikalarının artan ince yapağı talebinin bir sonucu olarak, çok sayıda İspanyol Merinos sürüleri Pireneler üzerinden Fransa'ya götürülmüştür. Daha sonraları da doğrudan veya dolaylı olarak etkileri bugün de devam eden Kuzey ve Güney Amerika, Güney Afrika ve Avustralya'ya sevk edilmiş ve büyük sayılara ulaşılmıştır. Merinos, 1842'de Yeni Güney Galler'den Yeni Zelanda'ya getirilmiştir. Bu getirilen popülasyonun Yeni Zelanda'nın daha yağışlı iklimine ve iyileştirilmiş meralarına pek uygun olmadığı gözlenmiştir. Dolayısıyla, mevcut koyun popülasyonunun sadece %5'i safkan merinostan oluşmaktadır. 1800'lerin ortalarından sonlarına kadar merinos ırkı ile esas olarak Lincoln ırkı melezlenerek Corridale ırkı geliştirilmiştir (Simm ve ark., 2022).

Orijinal türden çok sayıda tanınmış ırk, soy ve varyant geliştirilmiştir. Bunlar arasında diğerlerinin yanı sıra Amerika kıtasında Amerikan merinosu ve Delaine merinosu; Okyanusya'da Avustralya merinosu, Booroola merinosu ve Peppin merinosu; Avrupa'da Gentile di Puglia (İtalyan merinosu), Merinolandschaf ve Rambouillet sayılabilir (Ciani ve ark., 2015).

Günümüzde merinos ve merinos soylarından türeyen ırklar tüm dünyaya yayılmıştır. Bununla birlikte, artık nesli tükenmekte olan ırklar olarak kabul edilen ve genetik iyileştirme konusu olmayan birçok Avrupa merinos ırkının sayısında önemli bir düşüş gerçekleşmiştir. İspanya'da şu anda iki popülasyon bulunmaktadır, en yaygını Extremadura eyaletinde olan ticari merinos sürüleri ile Cordoba yakınlarındaki bir damızlık yetiştirme merkezinde geliştirilen ve korunan tarihi bir İspanyol merinos ırkıdır. Safkan bir soyun korunmasını sağlamak için, ana geleneksel İspanyol genetiği taşıyan koyunlardan seçilerek yetiştirilen tarihi İspanyol soyu, akrabalı yetiştirme belirtileri sergilemektedir. Muhtemelen, et üretimi için daha uygun bir soy yaratmak için 1960'lardan beri İspanyol olmayan merinos türevi ırklarla melezlemelerden dolayı, günümüz merinos sürüleri önemli genetik çeşitlilik göstermektedir (Ciani ve ark., 2015). Resim 1'de İspanya'da Ekstremadura Özerk bölgesindeki Cáceres şehri otlaklarındaki bir merinos sürüsüne ait görseller verilmektedir.



Resim 1. İspanya'da Ekstremadura Özerk bölgesindeki Cáceres şehri otlaklarındaki bir merinos sürüsüne ait görseller (Anonim, 2021a)

*Picture 1. Images of a herd of merinos in the grasslands of the city of Cáceres in the Autonomous region of Extremadura in Spain (Anonym, 2021a)*

Farklı üretim yeteneklerine sahip birçok merinos soyu vardır. Örneğin, Alman Etçi Merinos ve Güney Afrika Dohne Merinos gibi et ve yapağı üreten çift verim yönlü soylar bunlar arasında sayılabilir. Ancak bugün dünya çapında en çok sayıda bulunan yapağı üretimi yönünde özelleşmiş tiplerdir. Özel yapağı üreten merinosların en büyük popülasyonu Avustralya'da bulunmaktadır. Avustralya ulusal sürüsünün daha küçük bir kısmı, Corriedale ve Polwarth gibi çift verim yönlü ırklardan oluşmaktadır (Simm ve ark., 2022).

## Merinos Irkları ve Genel Özellikleri

Merinos yünü inceliği genellikle 24  $\mu\text{m}$ 'den küçüktür. Temelde merinos ırklarına ait lif inceliği 5 gruba ayrılmaktadır. Bunlar:

- kaba yün (23-24,5  $\mu\text{m}$ ),
- orta yün (21-22,9  $\mu\text{m}$ ),
- ince yün (18,6-20,9  $\mu\text{m}$ ),
- süper ince yün (15-18,5  $\mu\text{m}$ ) ve
- ultra ince yün (11,5-15  $\mu\text{m}$ ) şeklinde sıralanabilir (Anonim, 1990). Dünya üzerinde birçok safkan merinos ve bunların diğer ırklarla melezlenmesiyle üretilmiş hibrit merinos ırkları mevcuttur. Merinoslar verim özelliği açısından yapağı yönlü ve et/yapağı yönlü olarak sınıflandırılabilirler. Aşağıda dünyadaki belli başlı yabancı merinos ırkları tanıtılmaktadır.

## Avrupa Irkları

### *Rambouillet (Rambulye veya Fransız merinosu)*

Rambouillet, Avustralya merinosu başta olmak üzere dünyada bulunan merinos sürülerinin temelini oluşturmaktadır. Rambouillet ismi aynı zamanda genetik olarak geliştirildiği yer olan Fransa'nın Kraliyet Devlet çiftliğinin bulunduğu Rambouillet kasabasından gelmektedir. Rambouillet Fransa'nın Île-de-France bölgesine bağlı Yvelines ilinde bulunan kapalı bir toplumun bulunduğu kasabadır. Rambouillet, Amerikan Koyun Endüstrisinin omurgası olarak kabul edilir ve çoğu batılı sürünün temelini oluşturur ve günümüzde en çok Amerika Birleşik Devletleri'nde yetiştirilmektedir. Rambouillet koyunları tamamen İspanyol merinosundan gelmektedir. Aslında, 1786'da XVI. Louis Rambouillet'teki mülkü için 386 İspanyol merinosu ithal ettiğinde geliştirilen merinosun Fransız versiyonudur. Adını Fransa'daki kasabadan almasına rağmen, bu ırk, gelişiminin çoğunu Almanya ve Amerika Birleşik Devletleri'ne borçludur. Rambouillet koyunları, arzu edilen bir karkas ve kaliteli ince yün üreten çift verim yönlü bir koyundur. Rambouillet koyunları büyük cüsseli, sağlam yapılı, güçlü bir sürü içgüdüsüne sahip ve uzun ömürlü koyunlardır. Erkekler 110-135 kg, dişiler 70-90 kg ağırlıktadır. Yapağı verimi 3,5-8 kg, lif uzunluğu 60-110 mm ve lif inceliği 18,5-24  $\mu\text{m}$ 'dir (Anonim, 2021b; Anonim, 2021c). Resim 2'de Rambouillet koçuna ait görseller verilmektedir.



Resim 2. Rambouillet koçuna ait görsel (Benz Rambouillet, 2021; Helle Rambouillet, 2021)  
*Picture 2. Image of Rambouillet ram (Benz Rambouillet, 2021; Helle Rambouillet, 2021)*

Türkiye’de de kaliteli yapağı ihtiyacını karşılamak amacıyla merinoslaştırma çalışmaları yapılmıştır. Eskişehir Çifteler Tarım İşletmesi’nde Dağlıç koyunları ile Rambouillet koçları melezlenerek %65-70 Rambouillet ve %30-35 Dağlıç kanına sahip orta kalite yapağı üreten ve “Ramliç” adıyla anılan bir tip elde edilmiştir (Atav ve Buğdaycı, 2022).

### ***Alman merinosları***

Merinolandschaf, Merinofleischschaf ve Merinolangwollschaf olmak üzere üç Alman merinosu vardır (Anonim, 2021b).

Merinolandschaf (Wurttemberger), Güney Almanya’daki yerli koyunlarla Fransız ve İspanyol merinoslarının melezlenmesiyle elde edilmiştir. Rambouillet koyunu gibi bu ırk da dünyadaki birçok merinos ırkının geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmıştır. Bugün için Almanya’daki koyun popülasyonunun %40’ını oluşturmaktadır (Anonim, 2021b; Anonim, 2021c). Yapağı ağırlığı dişilerde 4-5 kg, erkeklerde 6,5-7 kg; lif inceliği ise 26-28  $\mu\text{m}$ ’dir (Neelsen, 2021). Resim 3’te Merinolandschaf koçuna ait görseller verilmektedir.



Resim 3. Merinolandschaf koçuna ait görsel (Anonim, 2021d)  
*Picture 3. Image of Merinolandschaf ram (Anonym, 2021d)*

Merinofleischschaf (Alman et merinosu, Précoce), kurak alanlar veya tarım alanlarında yoğun üretim için uygundur. Son derece dayanıklıdır ve her türlü iklime ve bakım koşullarına kolayca uyum sağlamaktadır. İyi et verimine sahip olup kolay büyümektedir. Mevsimsel olmayan üreme döngüsü (2 yılda 3 üreme), yüksek doğurganlık ve iyi annelik içgüdüleri, Merinofleischschaf’ı yoğun süt kuzusu üretimi için iyi bir seçim haline getirmektedir. Erkekler 120-140 kg, dişiler 70-80 kg’dır. Lif inceliği 22-28  $\mu\text{m}$  olup erkekler 4-7 kg, dişiler ise 3,5-6 kg yapağı vermektedir (Neelsen, 2021). Resim 4’te Merinofleischschaf koçuna ait görseller verilmektedir.





Resim 4. Merinofleischschaf koçuna ait görsel (Çelebi, 2021)  
*Picture 4. Image of the Merinofleischschaf ram (Çelebi, 2021)*

Merinolangwollschaf, 1971'den sonra Merinolandschaf, Kuzey Kafkas Et Koyunu, Lincoln ve Corriedale ırklarının melezlenmesiyle yaratılmıştır (Anonim, 2021e). Erkekler 130-140 kg, dişiler 80-90 kg'dır. Lif inceliği 28-32  $\mu\text{m}$  olup yapağı verimi dişilerde 6-7 kg, erkeklerde 9-11 kg'dır (Neelsen, 2021). Resim 5'te Merinolangwollschaf koçuna ait görseller verilmektedir.



Resim 5. Merinolangwollschaf koçuna ait görsel (Anonim, 2021e)  
*Picture 5. Image of the Merinolangwollschaf ram (Anonym, 2021e)*

Türkiye'de Alman yapağı/et merinosu ile yerli ırklarımızın melezleme çalışmaları yapılmış ve Karacabey merinosu (Türk merinosu), Anadolu merinosu, Orta Anadolu merinosu (Konya merinosu) ve Malya koyunu olmak üzere 4 tip yerli merinos melezi koyun ırkları oluşturulmuştur. Yaklaşık %90-95 merinos genotipi taşıyan Karacabey merinosu Karacabey tarım işletmesinde Alman yapağı/et merinosu ile en kaliteli yapağı verimine sahip yerli ırkımız olan Kıvırcık koyununun melezlenmesiyle elde edilmiştir. Anadolu merinosu, Alman yapağı/et merinosu ile Akkaraman'ın melezlenmesiyle Polatlı ve Altınova Tarım İşletmelerinde elde edilmiştir. Anadolu merinosu'ndaki merinos kan seviyesi %75-80 dolayındadır. Diğer taraftan Konya Tarım İşletmesinde elde edilen ve Anadolu merinosuna benzeyen merinos tipi ise "Konya merinosu" adıyla anılmaktadır. Bunlar yaklaşık %80 Alman et merinosu ve %20 Akkaraman genotipine sahiptir. İnce bir örnek yapağılı koyun elde etmek için Malya Tarım İşletmesi'nde Merinos x Akkaraman kombinasyon melezlemesi ile %35-40 merinos kanı taşıyan ve "Malya koyunu" olarak anılan yarım yağlı kuyruklu bir tip geliştirilmiştir (Atav ve Buğdaycı, 2022).



### ***Gentile di Puglia (İtalyan merinosu)***

Gentile di Puglia, birçok isim almaktadır. Bunlar; Merino di Puglia, Pugliese Migliorata, Merino d'Italia, Merino Gentile veya İtalyan merinosudur. Güney İtalya'nın Puglia bölgesinde yüksek yerlerde yetiştirilen ince yünlü yerli bir koyundur (Anonim, 2021f). Gentile di Puglia, önce 15. yüzyılda Aragonlu V. Alfonso ve daha sonra Foggia yakınlarında geniş mülkleri olan Napoli'nin Bourbon kralları tarafından İspanya'dan getirilen merinos koçlarıyla yerel koyunların melezlenmesiyle üretilmiştir. Asıl gelişimi 19 yüzyılda İtalya'nın birleşmesinden sonra, yünün kalitesini daha da iyileştirmek amacıyla ithal Fransız Rambouillet ve Alman Merinolandschaf koyunlarla melezleme yapılarak sağlanmıştır. Erkekler 67 kg, dişiler 43 kg ağırlıktadır. Yüksek kalitede yünleri vardır. Yapağı verimi erkeklerde 6 kg, dişilerde 3,5 kg olup lif incelikleri 18-22  $\mu\text{m}$ 'dir (Bigi ve Zanon, 2008). Resim 6'da Gentile di Puglia koçuna ait görsel verilmektedir.



Resim 6. Gentile di Puglia koçuna ait görsel (Anonim, 2021g)  
*Picture 6. Image of Gentile di Puglia ram (Anonym, 2021g)*

### **Amerika Irkları**

#### ***Delaine merinosu***

Delaine merinosu, 1.200 yıldan uzun süredir aralıksız bir ıslah ile İspanyol merinosundan geliştirilmiştir. Modern Delaine merinosları, nispeten düzgün gövdeli, orta büyüklükte, beyaz yüzlü, bacakları yünlü, dayanıklı, uzun ömürlü, iyi gelişmiş bir sürü içgüdüsüne sahip ve yardımsız kuzulamaya adapte olmuş koyunlardır. Ağırlıklı olarak Teksas, Ohio, Pennsylvania ve diğer eyaletlerin uç, tepelik bölgelerinde bulunurlar. Uzun bir üreme mevsimi vardır ve çok kaliteli, ince yünlü yapağılar üretirler. Lif incelikleri 17-22  $\mu\text{m}$ ; lif uzunluğu 65-110 mm ve yapağı verimleri 4-6,5 kg'dır (Anonim, 2021c). Resim 7'de Delaine merinosu koçuna ait görsel verilmektedir.



Resim 7. Delaine Merinosu koçuna ait görsel (Anonim, 2021h)  
*Picture 7. Image of Delaine Merino ram (Anonym, 2021h)*

***Debouillet***

Debouillet 1920’de New Mexico’da Delaine merinos ve rambouillet melezlenerek geliştirilmiştir. Güneybatı Amerika Birleşik Devletleri’nin mera koşullarına iyi adapte edilmiştir. Debouillet, yüzünde ve bacaklarında beyaz tüyleri olan orta boy bir ırktır. Kurak koşullar altında dayanıklı, sürü halinde yaşamaya ve yardım olmadan merada kuzulamaya uygundur. Çok kıvrımlı yüksek kaliteli ince yünlü bir yapağı üretmektedir. Dişiler 55-70 kg, erkekler 80-110 kg ağırlıktadır. Lif inceliği 18,5-23,5  $\mu\text{m}$ ; lif uzunluğu 75-125 mm ve yapağı verimi 4,5-8 kg’dır (Anonim, 2021b). Resim 8’de Debouillet koçuna ait görsel verilmektedir.



Resim 8. Debouillet koçuna ait görsel (Anonim, 2021i)  
*Picture 8. Image of Debouillet ram (Anonym, 2021i)*

**Asya Irkları*****Xinjiang merinosu (Çin merinosu)***

Xinjiang merinosu Çin ırklarının ilkleri arasındadır ve diğer bazı ırkların oluşumunda rol oynamıştır. Orijinal melezleme 1935’ten itibaren Précoce ve Novocaucasian merinos koçları ile Kazak yağlı kuyruklu ve Moğol koyunları arasında gerçekleşmiştir. Avustralya koçları, 1970’lerde Xinjiang ırkının geliştirilmesinde sınırlı bir ölçüde kullanılmıştır. Elde edilen Xinjiang merinosu, yün üretimine ve vücut ağırlığına odaklı çift amaçlı bir koyundur. Lif inceliği 20-25  $\mu\text{m}$  ve yapağı verimi 6 kg’dır (Anonim, 2021b; Anonim, 2021j). Resim 9’da Xinjiang merinosu koçuna ait görsel verilmektedir.



Resim 9. Xinjiang merinosu koçuna ait görsel (Luxiao, 2021)  
*Picture 9. Image of Xinjiang merino ram (Luxiao, 2021)*

***Sovyet merinosu***

Sovyet merinosu, Asyadaki en çok sayıda ve en yaygın ince yünlü koyun ırkıdır. Kuzey Kafkasya’da, Volga bölgesinde, Urallarda, Rusya ve Kazakistan’ın orta bölgelerinde yetiştirilmektedir. Yetiştirildikleri birçok farklı doğal ve ekonomik koşullar ve köken

farklılıkları nedeniyle Sovyet merinosları üretkenlik ve yapı bakımından kendi aralarında büyük farklılıklar göstermektedir. Sovyet merinosu, ülkenin çeşitli yerlerinde yerel kaba yünlü koyunların farklı ırk gruplarına ait ince yünlü koçlarla melezlenmesiyle elde edilmiştir. İlk aşamalarda (1925-1930) Amerikan Rambouillet ve Askan koçları yapıyı güçlendirmek ve yün üretimini artırmak için yaygın olarak kullanılmıştır. Daha sonra (1930-1946) Rambouillet ve Avustralya merinosları kullanılmıştır. Kafkas, Stavropol, Grozny ve Altay geliştirildiğinde bu ırkların koçları da Sovyet merinosunu geliştirmek için kullanılmıştır. 1938'de elde edilen ince yünlü koyunlara Sovyet merinosu adı verilmiştir. Sovyet merinosu dişileri 45-55 kg, erkekleri 90-125 kg ağırlıktadırlar. Yapağı özellikleri; lif inceliği 20-22  $\mu\text{m}$ , lif uzunluğu 75-90 mm'dir. Yapağı verimi ise dişilerde 5,5-7 kg iken erkeklerde 11-12 kg'dır (Semyonov ve Selkin, 1989). Resim 10'da Sovyet merinosu koçuna ait görsel verilmektedir.



Resim 10. Sovyet merinosu koçuna ait görsel (Domnich, 2021)

*Picture 10. Image of Soviet merino ram (Domnich, 2021)*

#### ***Arkhar-Merinos (Kazak merinosu)***

Kazak Arkhar-merinos, Kazak SSR Bilimler Akademisi'nin Kurmektinski deney istasyonunda 1934 ve 1950 yılları arasında geliştirilmiştir. İstasyon, Alma Ata bölgesinin Kungei ve Zailiiskii Alatau dağlarında, deniz seviyesinden 2200 metre yükseklikte yer almaktadır. İrk, Novocaucasian merinos, Précoce ve Rambouillet ırklarının ince yünlü koyunları ile yabani arkhar koçlarının ırklar arası melezlenmesine dayanmaktadır. Amaç, merinosun değerli niteliklerine (ince ve kıvrımlı yünü, erken olgunluk ve iyi et kalitesi) ve 2500-3000 m rakımlardaki dağ meralarında yıl boyu yaşayabilme adaptasyon kabiliyetine sahip yeni bir ince yünlü koyun ırkı geliştirmektir. Dişiler 55-60 kg (maks. 90), erkekler 90-100 kg (maks. 150 kg) ağırlıktadır. Yapağı özellikleri, 22-24  $\mu\text{m}$  ve lif uzunluğu 70-100 mm'dir. Yapağı verimi ise dişilerde 3-3,5 kg, erkeklerde 7-8 kg'dır (Semyonov ve Selkin, 1989). Resim 11'de Arkhar-merinos koçuna ait görseller verilmektedir.



Resim 11. Arkhar-merinos koçuna ait görsel (Brent, 2021)

*Picture 11. Image of Arkhar-merino ram (Brent, 2021)*

## Okyanusya Irkları

### *Avustralya merinosları*

Avustralya merinos koyunları, isimlerini ve temel görünümelerini İspanyol merinos ırkından alsalar da, kendi başlarına ayrı bir ırktırlar. Avustralya’da ülkenin özel koşullarına göre geliştirilmiş ve uyarlanmışlardır. Tüm Avustralya koyunlarının yüzde 80’inden fazlası saf merinostur, geri kalanların çoğu en azından kısmen merinos kanı taşımaktadır. Merinoslar temel olarak yüksek yapağı verimi ve ince yünleri için yetiştirilmektedirler. Merinos koyunları Avustralya’ya Cape Kolonisi, İngiltere, Saksonya (Güney Doğu Almanya), Fransa ve Amerika’dan getirilmişlerdir. Avustralya merinosu tek bir homojen ırk değil, kökenleri ne olursa olsun hepsi benzersiz Avustralyalı olan bir dizi koyun soyudur. Merinosun gelişimini belirleyen en önemli faktör, çevreye uygunluk şartı olmuştur. Avustralya’da birçok merinos ırkı bulunsa da temelde 4 merinos tipi mevcuttur. Bunlar;

- Peppin tipi,
- Sakson tipi,
- Güney Avustralya tipi ve
- Boynuzsuz (Poll) merinostur (Anonim, 2021f).

Peppin merinosu, Peppin kardeşler tarafından Yeni Güney Galler’in Riverina bölgesindeki Wanganella kasabası yakınlarındaki çiftliklerinde geliştirilmiştir. Peppin merinosunu geliştirirken Rambouillet, Sakson merinosu, Amerikan Vermont merinosu koçları ile yerli damızlık koyunlardan faydalanmışlardır (Cottle, 1991; Hone, 2006). Peppin merinosunun başarısı, yaklaşık 20 farklı koyun ırkının karışık atalarından kaynaklanmaktadır (McEwen, 2021). Peppin kardeşler (George ve Frederick) 1874’te ilk damızlık dişi ve erkek koyunlarını elde etmişlerdir (Hone, 2006). Bugün Avustralya’daki en yaygın merinos ırkıdır ve Avustralya için o kadar önemlidir ki, yün üreticileri koyunları genellikle peppin olanlar ve peppin olmayanlar olmak üzere ikiye ayırmaktadırlar (Anonim, 2021k). Bugün için Avustralya’daki koyunların %70’inin Peppin merinosundan geldiği söylenmektedir (Anonim, 2021f). Yün inceliği 20-23  $\mu\text{m}$ , lif uzunluğu 90-100 mm, kıvrım 11,5 adet/inç, yapağı ağırlığı dişilerde 6 kg ve erkeklerde 10 kg’dır. Seleksiyon ile daha ince lif ve 18 kg’a kadar yapağı veren şampiyon koçlar da vardır (Dun ve Hayward, 1962; Cottle, 1991; Anonim, 2021k). 19,6 - 22,5 yün Avustralya yününün % 39’la en büyük payını temsil etmektedir (Macpherson, 2012). Resim 12’de Peppin merinosu koçuna ait görseller verilmektedir.



Resim 12. Peppin merinosu koçuna ait görsel (Anonim, 2021l)

*Picture 12. Image of Peppin merino ram (Anonym, 2021l)*



Sakson tipi, kendi içerisinde lif inceliğine göre 3'e ayrılmaktadır. Bunlar; ultra ince (Sharlea), süper ince ve ince lifli merinostur (Macpherson, 2012).

Sharlea merinosu yünü o kadar değerlidir ki, genellikle mazgallı bir ağılda kapalı sistem olarak yetiştirilmekte ve yünlerini korumak amacıyla koyunlara koruyucu giysiler giydirilmektedir. Giydirilen giysiler 3 ayda bir değiştirilmektedir (Anonim, 2021m). Avustralya'da Victoria, New South Wales ve Queensland'de yoğunlaşan ve tahmini 25.000 koyundan oluşan 40 ultra ince yün işletmesi bulunmaktadır. Sharlea yetiştiricileri genellikle koyunlarını 10-15 koyundan oluşan bölmelerde yetiştirmektedirler. Küçük ve hassas bir ırktır. (Anonim, 2021n). Sharlea yünü 11,5-15  $\mu\text{m}$ , koyun başı ortalama 1-2 kg ve %75 randımanda yün vermektedir (Anonim, 2021m). Resim 13'te sharlea merinosu sürüsüne ve sharlea merinosuna ait görseller verilmektedir.



Resim 13. Sharlea merinosuna ait görsel (Anonim, 2021m)

*Picture 13. Image of Sharlea merino (Anonym, 2021m)*

Bir diğer Sakson merinosu süper ince yün veren tiptir. New South Wales'in New England ve Yass Bölgelerinde, Victoria'nın Batı Bölgesinde ve Tazmanya'nın Midlands bölgesinde bulunmaktadır. Bu koyunlar küçük boyutlu, kompakt, kaliteli yünlü, yoğun örtülü, yumuşak tutamlı, mükemmel beyaz renkli, 70 milimetre elyaf uzunluğuna sahip ve 18  $\mu\text{m}$  ve daha ince yün üretmektedirler (74's-80's-90's). 18,5  $\mu\text{m}$  ve daha ince olan çok ince yün, Avustralya yününün % 22,95'ini temsil etmektedir (Macpherson, 2012). Resim 14'te süper ince yapağıya sahip Sakson merinosu koçuna ait görsel verilmektedir.



Resim 14. Süper ince yapağıya sahip Sakson merinosu koçuna ait görsel (Macpherson, 2012)

*Picture 14. Image of Saxon merino ram with superfine fleece (Macpherson, 2012)*

Son Sakson merinosu ince yün veren tiptir. Esas olarak Yeni Güney Galler'in yaylalarında, Victoria'nın güney bölgelerinde, Batı Avustralya'nın güneybatısında ve Tazmanya'nın Midlands bölgesinde bulunur. Orta büyüklükte, kompakt çerçevesi, iyi yünlü, yumuşak, parlak beyaz renkli, yoğun yapağılı, 75 mm stapel uzunluğunda ve 19 mikron inceliğinde yün üretmektedir (70's). 18,6 – 19,5 mikron arası ince yün, Avustralya yününün

%16'sını temsil etmektedir (Macpherson, 2012). İnce lifli Sakson merinosuna ait görsel Resim 15'te verilmektedir.



Resim 15. İnce lifli Sakson merinosuna ait görsel (Macpherson, 2012)  
*Picture 15. Image of fine fiber saxon merino (Macpherson, 2012)*

Peppin merinosu eğimli araziler, ovalar ve ılıman iklimler için geliştirilmişken, Güney Avustralya merinosu kurak bölgeler için geliştirilmiştir. Güney Avustralya merinosu ülkedeki merinos ırklarının fiziksel olarak en büyük olanıdır. Peppin ırkına kıyasla daha uzun, geniş ve ağırlardır. Avustralya'daki merinos ırkları arasındaki en kaba liflere (22,6  $\mu\text{m}$  ve üstü) sahiptirler (Anonim, 2021k). Resim 16'da Güney Avustralya merinosu koçuna ait görsel verilmektedir.



Resim 16. Güney Avustralya merinosu koçuna ait görsel (Anonim, 2021o)  
*Picture 16. Image of South Australian merino ram (Anonym, 2021o)*

Boynuzsuz merinos, diğer merinoslara kıyasla yeni bir ırktır ve birden fazla alt genotipi vardır. Bunlara Poll merinos veya ülkemizde “kabak” denmektedir. Çekinik boynuzsuz genlerinin merinosta uzun yıllardır var olduğuna inanılmaktadır ve Avustralya'da merinos ırkının gelişimi sırasında boynuzsuz erkek kuzulara yaygın olarak “sport” denilmiştir. Boonoke Boynuzsuz merinos çiftliği, 1934'te Otway Falkiner tarafından kurulmuştur. Bu, boynuzsuz merinosun ticarileşmesindeki ilk girişim olarak kabul edilmektedir. Otway Falkiner çiftliğinde doğan 9.000 koçtan yalnızca 13 tanesinin boynuzsuz olduğunu gözlemlemiştir. Bu 13 koçtan damızlık olarak 8 tanesini seçmiş ve sonraki yıl 400'den fazla koyunla çiftleştirmiştir. Sonuç olarak boynuzsuz saf bir merinos ırkı geliştirilmiştir. Boynuzsuz hayvanların avantajları arasında daha hızlı olgunlaşmaları, boynuzların kurtlanması kaynaklı oluşan dış parazit (kurt sineği) saldırılarına daha az maruz kalmaları, boynuzların yol açabildiği engellemeler olmadığından yemliklerden daha iyi yararlanabilmeleri, olası koç kavgalarında ölümcül yaralanmalara maruz kalmamaları ve boynuzların çit veya çalılara takılması probleminin olmaması sayılabilir. Sonuç olarak bakımları boynuzlu merinoslara kıyasla daha kolaydır.

Boynuzsuz merinosun seçimi ve gelişimi büyük ölçüde “sürü içi” bazında olduğu için, Avustralya’nın tüm merinos bölgelerine dağılmıştır ve tüm merinos soylarında bu gen mevcuttur (ince, orta ve kaba yün türleri) (Anonim, 2021k). Resim 17’de boynuzsuz merinos koçuna ait görseller verilmektedir.



Resim 17. Boynuzsuz merinos koçuna ait görsel (Anonim, 2021p)  
*Picture 17. Image of hornless merino ram (Anonym, 2021p)*

### ***Pollwarth merinosu***

Polwarth koyunları, 1880’de Avustralya Victoria’da geliştirilmiş et/yapağı amaçlı bir koyundur. Yüzde 75’i merinos ve yüzde 25’i Lincoln’dür. Merinoslar meralara çok dayanıklı olmadığı için geliştirilmişlerdir ve meralar için çok uygundurlar. Çoğunlukla Güney Avustralya’nın daha yüksek yağış alan bölgelerinde bulunmaktadır. Birçok ülkeye, özellikle de Güney Amerika’ya ihraç edilmişlerdir. Polwarth koçları boynuzlu veya boynuzsuz olabilmekte olup boynuzsuzluk baskındır (Australian Meat and Livestock Corporation, 1989; Anonim, 2021f). Geniş yapılı ve sağlam vücutludurlar. Lif inceliği 22-25  $\mu\text{m}$  ve lif uzunluğu ortalama 130 mm olup yüksek yapağı verimine sahiptirler. Yumuşak tuşeli bir yapağı üretmektedirler. Koyunlar 50-60 kg, koçlar 65-80 kg’dır. Irk içinde yapılan ıslahın önemli bölümü yün yönlerini geliştirmeye ve iyileştirmeye yöneliktir (Anonim, 2021f; Robson ve Ekarius, 2011). Resim 18’de Polwarth koçuna ait görseller verilmektedir.



Resim 18. Polwarth koçuna ait görsel (Anonim, 2021r)  
*Picture 18. Image of Polwarth ram (Anonym, 2021r)*

### ***Booroola merinosu***

Booroola merinosu, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) tarafından Avustralya’da üreme özelliği iyi olacak şekilde ıslah edilen Yeni Güney Galler’in güney yaylalarında ticari bir merinos sürüsünden geliştirilmiştir. Normal merinostan iki açıdan farklıdırlar. İlk olarak, üreme konusunda daha verimlidirler; doğurganlıkları yüksektir. Tek kuzulamada doğan kuzu sayısı, 1 ila 6 arasında değişmekte olup ortalama

2,4'tür. Melez Booroola merinosları dahi, aynı koşullar altında normal merinoslara kıyasla ortalama yüzde 20 daha fazla kuzu vermektedir. İkincisi, Booroola merinosları diğer koyun ırkları gibi mevsime bağlı değil yıl boyunca üreme yeteneğine sahiptir, yani üreme mevsimi uzundur. Koyunlarda döl verimi küçük etkili çok sayıda gen tarafından determine edilmektedir, kalıtım derecesi düşüktür ve çevresel faktörlerden oldukça fazla etkilenmektedir. Booroola merinosunun bu üretkenliği ise basit kalıtım yolu takip eden B geninden (aynı zamanda doğurganlık için F olarak da adlandırılır) kaynaklanmaktadır. B geni herhangi bir ırk koyuna aktarılabilir ve çevresel faktörlerden etkilenmemektedir. Booroola merinosu küçük boyutlu, yavaş büyüyen, beyaz bir yüze ve bacaklarında yüne sahip bir koyundur. Yoğun ve ince yünlü bir yapağıya sahiptir. Dişiler ortalama 40 kg iken erkekler 60 kg civarındadır. 4-7 kg kirli yapağı verimine sahiptirler. Randıman %55-70'tir. Lif inceliği 17-23  $\mu\text{m}$  ve lif uzunluğu 75-100 mm arasında değişmektedir (Anonim, 2021b; Anonim, 2021c). Resim 19'da Booroola merinosu koçuna ait görsel verilmektedir.



Resim 19. Booroola merinosu koçuna ait görsel (Anonim, 2021c)  
*Picture 19. Image of Booroola merino ram (Anonym, 2021c)*

## **Afrika Irkları**

### ***Güney Afrika merinosu***

Güney Afrika merinosunun tarihi, Hollanda Hükümeti'nin Cape'deki askeri komutan Albay Jacob Gordon'a iki İspanyol merinosu koçu ve dört İspanyol merinos koyunu bağışladığı 1789 yılına kadar dayanmaktadır. Daha sonraki yıllar (1891'den itibaren), Amerikan Vermont ve Avustralya Wanganella ve Peppin merinoslarını içermektedir. Avustralya çeşitlerinin Güney Afrika koşullarına daha uygun olduğu çok geçmeden anlaşılmıştır. Bunlar ilk yıllarda merinos ithalatının büyük kısmını oluşturmuştur. 200 yıllık bir süre boyunca uyarlanılabilir ve fonksiyonel özellikler için seçimle Güney Afrika merinosunun ortaya çıkmasını sağlamıştır. Canlı ağırlık erkeklerde 80-100 kg, dişilerde 50-70 kg; yapağı ağırlığı erkeklerde 5,5-10 kg, dişilerde 4,5-8 kg'dır. Lif inceliği ise 16-23  $\mu\text{m}$ 'dir (Anonim, 2021s). Resim 20'de Güney Afrika merinosu koçuna ait görseller verilmektedir.





Resim 20. Güney Afrika merinosu koçuna ait görsel (Anonim, 2021t)  
*Picture 20. Image of a South African merino ram (Anonym, 2021t)*

### ***Güney Afrika et merinosu***

Güney Afrika et merinosu bir yapağı/et koyunudur. Alman et merinos koyunundan geliştirilmiş olup, Güney Afrika'nın çoğu çevresel koşullarına uyum sağlamıştır (Anonim, 2021b). 1932'de Güney Afrika Tarım Bakanlığı tarafından bir üreme programı için Almanya'dan ithal edilmişlerdir. Alman et merinosunun Güney Afrika koşullarına uyum sağlamasıyla benzersiz bir merinos elde edilmiştir. Bu nedenle, 1971'de Güney Afrika et merinosu ismini almıştır. Gerçek bir et/yapağı koyunudur ve üreme yeteneği ile ünlüdür. Erkekler ortalama 125 kg, dişiler 70 kg ağırlığındadır. Yapağı verimi 3,5 kg ve lif inceliği 22,5  $\mu\text{m}$ 'dir (Anonim, 2021s). Resim 21'de Güney Afrika et merinosu koçuna ait görsel verilmektedir.



Resim 21. Güney Afrika et merinosu koçuna ait görsel (Anonim, 2021b)  
*Picture 21. Image of South African meat merino ram (Anonym, 2021b)*

### ***Dohne merinos***

Dohne merinos, Güney Afrika Tarım Bakanlığı tarafından Peppin merinosu koyunları ve Alman et merinosu koçları kullanılarak geliştirilen iki verim yönlü bir merinostur. Dohne merinosu ticari mera koşulları altında yüksek doğurganlık, hızlı kuzu büyüme oranı ve ince merinos yünü için geliştirilmiştir. Yetiştirme programı 1939'da başlatılmıştır ve 1966'da Breed Society kurulmuştur. 1970'den beri seçim, performans, döl testleri ve kapsamlı üretim kayıtları yardımıyla sürüler ıslah edilerek kayıt altında tutulmaktadır (Anonim, 2021f). Dohne merinos koçları 80 ila 100 kg iken, koyunlar 50 ila 65 kg ağırlığındadır. Yıllık yapağı üretimi 3,5-5 kg ve lif inceliği 17-21  $\mu\text{m}$ 'dir (Anonim, 2021s). Resim 22'de Dohne merinosu koçuna ait görseller verilmektedir.



Resim 22. Dohne merinosu koçuna ait görsel (Anonim, 2021u)

*Picture 22. Image of Dohne merino ram (Anonym, 2021u)*

## Sonuç ve Öneriler

Dünya genelinde çok çeşitli koyun ırkları bulunmakla beraber, tekstil endüstrisinin kullandığı kaliteli yün esas olarak merinos ırkından gelmektedir. Günümüzde merinos ve bunların soylarından türeyen ırklar dünyanın her yerine yayılmış durumdadır. Artık safkan merinosların yanı sıra bunların diğer ırklarla melezlenmesiyle üretilmiş hibrit genotipler de mevcuttur. Ülkemizde de bu şekilde kaliteli yapağı ihtiyacını karşılamak amacıyla merinoslaştırma çalışmaları yapılmış ve bunun sonucunda Karacabey merinosu (Türk merinosu), Anadolu merinosu, Orta Anadolu merinosu (Konya merinosu), Malya koyunu ve Ramlıç koyunu olmak üzere olarak 5 tip yerli merinos melezi oluşturulmuştur. Bu bilgilerin ışığı altında merinos koyunlarının tekstil endüstrisinin kaliteli yapağı ihtiyacını karşılamak üzere ülkemiz de dâhil olmak üzere dünyanın her yerine yayılmış olduğunu söyleyebiliriz. Yün elyafı tekstil endüstrisinde kullanılan diğer doğal ve sentetik tüm lifler içerisinde yaklaşık %1'lik gibi çok küçük bir paya sahip olsa da sahip olduğu üstün performans özellikleri nedeniyle katma değeri yüksek önemli bir hammaddedir. Bu nedenle, kaliteli yün üretiminin ülke ekonomisine sağlayacağı fayda önemlidir. Ülkemizde bulunan merinos ırklarını yapağı yönlü ıslah etmek büyük önem taşımaktadır. Bunun sağlanabilmesi için Avustralya iyi bir örnektir. Australian Wool Innovation Limited (AWI), Avustralya'daki yünün üretiminden ve kalitesinden sorumlu kuruluştur. AWI Avustralya'daki meraları, koyunları ve üreticileri denetlemektedir. Bu kapsamda meraları ve hayvanları ıslah etmekte ve çiftçileri yapağı yönlü koyun yetiştiriciliği (ıslah, besleme, refah ve kırım) konusunda eğitmektedir. Avustralya yün konusunda yıllarca sistemli çalışarak bugün kaliteli yün üretimi alanında dünyada zirvede bulunmaktadır.

## Teşekkür

TÜBİTAK'a 120M125 nolu proje kapsamında verdikleri destekten ötürü teşekkürü bir borç biliriz.

## Kaynaklar

Anonim. (1990). Australian wool classing: A text for the modern professional. Parkville, Victoria, Avustralya: Australian Wool Corporation.

- Anonim. (2021a). Erişim Adresi: <https://www.alamy.com/migratory-flock-of-merino-sheep-cceres-province-extremadura-spain-image60380397.html>. Erişim Tarihi: 03.11.2021
- Anonim. (2021b). Erişim Adresi: <http://afs.okstate.edu/breeds>, Erişim Tarihi: 11.11.2021
- Anonim. (2021c). Erişim Adresi: <https://www.sheepusa.org/resources-materials-breeditory>, Erişim Tarihi: 11.11.2021.
- Anonim. (2021d). Erişim Adresi: [https://www.facebook.com/merinolandschaftunguder/photos/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/merinolandschaftunguder/photos/?ref=page_internal), Erişim Tarihi: 22.11.2021
- Anonim. (2021e). Erişim Adresi: <https://www.thueringschafzucht.de/schafressen/merinoschafe.html>, Erişim Tarihi: 21.11.2021
- Anonim. (2021f). Erişim Adresi: <https://www.livestockoftheworld.com/Sheep/?Screenwidth=1200>, Erişim Tarihi: 11.11.2021.
- Anonim. (2021g). Erişim Adresi: <https://www.agraria.org/ovini/gentiledipuglia.htm>, Erişim Tarihi: 22.11.2021
- Anonim. (2021h). Erişim Adresi: [https://www.facebook.com/Texas-Delaine-Merino-Sheep-Association-105919378563092/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/Texas-Delaine-Merino-Sheep-Association-105919378563092/?ref=page_internal), Erişim Tarihi: 22.11.2021
- Anonim. (2021i). Erişim Adresi: <https://www.krwg.org/post/las-cruces-museum-adds-debouillet-sheep-breed-created-new-mexico>, Erişim Tarihi: 22.11.2021
- Anonim. (2021j). Erişim Adresi: <http://www.sheep101.info/breedsW-Z.html>, Erişim Tarihi: 21.11.2021
- Anonim. (2021k). Erişim Adresi: <https://merinos.com.au/australian-merino/>, Erişim Tarihi: 11.11.2021.
- Anonim. (2021l). Erişim Adresi: <http://www.pomanaramerinstud.com.au/breeding.html>, Erişim Tarihi: 11.11.2021
- Anonim. (2021m). Erişim Adresi: <https://alpenglowyarn.wordpress.com/2010/05/07/ultra-fine-merino-at-burrabliss-farm/>, Erişim Tarihi: 23.10.2022
- Anonim. (2021n). Erişim Adresi: <https://www.222handspun.com/blog/2018/9/1/sheep-breed-studies-january-2014-breed-box-from-namaste-farms>, Erişim Tarihi: 23.10.2022
- Anonim. (2021o). Erişim Adresi: <http://www.whiterivermerinos.com/commonwealth.htm>, Erişim Tarihi: 11.11.2021
- Anonim. (2021p). Erişim Adresi: [https://www.facebook.com/Nyowee-Poll-Merino-Stud-1085725574814930/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/Nyowee-Poll-Merino-Stud-1085725574814930/?ref=page_internal), Erişim Tarihi: 11.11.2021
- Anonim. (2021r). Erişim Adresi: <https://www.polwarth.com.au/?fbclid=IwAR0GiaBU0NrXZyJcvIQYU2ndYO5brT5KmVJswLP4R5w-GcJEPR5kcDSUfGw>, Erişim Tarihi: 21.11.2021
- Anonim. (2021s). Erişim Adresi: <https://web.archive.org/web/20090829200641/http://www.indigenusbreeds.co.za/local/sheep/dohne>, Erişim Tarihi: 21.11.2021
- Anonim. (2021t). Erişim Adresi: [https://www.facebook.com/mooihoekmerinos/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/mooihoekmerinos/?ref=page_internal), Erişim Tarihi: 21.11.2021

- Anonim. (2021u). Erişim Adresi: <http://www.kardiniadohnes.com.au/?fbclid=IwAR1oavz4cKDCq71fyqb7I8Ptd7EgDjMVvWgu9p5BeEY3GwX4fa8CaVJvYI0>, Erişim Tarihi: 21.11.2021
- Atav, R., ve Buğdaycı, B. (2022). Türkiye’de Kaliteli Yapağı Verimine Sahip Koyun Irkı Eldesinde Merinoslaştırma Faaliyetlerinin Geçmişi, Bugünü ve Geleceğine Genel Bakış ve Türk Merinosu (Karacabey Merinosu) Irkının Yapağı Özelliklerine İlişkin Önceki Çalışmalar, *Tekstil ve Mühendis*, 29: 127, 185- 197.
- Australian Meat and Livestock Corporation. (1989). *Handbook of Australian livestock* (bas. 3). Sidney, Avustralya: The Corporation.
- Benz Rambouillet. (2021). Erişim Adresi: [https://www.facebook.com/benzrambouillet/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/benzrambouillet/?ref=page_internal), Erişim Tarihi: 22.11.2021
- Bigi, D., ve Zanon, A. (2008). *Atlante delle razze autoctone: Bovini, equini, ovicaprini, suini allevati in Italia* (in Italian). Milan: Edagricole.
- Brent, L. (2021). Erişim Adresi: <http://crsps.net/wp-content/downloads/Global%20Livestock/Inventoried%207.17/2-2005-8-220.pdf>, Erişim Tarihi: 21.11.2021
- Butzer, K.W. (1988). *Cattle and Sheep from Old to New Spain: Historical Antecedents*. *Annals of the Association of American Geographers*. 78(1), 29-40.
- Ciani., E, Lasagna, E., ve D’Andrea, M. (2015). Merino and Merino-derived sheep breeds: a genome-wide intercontinental study. *Genetics Selection Evolution*, 47 (64), 1-11.
- Cottle, D.J. (1991). *Australian Sheep and Wool Handbook*. Melbourne, Australia: Inkata Press.
- Çelebi, T. (2021). Erişim Adresi: <https://www.facebook.com/groups/2701767446720592/user/100000625544979>, Erişim tarihi: 22.11.2021
- Domnich, V. (2021). Erişim Adresi: <https://www.dreamstime.com/editorial-stock-photo-sheep-breed-soviet-merino-looking-over-green-fence-image96650678>, Erişim Tarihi: 21.11.2021
- Dun, R.B., ve Hayward, L.T. (1962). The comparative production performance of South Australian and Peppin Merino ewes. *Proceedings of The Australian Society of Animal Production*, 4, 178-184
- Helle Rambouillet. (2021). Erişim Adresi: [https://www.facebook.com/HelleRambouillet/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/HelleRambouillet/?ref=page_internal), Erişim Tarihi: 22.11.2021
- Hone, J.A. (2006). Erişim Adresi: <https://adb.anu.edu.au/biography/peppin-frederick-4441>, Erişim Tarihi: 11.11.2021
- Klein, J. (1920). *The Mesta: A Study in Spanish Economic History 1273–1836*. Harvard University Press. 3–4.
- Lopéz, R.S. (1996). El origen de la oveja merina. *Ministerio de Agricultura y Pesca*. 121–134.
- Luxiao, Z. (2021). Erişim Adresi: <http://en.people.cn/n3/2016/0113/c90000-9002647.html>, Erişim Tarihi: 21.11.2021
- Macpherson, S. (2012). *Wool Marketing & Clip Preparation: Wool Classing*

- McEwen, S. (2011). Erişim Adresi: <https://www.maas.museum/inside-the-collection/2011/11/18/the-peppin-merino/>, Erişim Tarihi: 11.11.2021
- Neelsen. (2021). Erişim Adresi: <http://www.neelsengroup.com/de/zucht/schafe.html>, Erişim Tarihi: 22.11.2021
- Perloiro, T. (2018). The Portuguese Merino, 10th World Merino Conference, 7-15 April, Uruguay
- Porter, V., Alderson, L., Hall, S.J.G, ve Sponenberg, P.D. (2016). Mason's world encyclopedia of livestock breeds and breeding (bs. 6). Wallingford: CABI.
- Robson, D., ve Ekarius, C. (2011). The Fleece & Fiber Sourcebook. ABD: Storey Publishing.
- Semyonov, S.I., ve Selkin, I.I. (1989). Sheep. N.G. Dmitriev ve L.K. Ernst (ed.), Animal genetic resources of the USSR (böl. 4, s. 154-271). Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Simm, G., Pollott, G., Mrode, R., Houston, R., ve Marshall, K. (2022). Çiftlik hayvanlarının genetik ıslahı. M. İhsan Soysal (Ed.). Ankara, Türkiye: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Stewart, H. (1898). The domestic sheep: Its culture and general management. Şikago, ABD: American Sheep Breeder Press.
- Vigneux, C.J., ve Pascual, J.A. (1989). "Merino". Diccionario Crítico Etimológico Castellano e Hispánico. Vol. IV. Madrid: Gredos.



## Türkiye’de Organik Arıcılık

Ferhat DEMİR<sup>1</sup>, Zihni Serbay SANDALCIOĞLU\*<sup>1</sup>, Cengiz ERKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hakkari Üniversitesi, Çölemerik Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Hakkari, Türkiye

<sup>2</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Van, Türkiye

Ferhat DEMİR, ORCID No: [0000-0002-8096-4912](https://orcid.org/0000-0002-8096-4912), Zihni Serbay SANDALCIOĞLU, ORCID No: [0000-0002-5960-1009](https://orcid.org/0000-0002-5960-1009), Cengiz ERKAN, ORCID No: [0000-0003-3510-2800](https://orcid.org/0000-0003-3510-2800)

### MAKALE BİLGİSİ

### ÖZ

#### Derleme

*Çalışma 3. Uluslararası ve 12. Ulusal Zootekni Bilim Kongresinde sözlü olarak sunulmuş, özet olarak yayınlanmıştır.*

Geliş: 02.03.2023

Kabul: 11.04.2023

#### Anahtar Kelimeler

Türkiye

Bal arısı

Arı yetiştiriciliği

Organik arı yetiştiriciliği

#### \* Sorumlu Yazar

s.sandalcioglu@hakkari.edu.tr

Dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak ortaya çıkan daha fazla üretme zorunluluğu, gıda üretiminde güvenlik ve kalite gibi bazı özelliklerin göz ardı edilmesi ihtimalini doğurmuştur. Ancak zamanla beslenme bilincinin değişmesine ve gelir seviyesinin yüksek olmasına bağlı olarak bazı toplumlarda yeni talepler ortaya çıkmıştır. Bu yapı içerisinde şekillenen organik arıcılık, genel olarak ürünün organik bal dışında herhangi bir besin ve kimyasala maruz kalmadan elde edilmesi, bozulmamış ve kirleticilere karşı hassas alanlarda yetiştirilmesi, tüm aşamaların kontrol ve sertifikasyon ile denetlenmesi esasına dayanmaktadır. Arıcılıktan elde edilen gelirin artmasını sağlayan ve tüketicilerin istenilen özelliklere sahip ürünler tedarik etmesine olanak sağlayan organik arıcılık, Türkiye’de yeni bir model olarak gelişmektedir. Ancak hem doğal hem de kamusal kaynakların çok daha verimli kullanılması için bazı planların yapılması yerinde olacaktır. Bu amaçla hazırlanan bu çalışmada, ilgili mevzuat dikkate alınarak mevcut durum değerlendirilmiş, diğer yandan koloni yoğunluğunun arttığı ülkede kaynakların verimli kullanılmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

## Organic Beekeeping in Türkiye

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Review

*This study was presented as oral in “3<sup>rd</sup> International and 12<sup>th</sup> National Animal Science Conference” and was published as abstract only*

Received : 02.03.2023

Accepted : 11.04.2023

#### Keywords

Türkiye

Honeybee

Beekeeping

Organic beekeeping

#### \* Corresponding Author

s.sandalcioglu@hakkari.edu.tr

The necessity to produce more, which occurred in parallel with the rapid increase of the world population, has led to the possibility that certain characteristics such as safety and quality would be ignored in food production. However, over time, depending on the changes in awareness of nutrition and due to the high level of income, new demands have arisen in some societies. Organic beekeeping, which is shaped within this structure, is generally based on obtaining the product without exposure to any nutrients and chemicals other than organic honey, breeding in areas that are not deconstructed and vulnerable to pollutants, and inspecting all stages by the control and certification. Organic beekeeping, which allows to increase the income from beekeeping and allow consumers to supply products with the desired characteristics, is developing as a new model in Türkiye. However, it is appropriate to make some plans for the much more efficient use of both natural and publicly resources. In this study prepared for this purpose, the current situation was evaluated by taking into account the relevant regulation, and on the other hand, recommendations were made for the efficient use of resources in the country where colony density is increasing.

Lütfen aşağıdaki şekilde atıf yapınız / Please cite this paper as following;

## Giriş

Yuvalarından bal avcılığı yapılması, arılarla insanoğlunun bilinen en eski etkileşimlerinden biridir. İspanya’da keşfedilen ve 7000-8000 yıl öncesine dayandırılan resimlerde kayalarda asılı halde bal avcıları tasvir edilmektedir. Yine Anadolu’da yapılan kazılarda ortaya çıkan ve 9000 yıl öncesine ait olduğu düşünölen çanak çömleklerin bal mumu ile kaplı olduğu belirlenmiştir (Kritsky, 2017).

Ancak her iki belirleme ve benzerleri yetiştiricilik anlamı taşımamaktadır. Arı yetiştiriciliği olarak tanımlanabilecek ilk faaliyetler Eski Mısır’da başlamıştır. Gize Büyük Piramit’inde 19.yy. başlarında keşfedilen ve M.Ö. 2450’ye kadar uzanan kabartmalarda arıcılığın bir meslek olarak değerlendirildiği anlaşılmaktadır (Kritsky, 2015).

Antik çağlarda başlayan bu insan arı etkileşimi günümüzde çok büyük ekonomik boyutlara ulaşmıştır. Bitkilerin büyük bir çoğunluğunun polinasyonunda ağırlıklı olarak arıların etkin olmasının (Eeraerts ve ark., 2020) yanı sıra bal, polen, bal mumu, propolis, apilarnil, arı ekmeği ve arı zehri gibi ürünlerin ticaret hacminin giderek genişlemesi bunun en önemli göstergeleri arasındadır.

Yüksek adaptasyon yetenekleri ile kutup bölgeleri hariç hemen hemen dünyanın her yerinde yayılmış durumda olan bal arılarının yetiştiriciliği, farklı amaçlarda yapılabilmektedir. Az bir sermaye ile başlanabilen ve kısa sürede gelir sağlayabilen arıcılık, gelişmiş ölkelerde önemli bir bitkisel üretim girdisi olarak değerlendirilirken gelişmemiş/gelişmekte olan ölkelerde daha çok kırsal nüfusun gelir seviyesini artırma ve kadın istihdamını geliştirme gibi sosyo-ekonomik araç olarak öne çıkmaktadır.

Koloni varlığı, zengin bitki örtüsü, uygun iklim ve köklü üretim kültürüyle Türkiye, önemli bir arıcılık ülkesidir. Bununla birlikte planlamadan başlayıp pazarlamaya kadar uzanan aşamalarda yaşanan bazı aksaklıklar arıcılıkta sağlanan gelirin düşük seviyede kalmasına neden olmaktadır. Söz konusu seviyeyi artırma çabaları içine, tüm dünyada da gelişme gösteren organik arıcılık yeni bir üretim modeli olarak dâhil olmuştur.

Bal arılarının yararlandıkları temel besin kaynaklarının organik olması esasına dayanan organik arıcılık (Pocol ve ark., 2021), bir yandan gelir artırıcı bir üretim modeli olurken bir yandan da tüketicilerin istenilen özelliklerde ürüne ulaşımına olanak sağlamaktadır.

Türkiye’de organik arıcılığın temel esaslarının ve mevcut durumun ele alındığı bu çalışmada, bir yandan söz konusu üretimi sınırlandıran faktörler ele alınırken bir yandan da sürdürülebilirliğe ilişkin belirlenmeler yapmak amaçlanmıştır.

## Organik Arıcılığın Temel Esasları

Türkiye’de organik arı yetiştiriciliği ile ilgili esaslar “Organik Tarım Esasları ve Uygulamasına İlişkin Yönetmelik” kapsamında belirlenmiştir.

İlgili yönetmeliğe göre organik üretim için oluşturulacak arılıkların en az 3 km yakınında nektar ve polen kaynaklarının organik olma özelliğini olumsuz etkenlerin bulunamayacağı gibi kirlenmeye yol açması muhtemel kent merkezlerinden de uzak olmalıdır (Anonim, 2021).

Kovanların çevreye ve arı ürünlerine risk oluşturmayacak malzemelerden yapılması zorunlu olan organik arıcılıkta, dezenfeksiyon için doğrudan ateş ve buhar gibi fiziksel uygulamalarına izin verilmektedir. Bunun yanında kovanlar kimyasal boyalarla boyanamaz; bunun yerine propolis, bal- mumu ve bitkisel yağların kullanılması gerekmektedir (Anonim, 2021).

Her aşaması kontrole tabi tutulan bu üretim modelinde kolonilerin iklim koşullarına bağlı olarak tehdit altında olması durumunda, organik bal veya organik şeker ile beslenmelerine yetkilendirilmiş kuruluş tarafından izin verilebilmektedir. Bunun yanında bal arısı hastalık ve zararlarına karşı yerel koşullara adapte olmuş dayanıklı genotiplerle çalışmak esas alınırken koruyucu önlemlere rağmen hastalık ve zararlı görülmesi durumunda kimyasal bileşimli ilaçlar yerine fitoterapik veya homeopatik tedavi yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir.

### Organik Arıcılığın Türkiye’deki Mevcut Durumu

Türkiye’de 1980’li yıllarda başlayan tarım faaliyetleri (Ertürk ve Yılmaz, 2013; Merdan, 2018) ilk olarak kuru üzüm ve kuru incir üzerinde yoğunlaşmışken organik ürünlere uluslararası pazarda talebin artmasıyla zamanla farklı ürünlere de yansımıştır (Merdan, 2018). Organik hayvansal üretim özelinde ise arıcılık ve süt sığırcılığı ilkler arasında yer almıştır (Şahinler ve ark., 2019).

Organik arıcılığın 2003 yılında başladığı kabul edilen ülkede (Köseoğlu ve ark., 2008) yıllar itibarıyla bal üretimine ilişkin veriler Çizelge 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Türkiye Organik Bal Üretimi

Table 1. Türkiye Organic Honey Production

Yıl	İl Sayısı	Üretici Sayısı	Kovan Sayısı	Üretim Miktarı (Ton)
2004	7	159	27.839	737.26
2005	11	127	24.475	572.71
2006	16	110	25.706	636.48
2007	12	143	23.308	497.38
2008	17	93	11.207	180.11
2009	17	147	14.917	201.13
2010	21	191	14.699	204.61
2011	25	190	19.177	216.18
2012	31	355	47.065	513.08
2013	33	279	32.342	335.53
2014	38	321	36.391	277.00
2015	34	322	38.296	667.08
2016	34	276	40.371	349.00
2017	30	305	45.848	391.08
2018	37	334	51.742	494.9
2019	31	249	50.100	576.76
2020	36	387	70.385	1028.39
<b>Toplam</b>	<b>430</b>	<b>3988</b>	<b>573.868</b>	<b>7878.68</b>

Çizelgede yer alan organik bal üretim verileri değerlendirildiğinde başlangıç olarak ele alınan 2004 yılının, 2020’nin ardından en fazla üretiminin yapıldığı ikinci yıl olduğu; ardından



2007 yılına kadar yaşanan küçük düşüşlerin bu yılın ardından hızlandığı ve son yıllara gelinceye kadar dalgalanmalı değişimin yaşandığı ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte gerek organik arıcılık yapılan il sayısı gerekse üretici sayısı, 2008 yılında yaşanan ani düşüş dışında, genel olarak artış eğilimindedir.

Arıcılık doğaya en bağımlı tarımsal faaliyetlerden biridir. Bu nedenle koloni gelişiminden ürün miktarına kadar pek çok özelliği iklimsel değişimlerin sınırlayıcılığı altındadır. Kaldı ki doğal koşullarda yaşanabilecek olumsuzluklara karşı geleneksel arıcılıkta çeşitli uygulamalar ile koloniler kontrol altında tutulmaya çalışılırken organik arıcılıkta söz konusu uygulamalar oldukça sınırlıdır. Bunun yanında pazar ve fiyatlandırma aşamasında yaşanabilecek dalgalanmalar ürün çeşitliliğini doğrudan etkileyebileceği gibi organik üretim gibi modelinden uzaklaşılmasına da neden olabilmektedir.

Çelik ve ark. (2018) Türkiye’de organik bal üretiminin yıllara göre değişimini regresyon analiziyle değerlendirilmiş ve analiz sonuçlarına göre 2017 ve 2018 yılları için sırasıyla 270.10 ve 246.87 ton bal üretimi tahmin etmişlerdir. Ancak söz konusu yıllar için gerçekte 391.08 ve 494.9 ton üretim değerleri (Anonim, 2021), arıcılığa yönelik benzer tahminlerin yukarıda sıralanan nedenlere bağlı olarak tutarlılıklarının düşük olabileceğini göstermektedir.

Türkiye’de bal, geleneksel üretimde olduğu gibi organik üretimde de ana ürün olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte düşük düzeyde de olsa polen, bal mumu, propolis ve arı sütü üretimi yapılmaktadır. Organik polenin her yıl üretilmemesine rağmen yıllık 6 tona yaklaşan üretim söz konusu olmuştur. Yine organik bal mumu, propolis ve arı sütü değişen dönemlerde farklı miktarlarda üretilmiştir (Anonim, 2021).

### **Organik Arıcılığı Sınırlandıran Faktörler**

Organik arıcılık iyi tarım uygulamaların ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını teşvik ederek çevre kalitesini, bal arısı refahını ve insan sağlığını koruyan ekolojik temelli bir üretim modelidir (EC, 2007). Bu modele tüm aşamaların izlenebiliyor olmasının da etkisiyle ortaya çıkan içerik güvencesi, ürünün yüksek fiyatla pazarlanabilmesine olanak sağlamakta ve arıcının daha teknik üretim yapmasına neden olmaktadır (Sivaram, 2012).

Geleneksel üretimde olduğu gibi organik üretimde de bal arıları birçok mevsimsel etki altındadır. Kaldı ki organik arıcılıkta söz konusu olumsuz mevsimsel koşullarda kolonilere yönetmelik gereği müdahale şansı oldukça sınırlıdır.

Organik Tarım Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik’e göre istisnai iklim koşulları veya afet hallerinin yanı sıra besin yetersizliğine bağlı olarak tehdit altında olunması durumunda kolonilere besleme yapılmasına izin verilmektedir. Kayıt altına alınması gereken bu uygulamada ise organik bal, organik şeker şurubu ve organik şeker kullanılması gerekmektedir (Anonim, 2021). Ancak organik arıcılığın temel ürünü grubunda olan balın beslenme amaçlı kullanılması oldukça yüksek maliyetlidir. Bunun yanında Türkiye piyasasında organik şeker temini oldukça zordur.

Arıların organik beslenmelerinin zorunlu olduğu organik arıcılıkta, koloninin kışı sorunsuz geçirebilmesi için arılara yeterince bal ve polen stoku sağlanmalıdır. Mevsim koşullarının ağırlaşması durumunda, kayıt altına alınması koşuluyla organik şeker şurubu ya da organik şeker ile besleme yapılmasına da izin verilmektedir (şahinler ve Toy, 2019).

Bal arıları üretimin olmadığı ve yavru faaliyetinin en düşük seviyeye indiği kış sezonunda yaşamlarını sürdürebilmek için petek gözlerine depoladıkları balı kullanmaktadır. Kış mevsiminin uzunluğu ve şiddeti bal arılarının tüketeceği bal ile doğru orantılıdır. Bu nedenle kış mevsimi sert geçen yörelerde kolonilere daha fazla bal bırakılması gerekmektedir. Dolayısıyla karasal iklimin hâkim olduğu, kış mevsimi uzun süren alanlarda organik arıcılığın daha düşük verimli olması doğal karşılanır.

Geçiş sürecinde kovadaki peteklerin organik bal mumundan yapılmış olanlar ile değiştirilmesi gerekmektedir. Bunun yanında organik üretim alanlarında boş kovanlara üretim yaptırmak ya da organik işletmelerden sağlanması mümkündür (Ertürk ve Yılmaz, 2013).

Yavru faaliyetinin yürütüldüğü ve besinin depolandığı bal mumu, organik arıcılığın en temel girdisi konumundadır. Yönetmelikte yer alan bir yıllık geçiş sürecinde geleneksel üretimden gelen bal mumunun organik bal mumu ile değiştirilmesi; mümkün olduğu durumda piyasadan temin edilmesi esas alınmıştır. Ancak söz konusu geçiş sürecinde kolonideki mumların doğal süreçte değişmesi her zaman mümkün olmayacağı gibi geleneksel üretimden temin edilebilecek mumların da kalıntılı olma ihtimali çok yüksektir. Ülke genelinde artan kimyasal kullanımının neden olduğu kalıntılar ve pestisitler sterilizasyon ile bal mumundan uzaklaştırılmamaktadır. Piyasada organik mum yeteri kadar yoktur. Bu ilkel kovanlarda üretimi tetiklemektedir.

Varroa başta olmak üzere organik arıcılığın temel sınırlayıcılarından biri (Romanchuk ve ark., 2020) bal arısı hastalık ve zararlılarıdır. Yönetmeliğe göre hastalık ve zararlılara dayanıklı genotipler ile üretim yapmak (Anonim, 2021) esas alınsa da yoğun gezgin arıcılık, artan kimyasal kullanımları ve koloni satışları ülke genelinde arı hastalık ve zararlıların yayılma hızını artırmakta, kontrollerini güçleştirmektedir. Bu durum ise organik arıcılık için yönetmelikte belirtilen fitoterapik ve homeopatik tedavi yöntemlerinin yetersiz kalmasına neden olabilmektedir.

Arıcılıkta kovandan sofraya olarak tabir edilebilecek olan izlenebilirlik ülkemiz açısından henüz tam anlamıyla oluşturulamamıştır. Organik üretimi avantajlı hale getiren özelliklerinden biri de sofradan geriye dönük olarak ürünün her aşamasının takip edilebilmesidir. Bu aşamada organik arıcılığın sertifikalı hale getirilebilmesi için katılım, belgelendirme, örnek alma, analiz, denetleme, harçlar ve yıllık aidat gibi girdilere ihtiyaç duyulmaktadır. Söz konusu girdiler üretim maliyetini önemli ölçüde artırmaktadır.

Hayvansal üretimin tüm alanlarında olduğu gibi arıcılıkta da kayıt tutma oldukça önemlidir. Söz konusu kayıtlarda ana arıya ilişkin bilgilerin yanı sıra ırk, besin stoku ve çeşitli fizyolojik ve davranış özellikler yer almalıdır (Şeker ve ark., 2017).

Tüm tarımsal faaliyetlerde olduğu gibi arıcılıkta da kayıt tutma zamandan tasarruf sağlamanın yanı sıra üretimin daha kolay planlanmasına ciddi anlamda yardımcı olur. Her aşaması belgelendirilmek zorunda olan organik arıcılıkta kayıt tutma sertifikalandırmanın önemli bir aşamasıdır. Ancak koloni sicil kartı kullanımı üretici açısından ayrı bir yük oluşturabilmektedir.

Organik arıcılıkta denetleme ve kontrol işlemleri yetkili kuruluşun yanı sıra tarım teşkilatı çalışanları tarafından yapılmaktadır. Bu işlemler sırasında arıcılık bilgi birikimi yeterli olmayan personeller raporlama farklılığına sebep olabilmektedir. Türkiye’de arıcılık eğitimi, temel olarak Ziraat Fakültelerinin Zootekni bölümlerinde verilirken bazı ön lisans programlarında da yer almaktadır. Bu nedenle kontrol ve denetleme faaliyetlerinde bulunan

personellerin pek çoğunun arıcılık bilgi birikiminin yeterli olmaması organik arıcılığa yönelik kontrol ve denetleme aşamasında farklı raporlanmalara neden olabilmektedir.

### **Organik Arıcılıkta Sürdürülebilirlik**

Organik arıcılığın geliştirilerek sürdürülebilirliğinin sağlanması için birtakım stratejilerin değerlendirmeye alınması yararlı olacaktır. Ancak bu aşamada geleneksel arıcılık ile bazı yönler bakımından farklılık gösterdiğini de göz önünde bulundurmak gerekir. Teknik arıcılığın tüm gereklerini yerine getirmeye olanak sağlayan geleneksel arıcılıkta gerek mevsimsel gerekse pazarlama gibi değişen koşullara bağlı olarak farklı uygulamalar ile üretim faaliyetini şekillendirmek mümkündür. Buna karşılık organik arıcılıkta söz konusu uygulamalar çok daha sınırlıdır. Bu nedenle sürdürülebilirliğin sağlanması için geleneksel üretime zarar vermeden birtakım stratejilerin devreye sokması gereklidir.

**1. Organik arıcılık için üretim havzaları oluşturmak:** Uygun koşullara sahip ülke genelinde organik arıcılığa yönelmek isteyen üreticilerin çevresel kısıtlamalar ile karşılaşması mümkündür. Bunun yanında geleneksel üretimde koloni yoğunluğunun üst seviyeye ulaştığı mevcut yapı, organik arıcılık yapılabilecek alanları sınırlandırmaktadır. Bu nedenle alanların koloni kapasiteleri belirlenerek amacına göre tasnif edilmesi uygun olacaktır. Böylece muhtemel bazı organik üretim alanlarının koloni azlığına bağlı olarak verimlilik kaybı önlenebileceken diğer taraftan da çevresel kısıtlamalarla karşı karşıya kalan üreticilere alan açılacaktır.

**2. Birikimli ve istekli üreticileri desteklemek:** Organik arıcılığa başlamak isteyen üreticiler öncelikli olarak değerlendirmeye alınmalıdır. Aksi durumda çeşitli sosyo-ekonomik projelerle yeni üreticiler oluşturmak kaynak israfından öteye geçmeyecektir.

Türkiye’de mevcut yapı içerisinde organik arıcılığa yapılan destek arılı kovan başına geleneksel arıcılıktan 10 TL yüksektir. Ancak Francisco ve ark. (2011) yaptıkları çalışmalarında geleneksele göre organik balın üretim maliyetinin yaklaşık %70 daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır. Buna karşılık Avrupa pazarında organik balın geleneksel baldan sadece %10 daha fazla satıldığı belirtilmektedir (Pocol ve ark., 2021). Bu nedenle ülkemize yönelik benzer çalışmalar bulunmasa da organik üretimin sürdürülebilirliği için destek kalemlerinin artırılması gereklidir.

**3. Üreticileri eğitmek:** Organik arıcılık faaliyetlerini de belirleyen yönetmelik üretimin hangi koşullarda yapılabileceğini ortaya koymaktadır. Kayıt tutma, belgelendirme ve kolonilerin bakımı gibi bir takım farklı uygulamalar özel bilgi birikimi gerektirmektedir. Aksi takdirde üreticilerin uygulama hatalarına bağlı olarak ürüne zarar verebilmeleri olasıdır.

**4. Etkin bir pazar ağı oluşturmak:** Türkiye’de üretim maliyetinin yüksek olması uluslararası pazara yönelmektense balın daha çok iç piyasaya sunulmasına neden olmaktadır. Benzer şekilde organik üretimdeki yüksek maliyet var olan pazarı olumsuz etkilemektedir. Bu aşamada etkin bir pazar ağının oluşturulması ve yeni tekniklerin geliştirilmesi bir yandan söz konusu yapıyı iyileştirirken bir yandan da belirsizliklerin giderilmesine ve üretimde devamlılığa katkı sağlayacaktır.

**5. Organik arıcılığın tanıtılması için görsel ve elektronik iletişim araçlarını kullanmak:** Ülke genelinde kaliteli ürüne erişim amacında olan tüketiciler son zamanlarda elektronik iletişim araçlarını daha sık kullanmaya başlamıştır. Söz konusu araçlar ile organik arıcılık ve

ürünlerinin tanıtımı büyük ölçüde tüketicinin istenilen özellikte sertifikalı ürüne ulaşmasını kolaylaştırırken aynı zamanda üreticinin emeğinin karşılığını almasına da katkı sağlayacaktır. Ancak bu aşamada organik ürün tanıtımı yapılırken geleneksel ürün tüketimini olumsuz etkileyecek uygulamalardan kaçınılması gerektiği unutulmamalıdır.

**6. Organik arıcılıkta örgütlenmenin geliştirilmesi:** Üretici birlikleri ve kooperatifler gerek pazarlama gerekse girdi temini açısından oldukça önemli olmalarına rağmen Türkiye’de organik arıcılığa yönelik herhangi bir üretici birliği veya kooperatif bulunmamaktadır. Bu nedenle üreticilere örgütlenmenin avantajları aktararak doğru bir örgütlenme modeline yönelimleri sağlanmalıdır.

## Tartışma ve Sonuç

Dünyada popülerliği her geçen gün artan organik üretim modeline uyum sağlayabilmek ve Avrupa Birliği ülkeleri gibi yakın pazar olanaklarını değerlendirebilmek için üretim alanlarının korunmasından tüketime kadar olan tüm aşamalarda etkin planlamalara ihtiyaç vardır. Koloni varlığı, bitki örtüsü, uygun iklimi ve köklü bir üretim kültürü ile Türkiye, organik arıcılık için de birçok avantaja sahiptir. Arıcılıktan sağlanan gelirin artırılmasının yollarından biri olan organik arıcılık aynı zamanda tüketicilere istedikleri özellikte arıcılık ürünlerini sağlayabilmektedir. Bu aşamada var olan potansiyelden en üst seviyede yararlanabilmek için durum analizinin yapılarak yeni stratejilerin devreye sokulması gerekmektedir.

## Kaynaklar

- Anonim, 2021. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Organik Tarım İstatistikleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler> (Erişim Tarihi: 02.11.2021).
- Çelik, Ş., Şengül, T., Söğüt, B., Şengül, Y.A., 2018. Türkiye’de Organik Bal Üretiminin Yıllara Göre Değişiminin Regresyon Analizi ile İncelenmesi Üzerine Bir Çalışma. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (11): 1507-1510.
- EC. 2007. On organic production and labelling of organic products and repealing Regulation. Council Regulation (EC), No 834/2007, 28 June 2007. Official Journal of the European Union, L 189.
- Eeraerts, M., Vanderhaegen, R., Smagghe, G., Meeus, I., 2020. Pollination efficiency and foraging behaviour of honey bees and non-Apis bees to sweet cherry. *Agricultural and Forest Entomology*, 22: 75-82 doi: 10.1111/afe.12363
- Ertürk, E.Y., Yılmaz, O., 2013. Türkiye’de Organik Arıcılık. *Çanakkale Ondokuz Mayıs Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1): 35–42.
- Francisco, J. G.-R, Rogel, V-G, Carlos, E. G., Regino G.-A, Juan M. P.-F, 2006. Production Costs Of Conventional And Organic Honey In The Yucatán Peninsula Of Mexico. *Journal of Apicultural Research*, 45 (3): 106–111.
- Köseoğlu, M., Yüce, B., Saner, G., Doğaroğlu, M., 2008. Türkiye Arıcılığının Güncel Durum Analizi. *Hasat Hayvancılık Dergisi*, 281: 52-61.
- Kritsky, G., 2015. *The Tears of Re: Beekeeping in Ancient Egypt*. New York, Oxford Univ. Press.
- Kritsky, G., 2017. Beekeeping from antiquity through the middle ages. *Annual Review of Entomology*, 62: 249–294.

- Merdan, K., 2018. Gümüşhane İlinde Organik Arıcılığın Gelişme Potansiyeli. Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri Dergisi, 4 (7): 68-82.
- Pocol, C.B., Şedik, P., Brumă, S.I., Amuza, A., Chirsanova, A., 2021. Organic Beekeeping Practices in Romania: Status and Perspectives towards a Sustainable Development. Agriculture, 11 (4): 281. <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/4/281>.
- Romanchuk, L.D., Lisohurska, O.V., Furman, S.V., Lisohurska, D.V., Kryvyi, M.M., Skydan, O.V., 2020. Efficiency of natural spruce extract against varroaosis in organic beekeeping. Ukrainian Journal of Ecology, 10 (6): 38-41. doi: 10.15421/2020\_254
- Sivaram, V., 2012. Status, prospects and strategies for development of organic beekeeping in the South Asian Countries. Division of Apiculture and Biodiversity, Department of Botany, Bangalore University.
- Şahinler, N., Toy, N.Ö., Şahinler, S., 2019. Organik Arı Ürünleri Üretimi ve Organik Arıcılık. 4 th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress, 20-22 April 2019, Afyonkarahisar.
- Şeker, İ., Köseman, A., Karlıdağ, S., Aygen, S., 2017. Arıcılık Faaliyetleri II: Malatya İlinde Arıcılık Faaliyetlerinin Yetiştirici Tercihleri, Üretim Nitelikleri ve Arı Hastalıkları Kapsamında Değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakóltesi Dergisi, 14 (2): 54-63.



## ***Vairimorpha (Nosema)* Parazitinin Antimikrobiyal Peptidler Aracılığıyla Bal Arılarının Hümorale Bağışıklığına Etkileri**

**Cansu Özge TOZKAR**

Van Yüzüncü Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 65000, Van, Türkiye

Cansu Özge TOZKAR, ORCID No: [0000-0003-2135-955X](https://orcid.org/0000-0003-2135-955X)

### MAKALE BİLGİSİ

### ÖZ

#### Derleme

Geliş: 16.03.2023

Kabul: 27.04.2023

#### Anahtar Kelimeler

Antimikrobiyal peptidler

*Apis mellifera* L.

Hümorale bağışıklık

Nosemosis

#### \* Sorumlu Yazar

ozgetozkar@yyu.edu.tr

Arılar, dünya çapındaki tüm tarımsal türlerin büyük çoğunluğu ve yabancı flora için önemli tozlayıcılarıdır. Son yıllarda dünyadaki arı kolonilerinin sayısında hızlı bir düşüş yaşanmıştır. Bal arıları sosyal böceklerdir, bu da onları mikrobiyal patojenler ve parazitlerin hızla yayılmasına karşı hassas hale getirir. Koloni çöküşüne yol açan tek bir nedensel ajan tanımlanamaz ve işçi arılardaki azalmayla ilgili en yaygın biyolojik etkenlerden biri parazitik microsporidia *Vairimorpha (Nosema)* spp., esas olarak *Vairimorpha (Nosema) apis* ve *Vairimorpha (Nosema) ceranae*, her ikisi de *Apis* türlerinde görülen Nosemosis hastalığından sorumludur. *Vairimorpha ceranae* daha yaygındır ve koloni çöküşü ile ilişkili olan arı bağışıklık tepkisi üzerinde etkilidir. Bu mikrosporidiaların immüno-supresif etkisi ve kovan organizasyonun bozulması koloniyi zayıflatır ve koloni kayıplarına yol açar. Bunun da ekolojik, tarımsal ve ekonomik sonuçları oldukça fazladır. Bal arıları mikrobiyal patojenlerin zararlı etkilerini en aza indiren, doğuştan ve sonradan kazanılmış bağışıklığı içeren son derece etkili savunma mekanizmalarına sahiptirler. Bal arılarının en temel savunma sistemi olan hümorale tepki, doğuştan gelen bağışıklığın ikinci kategorisidir ve antimikrobiyal peptidler (AMP' ler) aracılık eder. Stres faktörleri ile başa çıkabilme yeteneğine sahip bal arılarının bağışıklık mekanizmalarına odaklanan araştırmalar, kolonilerin gücünü ve verimliliğini arttırmalarına yardımcı olabilir. *Vairimorpha (Nosema)* spp'nin arıların bağışıklık sistemi üzerindeki etkisi, karşılıklı ilişkilerini daha iyi anlamak ve etkili arı koruma yöntemleri geliştirmek için daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılmalıdır. Bal arısı bağışıklık sistemleri çözümlendikçe, sosyal böcekler ve bağışıklık fonksiyonları arasındaki potansiyel evrimsel ilişki belirlenebilir. Böylece arı kayıplarını azaltmak için yerel alttür ve ekotipleri koruma stratejileri geliştirilebilir.

## **Effects of *Vairimorpha (Nosema)* spp. on Humoral Immunity of Honey Bees via Antimicrobial Peptides**

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Review

Received : 16.03.2023

Accepted : 27.04.2023

Bees are important pollinators for the vast majority of all agricultural species and wild flora worldwide. In recent years, there has been a rapid decline in the number of bee colonies in the world. Honey bees are social insects, making them susceptible to the rapid spread of microbial pathogens and parasites. A single causative agent leading to colony collapse cannot be identified and one of the most common biological factors associated with the decline in worker bees is the parasitic

Lütfen aşağıdaki şekilde atıf yapınız / Please cite this paper as following;

Tozkar, C.Ö., 2023. *Vairimorpha (Nosema)* parazitinin antimikrobiyal peptidler aracılığıyla bal arılarının hümorale bağışıklığına etkileri, Journal of Animal Science and Products (JASP) 6 (1):72-88. DOI:[10.51970/jasp.1266441](https://doi.org/10.51970/jasp.1266441)

**Keywords**

Antimicrobial peptides  
*Apis mellifera* L.  
 Humoral immunity  
 Nosemosis

**\* Corresponding Author**

ozgetozkar@yyu.edu.tr

microsporidia *Vairimorpha* (*Nosema*) spp., primarily *Vairimorpha* (*Nosema*) *apis* and *Vairimorpha* (*Nosema*) *ceranae*, both of which are responsible for Nosemosis in *Apis* species. *Vairimorpha ceranae* is more common and has an effect on the bee immune response associated with colony collapse. The immunosuppressive effect of these microsporidia and disruption of hive organization weaken the colony and lead to colony losses. The ecological, agricultural and economic consequences of this are quite severe. Honey bees have highly effective defense mechanisms that minimize the harmful effects of microbial pathogens, including innate and acquired immunity. The humoral response, the most basic defense system of honey bees, is the second category of innate immunity and is mediated by antimicrobial peptides (AMPs). Research focusing on the immune mechanisms of honey bees, which are capable of coping with stressors, can help colonies increase their strength and productivity. The effect of *Vairimorpha* (*Nosema*) spp on the bee immune system needs to be understood in more detail to better understand their interrelationships and develop effective bee protection methods. As honey bee immune systems are deciphered, the potential evolutionary relationship between social insects and immune functions can be determined. Thus, strategies to protect local subspecies and ecotypes can be developed to reduce bee losses.

**Giriş**

Sosyal topluluklar halindeki canlılarda gözlenen konak ve parazit ilişkisinin dinamikleri, yalnız yaşayan canlılara kıyasla farklıdır. Özellikle, büyük ve kalabalık sosyal böcek kolonileri parazit büyümesi ve yatay bulaşma (geçiş) için en uygun koşulları sağlar. Bal arıları sosyal böceklerdir, bu da onları mikrobiyal patojenler ve parazitlerin hızla yayılmasına karşı hassas hale getirir. Küçük kovan alanı nedeniyle diğer koloni üyeleriyle temas nedeniyle enfeksiyonlar ve patojen istilaları tüm koloniyi olmasa da çoğunu etkiler. Arılar yiyecek aramak için uzun mesafeleri aşarak sık uçuş yapar, bu durum böcekler ve patojenler arasındaki temas riskini de artırır (Fries ve Camazine, 2001). Tarım işleyişi ve ekosistem döngüsündeki rolü nedeniyle bal arısı '*Apis mellifera* L.', konukçu-parazit dinamikleri için önemli bir model sistemdir. Arılar, dünya çapındaki tüm mahsul türlerinin yaklaşık % 70' i ve yabancı flora için önemli tozlayıcılarıdır (Potts ve ark., 2010). Bu nedenle, yönetilen bal arılarının dünya çapındaki kayıplarının endişe verici raporları, bal arısı sağlığı konusunda yoğun araştırmaları teşvik etmiştir. Koloni kayıplarının nedenlerinden biri de patojenlerin yol açtığı enfeksiyonlar sonucunda gelişen immünosupresyondur (bağışıklık baskılanması). Stresörlerle başa çıkabilme yeteneğine sahip bal arılarının bağışıklık mekanizmalarına odaklanan araştırmalar, kolonilerin gücünü ve verimliliğini arttırmalarına yardımcı olabilir. Toplu savunma veya 'sosyal bağışıklık' koloni düzeyinde önemli bir rol oynar ancak bireysel üyelere her zaman mutlak koruma sağlamazlar. Bazı durumlarda arı bireyleri, koloninin yararına olacak şekilde feda edilebilir. Patojenler bireysel düzeyde karmaşık hümmoral ve hüccresel bağışıklık mekanizmalarına maruz kalırlar (Wilson-Rich ve ark., 2009; Le Conte ve ark., 2011).

Bu derlemenin amacı, bal arılarının patojenlere karşı doğuştan gelen ve sonradan kazanılan bağışıklık mekanizmaları ile birlikte hümmoral düzeyde antimikrobiyal peptidlerin (AMP' ler) yapıları, biyolojik rolleri ve aktiviteleri ilgili bilgi vermek ve arı popülasyonlarının azalmasında etkin bir rolü olan *Vairimorpha* (*Nosema*) enfeksiyonuna yol açan *Vairimorpha* spp' ni ve etkilerini tanımak, ve *Vairimorpha*' nın bal arılarında hümmoral düzeyde AMP' lerin

etkinliği ve üretimi açısından etkisini analiz eden literatürü sunmaktadır.

### Bal Arılarında Bağışıklık Sistemi Türleri

Yüksek omurgalılar patojenlere karşı savaşmak için hem doğuştan gelen ve hem de adaptif (uyum sağlayan) bağışıklık sistemlerinin her ikisine de sahipken, böcekler tek savunma hattı olarak doğuştan gelen bağışıklık sistemine sahiptir. Doğuştan gelen bağışıklık, patojenlere veya toksik maddelere maruz kalmaya yanıt verirken, fiziksel engeller (örneğin kütikül, mukoza zarları, vb.) ve toksinleri ile patojenleri nötralize eden hücreler ve kimyasallar gibi edinilmiş (önceden var olan) mekanizmaları kullanır. Dendritik hücreler, mast hücreleri, doğal öldürücü hücreler ve fagositler hücresel efektörler kapsamındadır ve yüksek omurgalılardaki doğuştan gelen bağışıklık sistemi tarafından kullanılırlar. Hümorale efektörleri ise doğal antikolar, antimikrobiyal peptidler (AMP'ler), akut faz proteinleri ve çeşitli sitokinler, ek sistem fraksiyonları oluşturur. Doğuştan gelen bağışıklık sisteminin özgünlüğü ve kısmen kalıtsal olmasının sebebi, bireysel bağışıklık sistemlerinin sayısız patojenle birlikte evrimidir (Murphy ve ark., 2017).

Adaptif veya kazanılmış bağışıklık, belirli toksinlere veya patojenlere adapte olmuş spesifik bağışıklık reaksiyonları anlamına gelir. Organizma bazı moleküller aracılığıyla patojenleri tanır ve bu molekülleri kodlama biçimleri adaptif ve doğuştan gelen bağışıklık sistemleri arasındaki farkı oluşturur. Doğuştan gelen bağışıklıkta, bu tanıma reseptörleri doğrudan germ hattına kodlanır ve yavrulara genetik olarak aktarılır. Bu durumda, incelenen türlerde tanımlanan reseptör repertuarı rastgele ve sınırlıdır. Adaptif bağışıklık, sonsuz sayıda patojeni tanıyacak kadar geniş bir adaptif bağışıklık reseptörleri repertuarı ile, doğuştan gelen bağışıklığa kıyasla daha fazla reseptör gerektirir (Murphy ve ark., 2017).

Diğer ökaryotlara benzer şekilde bal arıları (*Apis mellifera* L.) mikrobiyal patojenlerin zararlı etkilerini en aza indiren, doğuştan ve sonradan kazanılmış bağışıklığı içeren son derece etkili savunma mekanizmalarına sahiptirler. Vücutta bulunan doğuştan gelen bağışıklık sisteminin bileşenleri, enfeksiyöz ajanlar için bariyer görevi gören anatomik yapılar, fagositoz, patojenlerin melanizasyonu gibi savunma süreçlerini destekleyen hücresel bağışıklık ve polifenol oksidaz, lizozim ve pektin benzeri polipeptidler ve hemolenf proteinleridir (Lemaitre ve Hoffmann, 2007).

Bal arıları dahil olmak üzere böceklerin en temel savunma sistemi olan hümorale tepki, doğuştan gelen bağışıklığın ikinci kategorisidir. Kimyasallar ve antimikrobiyal peptidler (AMP'ler) aracılık eder. Bunlar genellikle 12 ila 50 amino asit boyutunda küçük, yüksek oranda korunmuş proteinler olup, bakteri ve mantar enfeksiyonlarına yanıt olarak üretilip böcek hemolenfine salınır, aynı zamanda viral enfeksiyonlar sırasında da sentezlenebilirler (Lemaitre ve Hoffmann, 2007). Hümorale efektörlerin üretildiği ana yapı dorsal kavitenin yağ gövdesidir. Hümorale efektörler epitel hücrelerinde, tükürük bezlerinde ve hemositlerde sentezlenebilir (Schlüns, 2007; Gättschenberger ve ark., 2013). *Bombus pascuorum* ve *Bombus terrestris*' te, AMP'lerin daha fazla antimikrobiyal etki sağlamak üzere sinerji içinde hareket ettiği gösterilmiştir, bu durum, bir AMP' in diğerinin etkinliğini iyileştirebilmesi için güçlendirmeyi içerebilir. AMP'lerin kombinasyonu, AMP'lerin antimikrobiyal aktivitesini düşük konsantrasyonlarda yükselterek bağışıklık sistemine ayrılan kaynakların azalmasını sağlar ve bunu da bağışıklık yanıtlarının özgüllüklerini, etkinliklerini, çeşitliliklerini ve



sağlımlıklarını arttırarak gerçekleştirir (Rahnamaeian, 2015).

### ***Bağışıklık tepkisinin düzenlenmesi***

Böceklerin patojenler ve parazitlerle baş etmesinin birçok farklı yolu vardır. Patojenleri yok etmek için tipik mekanizmalar davranışsal, fiziksel, fizyolojik ve bağışıklık savunmalarıdır (Evans ve Spivak, 2010). Tüm bağışıklık tepkileri, genellikle üç aşamada gruplandırılabilen bir olaylar dizisini içerir: 1) tanıma, 2) patojenleri ortadan kaldırmayı amaçlayan hücrel ve humoral efektör mekanizmalar 3) sinyal yollarının aktivasyonu (Guzman-Novoa ve ark., 2011).

Enfeksiyöz ajanların nüfuz etmesini engelleyen ilk mekanik bloklar, ayrıca dış iskelet kütikülü ve sindirim sistemini kaplayan peritrofik zarlar, pH ve bağırsak kimyasallarındaki değişikliklerdir (Crailsheim ve Riessberger-Galle, 2001). Humoral ve hücrel bağışıklık ikinci savunma şeklidir (Gillespie ve ark., 1997; Lavine ve Strand, 2002; Boman, 2003). Fagositoz, kapsülleme ve melanizasyon, fenol oksidaz (PO) ve glukoz dehidrojenaz (GLD) katalizli hücre bağışıklığı ile bağlantılıdır. Bunlar fenol oksidaz (PO) tarafından katalize edilir (Cox-Foster ve ark., 1990; Decker ve Jaenicke, 2004) Doğuştan gelen bağışıklık tepkisinin üçüncü yolu, serin proteaz kaskadı yoluyla profenoloksidazı (proPO) aktive etmektir. Melanin ve kinon sentezi ile sonlanır (Cerenius ve ark., 2008). Toll yolu, IMD yolu, ardından JNK yolu ve JAK/STAT yolu, *A. mellifera* genomunda dört bağışıklık yolu olarak tanımlanmıştır (Evans ve ark., 2006) ve *Vairimorpha (Nosema)* enfeksiyonuna tepki verir (Antúnez ve ark., 2009). Mantarlara ve gram pozitif bakterilere karşı korunma Toll yolu ile düzenlenir ve gram negatif bakterilere karşı IMD yolu ile korunur (Evans ve Spivak, 2010).

### ***Antimikrobiyal peptidler (AMP'ler)***

Antimikrobiyal peptidler (AMP'ler) ile temsil edilen kazanılmış bağışıklık bakteri, mantar ve parazitlere yanıt vermek için karşı bir cevap olarak aktive edilirler. Antimikrobiyal peptidler sentezlenmezler veya bağışıklık tepkisini başlatabilen bulaşıcı ajanlar vücutta olmadığına inaktif öncüler formunda meydana gelirler (Danıhlık ve ark., 2015).

Böceklerde 170'den fazla AMP tanımlanmıştır (Brutscher ve ark., 2015). Bal arılarının geniş hemolenf aktivitesine sahip dört AMP ailesi vardır: Apidaesin (Casteels ve ark., 1989), abaesin (Casteels ve ark., 1990), hymenoptaesin (Casteels ve ark., 1993) ve defensin (Klaudiny ve ark., 2005; Ilyasov ve ark., 2012). Apidaesinler küçüktür, prolin açısından zengin 18 amino asit içeren peptidlerdir. Peptidin korunmuş C-terminali antibakteriyel özelliklerinden sorumludur ve diğer amino asit kalıntıları bölgeye ikame edildiğinde molekül devre dışı bırakılır. N-terminus değişken bir bölgedir ve amino asit dizisindeki modifikasyonlar peptidin aktivite spektrumu değişikliklere yol açar ve böylece peptidin spesifik patojenlere adapte olmasına olanak tanır (Dutta ve ark., 2008, Matsumoto, 2010). Dört tane apidaesin izoformu tanımlanmıştır ve üç tanesi *A. mellifera*' da in vivo olarak tespit edilmiştir: apidaesin 1a, 1b ve 2. Apidaesin genlerinin ifadesi Toll sinyal yolu etkinleştirildiğinde, enfeksiyondan kısa bir süre sonra artar (Casteels ve ark., 1993). Gen ifadesi büyük ölçüde arıların beslenme ve sağlık durumları tarafından belirlenir (Casteels ve ark., 1989; Casteels ve ark., 1993). Gram-negatif bakteriler en güçlü bağışıklık tepkisini tetikler. Apidaesin molekülleri yapıları gereği bakteri hücre duvarlarını geçebilir, bakteriyel proteinlerin sentezini bloke edebilir, bakteriyel ATP-azların işlevini ve bakteri hücrelerinin metabolizmasını bozabilir (Gliński ve ark., 2011).

Abaesin 33-34 amino asitten oluşan prolin açısından zengin bir peptiddir (Casteels ve ark., 1990). Abaesin genlerinin ekspresyonu hem kuluçka hem de yetişkin bireylerde enfeksiyondan sonra artar. Abaesin çoğunlukla gram-pozitif bakterileri ve daha az derecede, gram negatif bakterileri hedefler. Apidaesinlerle birlikte tamamlayıcı antibakteriyel savunma sağlar (Gliński ve ark., 2011). IMD sinyal yolunun aktivasyonu gen ekspresyonunu etkiler ve peptidin etkinliği çevrede artar (Casteels ve ark., 1990). Apidaesinlere benzer şekilde abaesin, bakteri hücre duvarları üzerinde tahrip edici etkiler göstermez, ancak bakteri hücresine girdikten sonra metabolik işlevini bozar. Araştırmalar göstermiştir ki, abaesinin potansiyeli kalıtsaldır ve bu peptid daha yüksek direnç seviyeli arı kolonilerini seçmek için işaretleyici (markör) olarak kullanılabilir (Decanini ve ark., 2007). Hymenoptaesin, glisin açısından zengin 93 amino asitten oluşan bir peptiddir (Casteels ve ark., 1993). Hem gram pozitif hem de gram negatif bakterileri hedefler. Hymenoptaesin genlerinin ifadesi diğer AMP'lere kıyasla daha yavaş bir oranda yukarı regüle edilir ve IMD yolağı tarafından kontrol edilir. Hymenoptaesin çoklu patojenlere yanıt olarak aktive edilir. Bu AMP bakteri hücre membranlarını tahrip eder, membranlar ve bakteri hücre duvarında iyonların ve metabolitlerin kaçtığı kanallar oluşturur, bu da bakteri hücrelerinin işlevini bozar. Hymenoptaesin bakteri hücre zarlarının geçirgenliğini artırır (Casteels ve ark., 1993). Bir hymenoptaesin homologuna sahip olan bal arılarının aksine, doğu bal arıları (*Apis cerana*) bu türün bağışıklık sisteminde çok daha büyük bir rol oynayan iki homolog içerir (Xu ve ark., 2009).

Defensinler 51 amino asitten oluşan sistein açısından zengin peptidlerdir. Defensin genlerinin ekspresyonu, Toll yolu ile aktive edilir. Bal arısı genomunda defensin 1 ve defensin 2 olmak üzere iki farklı defensin geni bulunmuştur (Evans, 2006). Defensin 1, üç izoformdan oluşur: bunlardan biri hemolenfte bulunur ve diğer ikisi arı sütü içindedir. Defensin 1, balın önemli bir antibakteriyel bileşenidir ve arı kolonilerinde sosyal bağışıklığın oluşumunda rol alır. Defensin 2, bireysel bağışıklığı destekler ve yağ gövdesi ve hemolenfte üretilir (Ilyasov ve ark., 2013). Defensinler esas olarak gram pozitif bakterileri ve mantarları hedefler. Bakteri hücre zarına ve duvarına zarar verirler ve hücreleri hayati önem taşıyan metabolitlerden yoksun bırakırlar (Casteels ve ark., 1994). *Apis cerana* ile *Apis mellifera* AMP'lerinin karşılaştırmalı analizine göre üç AMP ailesindeki (apidaesin, abaesin ve defensin) yüksek benzerliğe rağmen Asya arıları hymenoptaesin peptidinde çok daha yüksek ayrışma göstermiştir. *A. mellifera*'da sadece bir tane hymenoptaesin peptidi bulunmasına rağmen, *A. cerana*'da 13 farklı hymenoptaesin peptidinin tespit edilmesi, Batı arısına kıyasla potansiyel olarak daha kısa evcilleştirme geçmişi ile ilişkilendirilmiştir (Xu ve ark., 2009).

### **Bal Arısı Koloni Kayıpları ve *Vairimorpha (Nosema)***

Son yıllarda dünyadaki arı kolonilerinin sayısında hızlı bir düşüş yaşanmıştır. Arıların mevcut sağlık durumu arı popülasyonlarını korumak için etkili önlemlere ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Koloni çöküşüne yol açan tek bir nedensel ajan tanımlanamaz ve keşfedilmemiş diğer mikroorganizmaların etkileri göz ardı edilemez (Flores ve ark., 2019). Bal arıları dahil olmak üzere böcek popülasyonlarındaki azalmanın nedenleri olarak iklim değişikliği, yoğun tarımsal faaliyetler, yiyecek kıtlığı ve istilacı türlerin yanı sıra kimyasalların, böcek öldürücülerin ve herbisitlerin kontrolsüz kullanımı gibi abiyotik ve biyotik faktörler gösterilmiştir. (Desneux ve ark., 2007; Bacandritsos ve ark., 2010; Potts ve

ark., 2010; Flores ve ark., 2019; Wagner, 2020). Biyotik faktörler arasında akaritler (*Varroa destructor* ve *Acarapis woodi*), *Vairimorpha* (*Nosema*), böcekler (*Aethina tumida*), Dicistroviridae familya virüsleri ve bakteriler (*Paenibacillus larvae* ve *Melissococcus plutonius*) ve son zamanlarda, *Lotmaria passim* adlı protozoalar gibi farklı türler bulunur. Abiyotik ve biyotik faktörlerden elde edilen birleşik etkiler arı popülasyonu kayıplarını artırabilmektedir (Nazzi ve ark., 2012; Desai ve ark., 2016; Grassl ve ark., 2018; Grupe ve ark., 2020).

### ***Vairimorpha* (*Nosema*) spp.**

İşçi arılardaki azalmayla ilgili en yaygın ikinci biyolojik ajan parazitik microsporidia *Vairimorpha* spp.: Esas olarak *Vairimorpha apis* ve *Vairimorpha ceranae*, her ikisi de *Apis* spp.'de görülen Nosemosis hastalığından sorumludur (Grupe ve ark., 2020). Nosemosis, arıcılık faaliyetleri olan her ülkede bulunan ergin arıların ciddi bir hastalığı olarak kabul edilmektedir (Bailey ve Ball, 1991). Microsporidia, 160' tan fazla cins ve *Vairimorpha* (*Nosema*) spp. dahil olmak üzere yaklaşık 1.300 türden oluşan oldukça özelleşmiş mantarlardır (Corradi ve Keeling, 2009). Yıllar boyunca, batı bal arısının Nosemosis'i ilk olarak Avrupa bal arıları *Apis mellifera* L.'de tanımlanan *Vairimorpha apis* olarak anılırdı. *Vairimorpha ceranae* ilk olarak Asya'da tanımlanmıştır. İspanya'da Nosemosis' in birincil etiyolojik organizması olarak *V. ceranae* ortaya çıkmıştır (Higes ve ark., 2006), bu mikrosporidyumun prevalansı Avrupa, Amerika ve Asya'nın çeşitli bölgelerinde de rapor edilmiştir (Fries ve ark., 2006; Huang ve ark., 2007; Klee ve ark., 2007; Chauzat ve ark., 2007; Cox -Foster ve ark., 2007; Paxton ve ark., 2007; Williams ve ark., 2008; Chen ve ark., 2008; Invernizzi ve ark., 2009; Whitaker ve ark., 2010; Kartal ve ark., 2021). *In vivo* ortamla ilişkili görünme de, *V. ceranae* ve *V. apis* hücre kültüründe farklı çoğalma oranları sergilerler (Gisder ve ark., 2017). *V. apis* ve *V. ceranae* benzer virülans çoğalma ve ölüm oranları (Forsgren ve Fries, 2010), gösterse de, *V. ceranae* daha yaygındır ve koloni çöküşü ile ilişkili olan arı bağışıklık tepkisini baskılar (Antúnez ve ark., 2009; Chen ve ark., 2009; Gómez-Moracho ve ark., 2021). *V. ceranae* enfeksiyonları, ilkbaharda daha yüksek enfeksiyon seviyeleri ile mevsimsellik gösteriyor gibi görünmektedir ve coğrafya ve virüslerin varlığı gibi diğer faktörlerden etkilenmektedir (Forsgren ve Fries, 2010; Traver ve ark., 2012; Gajda ve ark., 2021).

### ***Vairimorpha* (*Nosema*)'nın bal arılarına etkileri**

Yetişkin işçi arılar, erkek arılar ve kraliçeler gibi koloninin tüm üyeleri *Vairimorpha*' dan etkilenir. Bal arısı kolonilerinde hastalık bulaşması, *Vairimorpha* sporlarının enfekte gıda ve su ile tüketildiği fekal-oral yolla veya enfekte arılardan ya da enfekte peteklerden fekal içeriğin uzaklaştırılması sırasında gerçekleşir. Sporlar çiçekler aracılığı ile de duyarlı olan başka konukçulara bulaşabilir. Arıların oldukça geniş olan yiyecek arama kapsamları, hem yerel patojen yükünün artmasına hem de *Vairimorpha*' nın yeni habitatlara dağılmasına da neden olur. Bu patojenlerin doğal geçişine ek olarak, ticari ürünler bal, arı poleni ve arı sütü kontamine olabilir ve potansiyel olarak bu patojenleri yayabilir (Teixeira ve ark., 2018).

Bu mantar parazitleri, konak hücrenin dışında sadece metabolik olarak aktif olmayan sporlar olarak yaşar ve konaklar arasında orta bağırsakta filizlenen sporlar olarak çoğalır. Milyonlarca ekstra spor, birincil enfeksiyondan birkaç hafta sonra bir arının orta bağırsağında büyüebilir ve çoğalabilir (Bailey ve Ball, 1991). *Vairimorpha* (*Nosema*) enfeksiyonlarının

bal arıları üzerinde önemli ölçüde zararlı etkileri vardır, dizanteriye neden olur, bal arılarının yaşam sürelerini kısaltır, enfekte olmuş ana arıların değiştirilmesine yol açar, koloni boyutunu küçültür, aşırı kış ölümleri, düşük polen toplama durumunun yanı sıra bal üretimini ve tozlaşan arılara bağlı ürün miktarını azaltır (Goodwin ve ark., 1990; Malone ve ark.,1995). Bal arılarının davranışları ve fizyolojisi *V. ceranae* ile bozulur (Goblirsch ve ark., 2013; Dussaubat ve ark., 2013).

*V. ceranae* ile enfekte toplayıcı arılar, hemolenflerinde düşük karbonhidrat miktarlarına ve iştahlarını artıran ve koloninin beslenme davranışı üzerinde önemli bir etki yaratan enerjik gerilime sahiptir. Bu durum olumsuz koşullar altında yiyecek aramaya daha yatkın olmaları yönünde varlıklarını etkiler (Mayack ve Naug, 2009; Mayack ve Naug, 2010). Yuvadaki enfekte arılar sükreza karşı daha hassastır ve bunu diğer arılarla paylaşmaya daha az istek gösterirler, bu da onların açlık seviyelerinin arttığına işaret eder (Naug ve Gibbs, 2009). *V. ceranae'* nin daha yüksek virülansı kafes deneylerinde ve ayrıca arazi koşullarında kaydedilmiştir (Higes ve ark., 2006; Paxton ve ark., 2007; Higes ve ark., 2007). *V. ceranae*, Amerika'da Koloni Çöküş Bozukluğu (CCD) ve Avrupa'da Bal Arısı Koloni Çöküş Sendromu (CDS) ile Dünya'da çeşitli ekonomik ve ekolojik sonuçlarla ilişkilendirilmiştir (Higes ve ark., 2008; Higes ve ark., 2009; Buczeck, 2009; Olszewski, 2009). *V. ceranae* enfeksiyonlarının bal arısı sağlığını bireysel düzeyde olumsuz etkilediği ve bunun da belirli koşullar altında koloni uyumunun azalmasına yol açabileceği gösterilmiştir. *Vairimorpha* enfeksiyonunun yoğunluğuna bağlı olarak bal arıları beslenme ve enerji stresi (Mayack ve Naug, 2009; Martín-Hernández ve ark., 2011; Kurze ve ark., 2016), ve/veya bağışıklık baskılanması (Antúnez ve ark., 2009; Chaimanee ve ark., 2012; Holt ve ark., 2013; Aufauvre ve ark., 2014) yaşayabilir, bu da onları muhtemelen siyah kraliçe hücre virüsü (BQCV) gibi diğer patojenlere karşı daha savunmasız hale getirir. Ek olarak, *V. ceranae'* nin, kendi kendini koruma mekanizması olarak, konak hücresinde apoptozu inhibe ettiği ve böylece kendi üreme başarısını arttırdığı görülmektedir (Higes ve ark., 2013).

### ***Vairimorpha (Nosema) enfeksiyonuna karşı bal arılarının bağışıklık tepkileri***

Sosyal düzeyde koloni dinamikleri, yetişkin arılarda *Vairimorpha* enfeksiyonlarının prevalansını etkiler. Sağlıklı bir işçi arının koloni içinde parazit bulaşma şansını azaltmak için iki seçeneği vardır: ya enfekte olmuş işçi arıları koloniden uzaklaştırır ya da enfekte olmuş işçilerle temastan kaçınır. Müller ve ark. (2015)'nin çalışmasında, enfekte olmuş işçiler enfekte olmayanlar tarafından ısırılma, sokulma ve kovalanma dahil olmak üzere saldırıya uğramışlardır ve bazı durumlarda bu deney gruplarında ölümcül saldırılar da gözlenmiştir. *Vairimorpha* enfeksiyonlarına karşı adaptif bir sosyal bağışıklık cevabı, enfekte bireylerin tanınmasıdır. Bir diğer spesifik sosyal bağışıklık durumu da kendi kendine ilaç tedavisidir. Bal, arı ekmeği ve propolis gibi bal arısı ürünleri, doğal olarak, gıda ve yuva hijyeni için çok önemli olan ve ilaç olarak da değerlendirilebilecek bitkisel ürünlerin antibiyotik, antifungal ve antiviral bileşiklerini içerir (Erler ve Moritz, 2016). Spesifik antiparaziter bal türleri, laboratuvar testlerinde sağlıklı bireylere kıyasla tercihen *V. ceranae* ile enfekte olmuş işçiler tarafından seçilmiştir (Gherman ve ark., 2014).

Bal arıları, dış savunma mekanizmalarının yanı sıra, iç savunma için doğuştan gelen bir bağışıklık sistemine sahiptir. Bağışıklık sistemleri, yalnızca azaltılmış bir dizi bağışıklık geninden oluşmasına rağmen (Evans ve ark., 2006), muhtemelen farklı parazit baskılarını ve

aralarındaki yaşam öyküsü karakterlerini yansıtan arı taksonları arasında, farklı seçim kalıpları sergiler (Barribeau ve ark., 2015). Son transkriptom ve proteom analizleri, alternatif bir bağışıklık tepkisi olarak, artan antioksidan ekspresyon seviyelerini ortaya çıkarmıştır (Vidau ve ark., 2014).

*V. ceranae* enfeksiyonlarına karşı olası savunma mekanizmaları, Danimarka'da yirmi yıl boyunca direnç için yapay olarak seçilen bal arılarında biraz ayrıntılı olarak incelenmiş ve bu kolonilerde *Vairimorpha* prevalansının % 60-80' den % 10' a düşmesiyle sonuçlanmıştır (Hatjina ve ark., 2014). Bu üreme hattından erkek arı bireyleri *Vairimorpha ceranae* ile enfekte edilirken, bir haftalık enfeksiyondan sonra *Vairimorpha*' ya duyarlı bal arılarına göre, doğuştan gelen bağışıklık sisteminin, özellikle de Toll yolu genlerinin ekspresyon seviyelerinin önemli ölçüde daha yüksek olduğunu göstermişlerdir (Huang ve ark., 2012). *Vairimorpha* spp' nin bal arısı bağışıklık tepkilerine etkileri birçok araştırmanın merkezini oluşturmuştur (Alaux ve ark. (2010 ve 2011); Dussaubat, ve ark. (2010 ve 2012); Huang ve ark., 2012). *Vairimorpha ceranae* enfeksiyonu, birçok genin ifadesini baskılamakla birlikte *Vairimorpha* enfeksiyonunun tetiklediği doku jenerasyonu ve hücre yenileme bozukluğu arıların ölümlerine yol açan iki ana faktör olarak tanımlanmıştır (Dussaubat ve ark., 2012).

Schwarz ve ark. (2013) ayrıca deneysel enfeksiyonlarda işçi bal arılarının *V. ceranae*' ya karşı kolayca bağışıklık tepkileri geliştirdiğini göstermiştir ve Huang ve ark. (2012), aynı sonucu erkek arılar için bulmuştur. Benzer şekilde, doğal *V. ceranae* enfeksiyonları, bağışıklık genlerinin düzenlenmesine yol açmıştır (Jefferson ve ark., 2013). Başka bir çalışmada ise, bal arısı bağışıklık sisteminin, incelenen beş bal arısı alt türünün tümü için *V. ceranae* enfeksiyonu karşısında savunma mekanizmalarını hızla yukarı regüle ettiği tespit edilmiştir (Tozkar, 2015). Ayrıca, doğal koşullar altında *V. ceranae* enfeksiyonu tarafından konukçu bağışıklık tepkisinin aktivasyonu için kanıt, Li ve ark. (2017)'nin çalışmasında sağlanmıştır. Huang ve ark. (2016) ise bazı AMP'lerin enfeksiyondan 6 gün sonrasına kadar aşırı ekspresyonunu bulmuştur. Dört AMP' in (defensin, abaesin, apidaesin ve hymenoptaesin) ekspresyonu, *V. apis* ve *V. ceranae* enfeksiyonlarından dört gün sonra yukarı regüle edilmiş, ancak enfeksiyondan 14 gün sonrasının etkilerinin belirgin olmadığı tespit edilmiştir (Sinpoo ve ark., 2018). *A. mellifera iberiensis*, *V. apis* ile enfekte edildiğinde, abaesin, defensin ve hymenoptaesin ekspresyonu dört gün sonra kademeli olarak artış göstermiştir (Antúnez ve ark., 2009). Buna karşılık Chaimanee ve ark. (2012), bağışıklık transkriptlerinin (defensin, abaesin, apidaesin ve hymenoptaesin) enfeksiyondan 3 ve 6 gün sonra aşağı regüle edildiğini göstermiştir ancak miktarların kontrol ve enfekte *A. mellifera ligustica* arıları arasında enfekte edilmelerinden 12 gün sonra önemli ölçüde değişmediği belirlenmiştir. Bu da *V. ceranae*' nin neden sadece geçici immünosupresyona (bağışıklık baskılanması) neden olduğunu göstermiştir. Li ve ark. (2017), enfeksiyondan 6 gün sonra immünosupresyon tespit etmiştir. Benzer şekilde, humoral savunma mekanizmasının kısmi baskılanması da gözlemlenmiştir (Antúnez ve ark., 2009). Bal arısının *V. ceranae* ve insektisitlere verdiği yanıtların transkriptom analizleri, bal arıları yalnızca *V. ceranae* ile enfekte edildiği zaman veya bir insektisit ile birlikte tedavi edildiğinde hymenoptaesinin aşağı regülasyonunu içeren yoğun bir değişiklik ortaya çıkarmıştır (Aufauvre ve ark., 2014). Arı başına 86.000 *V. ceranae* sporu ile enfekte edilmiş bal arılarının gen ekspresyonlarının RNA dizi analizi, AMP' lerin enfeksiyondan 5 gün sonra aşağı regülasyonunu gösterirken, bu regülasyon 10. ve 15. günlerde gözlenmemiştir (Badaoui ve ark., 2018).

Tozkar (2015) çalışmasında, tüm bal arısı alt türleri için abaesin, defensin, apidaesin ve hymenoptaesin transkript seviyelerinin birbiriyle korelasyon içinde arttığını bildirmiştir. Dört farklı bal arısı türünün *V. ceranae*' ya duyarlılığı ile ilgili bir başka çalışmada, *V. ceranae* enfeksiyonlarının dört bal arısı türünün hepsinde abaesin ekspresyon seviyeleri üzerinde bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Öte yandan, aynı çalışmada Kanada orijinli *V. ceranae* izolatu ile enfeksiyondan sonra, *Apis ceranae* ve *Apis florea*' de apidaesin'in dikkate değer bir yukarı regülasyonu ve *A. ceranae*' da hymenoptaesin mRNA seviyelerinde bir artış doğrulanmıştır (Chaimanee ve ark., 2013). Bal arılarının genetik geçmişi, AMP tepkisinin yoğunluğunda farklılıklara yol açabilir (Decanini ve ark., 2007). Farklı yaşlardaki ana arılarda *V. ceranae* ile aşılamanın erken dönemlerinde (altıncı gün) apidaesin ekspresyonu yükselmiştir (Chaimanee ve ark., 2013). Abaesin ve apidaesin transkriptlerinin seviyesinin, *V. ceranae* ile enfekte olmuş arıların orta bağırsağında oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir (Jefferson ve ark., 2013). Bakıcı ve toplayıcı arılarda abaesin transkriptinde önemli bir artış tespit edilirken, toplayıcı arılarda apidaesin'de anlamlı bir artış gözlenmiştir. *V. ceranae* ve *V. apis* izolatları arasındaki virülans farklılıkları da araştırılmıştır (Fries, 2010).

*Vairimorpha* cinsi mikrosporidian parazitlerinin arıların bağışıklık sistemi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi, standartlaştırılmış bir araştırma protokolü olmaması nedeniyle güçtür. Konak genotipleri, *Vairimorpha* suşları, enfeksiyonun şiddeti (arı başına spor sayısı ile ifade edilir), arıların yaşı ve gelişim aşaması ve patojene maruz kalma süresi (genellikle enfeksiyondan sonraki gün (dpi) olarak ifade edilir), arıları sporlarla beslemek için kullanılan metodolojiler, bağışıklık sistemi ve AMP genlerinin ekspresyonu üzerinde önemli etkilere ve farklılıklara neden olur. Örneklenen materyalin tipi de rol oynar ve bütün halindeki arıların ve karın segmentlerinin analizlerinde önemli farklılıklar rapor edilmiştir (Chaimanee ve ark., 2012). Li ve ark. (2018), *V. ceranae*'ye uzun süre maruz kalmanın bal arılarının bağışıklığı üzerinde baskılayıcı etkileri olduğunu yayınlamıştır. Enfeksiyonun ilk aşamalarında gen ifadesi yukarı doğru düzenlenmiş (Huang ve ark., 2016), bundan sonra abaesin, apidaesin ve hymenoptaesin ifadesinde kademeli bir azalma not edilmiştir (Antúnez ve ark., 2009; Chaimanee ve ark., 2012; Huang ve ark., 2016; Li ve ark., 2018).

## Sonuç

Arılardaki *Vairimorpha (Nosema)* spp. enfeksiyonları ile ilgili çalışmaların bulgularının yorumlanması zordur. Çoğu araştırmaya göre *Vairimorpha* spp. geçici immünosupresif (bağışıklık baskılayıcı) etkiler gösterir ve AMP genlerinin ekspresyonu sonunda normal seviyelere döner. AMP' lerin durumunu etkileyen mekanizmalar, arıların bağışıklık sistemi üzerinde patojenler tarafından uygulanan etkilerin daha geniş perspektifte anlaşılması için daha ayrıntılı olarak araştırılmalıdır. Bireysel bağışıklık bal arılarında doğuştan gelen bir bağışıklık sistemidir. Bu sistem, fiziksel engelleri ve kendilerini çok çeşitli bulaşıcı ve parazit organizmalara karşı savunmalarına izin veren hücrel ve hümorale tepkileri de içerir. Arıları etkileyen ve bağışıklık sistemini harekete geçiren çeşitli patojenlere ek olarak ksenobiyotikler de (fungisitler, akarisitler, pestisitler ve herbisitler gibi) arı sağlığı ve bağışıklık sistemi üzerinde etkiler yapabilir. Doğuştan gelen bağışıklık sistemi efektörleri, patojen tanıma reseptörleri ve sinyal yolları bağışıklık savunma mekanizmalarıdır. *Apis mellifera* L.'nin bağışıklık sistemi, patojenler ve pestisitler gibi birçok faktörden etkilenir ve

bu nedenle bu faktörlerin bağışıklık tepkileri üzerindeki etkilerinin sürekli olarak araştırılması önemlidir. Bu faktörlerin en etkili olanlarından biri de *Vairimorpha* spp. enfeksiyonlarıdır. *Vairimorpha* enfeksiyonlarının sonuçları göz önüne alındığında, enfekte arılardaki patojen yükünü kontrol edebilme durumu son derece gereklidir. Bu mantarların yönetimi büyük olasılıkla pek çok çözümün bir kombinasyonunu gerektireceğinden, *Vairimorpha*'ya karşı etkili bileşiklerin sürekli araştırılması ve test edilmesi gereklidir. *Vairimorpha*'ya karşı geliştirilen tedavi yöntemleri küçük moleküller, RNA etkileşimi, bazı ekstrakt veya mikrobiyal takviyeleri içermektedir. *Vairimorpha* hastalığını taşıyan kolonilerin tedavisine yönelik araştırmaların yanı sıra *Vairimorpha* türlerinin dağılımını belirlemek için hem yönetilen (yetiştirilen) hem de yabani arı kolonilerinde daha fazla çevresel araştırma yürütülmelidir. Patojen dağılımı ve bunun hem yerli hem de yabani arılara etkisinin araştırılması da dikkate değerdir. Yerli arı topluluklarında bu patojenlerin etkisinin ve dağılımının daha iyi anlaşılması yoluyla evcilleştirilmiş ve yerli arı toplulukları için daha iyi yönetim stratejileri belirlenmesi, içinde buldukları ekosistem için de hayati önem taşımaktadır. *Vairimorpha* spp'ni ayırt etmek ve etiyojik tanısını gerçekleştirmek de gereklidir. *Vairimorpha* hem arı bireylerinin hem de tüm kovanda bulunan arıların fizyoloji ve davranışlarını değiştirir. Bu mikrosporidiaların immünosupresif etkisi ve kovan organizasyonun bozulması koloniyi zayıflatır. Bunun da ekolojik, tarımsal ve ekonomik sonuçları oldukça fazladır. Bununla birlikte, *V. ceranae* enfeksiyonunun neden olduğu ölüm verileri net değildir ve enfekte kolonilerdeki gerçek yaşayabilirlik (ömür uzunluğu) verilerini bilmek, anlamak ve tüm nedenlere göre hareket etmek gereklidir. *Vairimorpha* spp'nin arıların bağışıklık sistemi üzerindeki etkisi, karşılıklı ilişkilerini daha iyi anlamak ve etkili arı koruma yöntemleri geliştirmek için daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılmalıdır. Hastalıkların ve patolojilerin önlenmesi ve/veya tedavisi için belirli efektörlerin potansiyel uygulamaları ve ayrıca arı bağışıklık sisteminin moleküler mekanizmalarına yönelik araştırmalar gelecekteki çalışmaların odak noktaları olmalıdır. Bal arısı bağışıklık sistemleri çözümlendikçe, sosyal böcekler ve bağışıklık fonksiyonları arasındaki potansiyel evrimsel ilişki belirlenebilir. Böylece arı kayıplarını azaltmak için yerel alttür ve ekotipleri koruma stratejileri geliştirilebilir.

## Kaynaklar

- Alaux, C., Brunet, J. L., Dussaubat, C., Mondet, F., Tchamitchan, S., Cousin, M., Le Conte, Y., 2010. Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology*. 12, 774–782.
- Alaux, C., Folschweiller, M., McDonnell, C., Beslay, D., Cousin, M., Dussaubat, C., Le Conte, Y., 2011. Pathological effects of the microsporidium *Nosema ceranae* on honey bee queen physiology (*Apis mellifera*). *Journal of Invertebrate Pathology*. 106, 380–385.
- Antúnez, K., Martín-Hernández, R., Prieto, L., Meana, A., Zunino, P., Higes, M., 2009. Immune Suppression in the Honey Bee (*Apis mellifera*) Following Infection by *Nosema ceranae* (Microsporidia). *Environmental Microbiology*. 11, 2284–2290.
- Aufauvre, J., Misme-Aucouturier, B., Vignes, B., Texier, C., Delbac, F., Blot, N., 2014. Transcriptome analyses of the honeybee response to *Nosema ceranae* and insecticides. *PLoS One*. 9, e91686.

- Bacandritsos, N., Granato, A., Budge, G., Papanastasiou, I., Roinioti, E., Caldon, M., Falcaro, C., Gallina, A., Mutinelli, F., 2010. Sudden Deaths and Colony Population Decline in Greek Honey Bee Colonies. *Journal Invertebrate Pathology*. 105, 335–340.
- Badaoui, B., Fougeroux, A., Petit, F., Anselmo, A., Gorni, C., Cucurachi, M., Cersini, A., Granato, A., Cardeti, G., Formato, G., Mutinelli, F., Giuffra, E., Williams, J., Botti, S., 2018. RNA-sequence analysis of gene expression from honeybees (*Apis mellifera*) infected with *Nosema ceranae*. *PLoS One*. 12. e0173438.
- Bailey, L., Ball, B.V., 1991. Honey bee pathology, 2nd ed.. Academic Press, London.
- Barribeau, S. M., Sadd, B. M., du Plessis, L., Brown, M. J. F., Buechel, S. D., Cappelle, K., Carolan, J. C., Christiaens, O., Colgan, T. J., Erler, S., Evans, J., Helbing, S., Karaus, E., Lattorff, H. M. G., Marxer, M., Meeus, I., Naepflin, K., Niu, J., Schmid-Hempel, R., Smaghe, G., Waterhouse, R. M., Yu, N., Zdobnov, E. M., Schmid-Hempel, P., 2015. A depauperate immune repertoire precedes evolution of sociality in bees. *Genome Biology*. 16, 83.
- Brutscher, L. M., Daughenbaugh K. F., Flenniken M. L., 2015. Antiviral defense mechanisms in honey bees. *Current Opinion In Insect Science*. 10,71-82.
- Boman, H. G., 2003. Antibacterial peptides: basic facts and emerging concepts. *Journal of Internal Medicine*. 254(3), 197-215.
- Casteels, P., Ampe C., Jacobs F., Vaeck M., Tempst P., 1989. Apidaecins: antibacterial peptides from honey bees. *The EMBO Journal*. 8, 2387-2391.
- Casteels, P., Ampe C., Riviere L., van Damme J., Elicone C., Fleming M., Jacobs F., Tempst P., 1990. Isolation and characterization of abaecin, a major antibacterial response peptide in the honeybee (*Apis mellifera*). *European Journal of Biochemistry*. 187, 381-386.
- Casteels, P., Ampe C., Jacobs F., Tempst P., 1993. Functional and chemical characterization of hymenoptaecin, an antibacterial polypeptide that is infection-inducible in the honeybee (*Apis mellifera*). *Journal of Biological Chemistry*. 268, 7044-7054.
- Casteels, P., Tempst P., 1994. Apidaecin-type peptide antibiotics function through a nonporeforming mechanism involving stereospecificity. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 199, 339- 345.
- Cerenius, L., Lee, B. L., Söderhäll, K., 2008. The proPO-system: pros and cons for its role in invertebrate immunity. *Trends In Immunology*. 29, 263-271.
- Chauzat, M. P., Higes, M., Martin-Hernandez, R., Meana, A., Cougoule, N., Faucon, J. P., 2007. Presence of *Nosema ceranae* in French honey bee colonies. *Journal of Apicultural Research*. 46, 127–128.
- Chaimanee, V., Chantawannakul, P., Chen, Y., Evans, J. D., Pettis, J. S., 2012. Differential expression of immune genes of adult honey bee (*Apis mellifera*) after inoculated by *Nosema ceranae*. *Journal of Insect Physiology*. 58, 1090–1095.
- Chaimanee, V., Pettis, J. S., Chen, Y. P., Evans, J.D., Khongphinitbunjong, K., Chantawannakul, P., 2013. Susceptibility of four different honey bee species to *Nosema ceranae*. *Veterinary Parasitology*. 193, 260–265.
- Chen, Y., Evans, J. D., Smith, B., Pettis, J. S., 2008. *Nosema ceranae* is a long-present and wide-spread microsporidian infection of the European honey bee (*Apis mellifera*) in the United States. *Journal of Invertebrate Pathology*. 97, 186–88.



- Chen, Y., Evans, J. D., Zhou, L., Boncristiani, H., Kimura, K., Xiao, T., Litkowski, A. M., Pettis, J. S., 2009. Asymmetrical Coexistence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in Honey Bees. *Journal of Invertebrate Pathology*. 101, 204–209.
- Crailsheim, K., Riessberger-Gallé, U., 2001. Honey bee age-dependent resistance against American foulbrood. *Apidologie*. 32, 91-104.
- Corradi, N., Keeling, P., 2009. Microsporidia: a journey through radical taxonomical revisions. *Fungal Biology Reviews*. 23, 1-8.
- Cox-Foster, D., Schonbaum, C., Murtha, M., Cavener, D., 1990. Developmental Expression of the Glucose Dehydrogenase Gene in *Drosophila Melanogaster*. *Genetics*. 124, 873-80.
- Danihlík, J., Aronstein, K., Petřivalský, M., 2015. Antimicrobial peptides: a key component of honey bee innate immunity. *Journal of Apicultural Research*. 54, 123-136.
- Decanini, L. I., Collins A. M., Evans, J. D., 2007. Variation and heritability in immune gene expression by diseased honeybees. *Journal of Heredity*. 98, 195- 201.
- Decker, H., Jaenicke, E., 2004. Recent findings on phenoloxidase activity and antimicrobial activity of hemocyanins. *Developmental and Comparative Immunology*. 28(7-8), 673-87.
- Desneux, N., Decourtye, A., Delpuech, J. M., 2007. The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods. *Annual Review Of Entomology*. 52, 81–106.
- Desai, S. D., Currie, R.W., 2016. Effects of Wintering Environment and Parasite-Pathogen Interactions on Honey Bee Colony Loss in North Temperate Regions. *PLoS One*. 11, e0159615.
- Dussaubat, C., Maisonnasse, A., Alaux, C., Tchamitchan, S., Brunet, J. L., Plettner, E., Le Conte, Y., 2010. *Nosema* spp. infection alters pheromone production in honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Chemical Ecology*. 36, 522–525.
- Dussaubat, C., Brunet, J. L., Higes, M., Colbourne, J. K., Lopez, J., Choi, J. H., Martín-Hernández, R., Botias, C., Cousin, M., McDonnell, C., Bonnet, M., Belzunces, L. P., Moritz, R. F. A., Le Conte, Y., Alaux, C., 2012. Gut pathology and responses to the microsporidium *Nosema ceranae* in the honey bee *Apis mellifera*. *PLoS One*. 7, e37017.
- Dussaubat, C., Maisonnasse, A., Crauser, D., Beslay, D., Costagliola, G., Soubeyrand, S., Kretzchmar, A., Le Conte, Y., 2013. Flight behavior and pheromone changes associated to *Nosema ceranae* infection of honey bee workers (*Apis mellifera*) in field conditions. *Journal of Invertebrate Pathology*. 113, 42–51.
- Dutta, R. C., Nagpal S., Salunke D. M., 2008. Functional mapping of apidaecin through secondary structure correlation. *International Journal of Biochemistry and Cell Biology*. 40, 1005-1015.
- Erler, S., Moritz, R. A., 2016. Pharmacophagy and pharmacophory: mechanisms of self-medication and disease prevention in the honeybee colony (*Apis mellifera*). *Apidologie*. 47, 389–411.
- Evans, J. D., Aronstein, K., Chen, Y. P., Hetru, C., Imler, J. L., Jiang, H., Kanost, M., Thompson, G. J., Zou, Z., Hultmark, D., 2006. Immune pathways and defence mechanisms in honey bees *Apis mellifera*. *Insect Molecular Biology*. 15, 645–656.

- Evans, J. D., 2006. Beepath: an ordered quantitative-PCR array for exploring honey bee immunity and disease. *Journal of Invertebrate Pathology*. 93, 135–139.
- Evans, J. D., Spivak, M., 2010. Socialized medicine: Individual and communal disease barriers in honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*. 103 (Suppl. 1), 62–72.
- Flores, J. M., Gil-Lebrero, S., Gámiz, V., Rodríguez, M. I., Ortiz, M. A., Quiles, F. J., 2019. Effect of the Climate Change on Honey Bee Colonies in a Temperate Mediterranean Zone Assessed through Remote Hive Weight Monitoring System in Conjunction with Exhaustive Colonies Assessment. *Science of The Total Environment*. 653, 1111–1119.
- Fries, I., Camazine S., 2001. Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology. *Apidologie*. 32, 199-214.
- Fries, I., Martin R., Meana, A., Garcia-Palencia, P., Higes, M., 2006. Natural infections of *Nosema ceranae* in European honey bees. *Journal of Apicultural Research*. 45, 230–233.
- Fries, I., 2010. *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Invertebrate Pathology*. 103, 73–79.
- Forsgren, E., Fries, I., 2010. Comparative Virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in Individual European Honey Bees. *Veterinary Parasitology*. 170, 212–217.
- Gajda, A. M., Mazur, E. D., Bober, A. M., Czopowicz, M., 2021. *Nosema ceranae* Interactions with *Nosema apis* and Black Queen Cell Virus. *Agriculture*. 11, 963.
- Gätschenberger, H., Azzami, K., Tautz, J., Beier, H., 2013. Antibacterial immune competence of honey bees (*Apis mellifera*) is adapted to different life stages and environmental risks. *PLoS One*. 8(6). e66415.
- Gillespie, J. P., Kanost, M. R., Trenczek, T., 1997. Biological mediators of insect immunity. *Annual Review of Entomology*. 42. 611-43.
- Gisder, S., Schüler, V., Horchler, L. L., Groth, D., Genersch, E., 2017. Long-Term Temporal Trends of *Nosema* spp. Infection Prevalence in Northeast Germany: Continuous Spread of *Nosema ceranae*, an Emerging Pathogen of Honey Bees (*Apis mellifera*), but No General Replacement of *Nosema apis*. *Frontiers In Cellular And Infection Microbiology*. 7, 301.
- Gherman, B. I., Denner, A., Bobis, O., Dezmirean, D. S., Marghitas, L. A., Schluns, H., Moritz, R. F. A., Erler, S., 2014. Pathogen-associated self-medication behavior in the honeybee *Apis mellifera*. *Behavioral Ecology And Sociobiology*. 68, 1777–1784.
- Gliński, Z., Buczek, K., Marć, M., 2011. Zjawiska i mechanizmy odporności przeciwzakaźnej pszczoły miodnej – nowe osiągnięcia [Defense phenomena and mechanisms in honey bee: new approaches]. *Życie Weterynaryjne*. 86, 687-694.
- Grassl, J., Holt, S., Cremen, N., Peso, M., Hahne, D., Baer, B., 2018. Synergistic Effects of Pathogen and Pesticide Exposure on Honey Bee (*Apis mellifera*) Survival and Immunity. *Journal of Invertebrate Pathology*. 159, 78–86.
- Grupe, A. C., Quandt, C. A., 2020. A Growing Pandemic: A Review of *Nosema* Parasites in Globally Distributed Domesticated and Native Bees. *PLoS Pathology*, 16, e1008580.
- Goblirsch, M., Huang, Z., Spivak, M., 2013. Physiological and Behavioral Changes in Honey Bees (*Apis mellifera*) Induced by *Nosema ceranae* Infection. *PloS One*. 8, e58165.
- Goodwin, M., Ten Houten, A., Perry, J., Blackman, R., 1990. Cost benefit analysis of using fumagillin to treat nosema. *New Zealand Beekeeper*. 208, 11–12.

- Gómez-Moracho, T., Durand, T., Pasquaretta, C., Heeb, P., Lihoreau, M., 2021. Artificial Diets Modulate Infection Rates by *Nosema ceranae* in Bumblebees. *Microorganisms*. 9, 158.
- Guzman-Novoa, E., 2011. Integration biotechnologies. Genetic basis of disease resistance in the honey bee (*Apis mellifera*). In: Murray M-Y editor. *Comprehensive biotechnology*, Second ed. Elsevier. (4), 763-767.
- Hatjina, F., Bienkowska, M., Charistos, L., Chlebo, R., Costa, C., Dražić, M. M., Filipi, J., Gregorc, A., Ivanova, E. N., Kezić, N., Kopernicky, J., Kryger, P., Lodesani, M., Lokar, V., Mladenovic, M., Panasiuk, B., Petrov, P., Rai, S., Smodis Skerl, M. I., Vejsns, F., Wilde, J., 2014. A review of methods used in some European countries for assessing the quality of honey bee queens through their physical characters and the performance of their colonies. *Journal of Apicultural Research*. 53, 337–363.
- Higes, M., Martín, R., Meana, A., 2006. *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *Journal of Invertebrate Pathology*. 92, 93–95.
- Higes, M., Garcia-Palencia P., Martin-Hernandez, R., Meana, A., 2007. Experimental infection of *Apis mellifera* honeybees with *Nosema ceranae* (Microsporidia). *Journal of Invertebrate Pathology*. 94, 211–217.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Botías, C., Bailón, E., González, P. A., Barrios, L., Nozal, M., Bernal, J., Jiménez, J., Palencia, P., Meana, A., 2008. How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse. *Environmental Microbiology*. 10, 2659-69.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., García-Palencia, P., Marín, P., Meana A., 2009. Horizontal transmission of *Nosema ceranae* (Microsporidia) from worker honeybees to queens (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology Reports*. 1(6). 495-8.
- Higes, M., Juarranz, A., Dias-Almeida, J., Lucena, S., Botías, C., Meana, A., García-Palencia, P., Martín-Hernández, R., 2013. Apoptosis in the pathogenesis of *Nosema ceranae* (Microsporidia: Nosematidae) in honey bees (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology Reports*. 5, 530–536.
- Holt, H. L., Aronstein, K. A., Grozinger, C. M., 2013. Chronic parasitization by *Nosema* microsporidia causes global expression changes in core nutritional, metabolic and behavioral pathways in honey bee workers (*Apis mellifera*). *BMC Genomics*. 14, 799.
- Huang, W., Jiang, J. H., Chen, Y.W., Wang, C. H., 2007. A *Nosema ceranae* isolate from the honeybee *Apis mellifera*. *Apidologie*. 38, 30–37.
- Huang, Q., Kryger, P., Le Conte, Y., Moritz, R. F. A., 2012. Survival and immune response of drones of a Nosemosis tolerant honey bee strain towards *N. ceranae* infections. *Journal of Invertebrate Pathology*. 109, 297–302.
- Huang, Q., Chen, Y. P., Wang, R. W., Cheng, S., Evans, J. D., 2016. Host-parasite interactions and purifying selection in a Microsporidian parasite of honey bees. *PLoS One*. 11, e0147549.
- Ilyasov, R., Gaifullina, L., Saltykova, E., Poskryakov, A., Nikolenko, A., 2012. Review of the expression of antimicrobial peptide defensin in honey bees *Apis mellifera* L. *Journal of Apicultural Science*. 56, 115- 124.

- Ilyasov, R. A., Gaifullina, L. R., Saltykova, E. S., Poskryakov, A. V., Nikolaenko, A. G., 2013. Defensins in the honeybee antiinfectious protection. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. 49, 1-9.
- Invernizzi, C., Abud, C., Tomasco, I. H., Harriet, J., Ramallo, G., Campá, J., Katz, H., Gardiol, G., Mendoza, Y., 2009. Presence of *Nosema ceranae* in honeybees (*Apis mellifera*) in Uruguay. *Journal of Invertebrate Pathology*. 101, 150–153.
- Jefferson, J. M., Dolstad, H. A., Sivalingam, M. D., Snow, J. W., 2013. Barrier immune effectors are maintained during transition from nurse to forager in the honey bee. *PLoS One*. 8, e54097.
- Kartal, S., Tunca R. İ., Özgül, O., Karabağ, K., Koç, H., 2021. Microscopic and molecular detection of *Nosema* sp. in the Southwest Aegean region (Güneybatı Ege Bölgesinde *Nosema* Türlerinin Mikroskopik ve Moleküler Yöntemlerle Belirlenmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 21, 8-20.
- Klaudiny, J., Albert Š., Bachanová K., Kopernický J., Šimúth J., 2005. Two structurally different defensin genes, one of them encoding a novel defensin isoform, are expressed in honeybee *Apis mellifera*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 35, 11- 22.
- Klee, J., Besana, A. M., Genersch, E., Gisder, S., Nanetti, A., Tam, D. Q., Chinh, T. X., Puerta, F., Ruz, J. M., Kryger, P., Message, D., Hatjina, F., Korpela, S., Fries, I., Paxton, R. J., 2007. Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 96 (1), 1–10.
- Kurze, C., Mayack, C., Hirche, F., Stangl, G. I., Le Conte, Y., Kryger, P., Moritz, R. F. A., 2016. *Nosema* spp. infections cause no energetic stress in tolerant honeybees. *Parasitology Research*. 115(6), 2381-8.
- Lavine, M. D., Strand, M. R., 2002. Insect haemocytes and their role in immunity. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 32, 1295–1309.
- Li, W., Evans, J., Li, J., Su, S., Hamilton, M., Chen, Y., 2017. Spore load and immune response of honey bees naturally infected by *Nosema ceranae*. *Parasitology Research*. 116, 1-10.
- Li, W., Chen, Y., Cook, S.C., 2018. Chronic *Nosema ceranae* infection inflicts comprehensive and persistent immunosuppression and accelerated lipid loss in host *Apis mellifera* honey bees. *International Journal for Parasitology*. 48, 433-444.
- Le Conte, Y., Alaux, C., Martin, J. F., Harbo, J. R., Harris, J. W., Dantec, C., Navajas, M., 2011. Social immunity in honey bees (*Apis mellifera*): Transcriptome analysis of varroa-hygienic behaviour. *Insect Molecular Biology*. 20, 399–408.
- Lemaitre, B., Hoffmann, J., 2007. The host defense of *Drosophila melanogaster*. *Annual Review of Immunology*. 25, 697-743.
- Malone, L. A., Giacón, H. A., Newton, M. R., 1995. Comparison of the responses of some New Zealand and Australian honey bees (*Apis mellifera* L.) to *Nosema apis* Z. *Apidologie*. 26, 495–502.
- Martín-Hernández, R., Botías, C., Barrios, L., Martínez-Salvador, A., Meana, A., Mayack, C., Higes, M., 2011. Comparison of the energetic stress associated with experimental *Nosema ceranae* and *Nosema apis* infection of honeybees (*Apis mellifera*). *Parasitology Research*. 109, 605–612.

- Matsumoto, K., Orikasa, Y., Ichinohe, K., Hashimoto, S., Ooi, T., Taguchi, S., 2010. Flow cytometric analysis of the contributing factors for antimicrobial activity enhancement of cell-penetrating type peptides: case study on engineered apidaecins. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 395, 7-10.
- Mayack, C., Naug, D., 2009. Energetic stress in the honeybee *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection. *Journal of Invertebrate Pathology*. 100 (3), 185–88.
- Mayack, C., Naug, D., 2010. Parasitic infection leads to decline in hemolymph sugar levels in honeybee foragers. *Journal of Insect Physiology*. 56, 1572-1575.
- Murphy, K., Travers, P., Walport, M., 2017. *Janeway's Immunobiology*. 9na ed. London and New York.
- Müller, M., Biganski, S., Moritz, R. F. A., 2015. Plasticity of behavioural modulation in honey bee workers (*Apis mellifera*) infected with *Nosema ceranae* (Microsporida). *Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft der Institute für Bienenforschung e.V., Münster*, pp. 40–41.
- Naug, D., Gibbs, A., 2009. Behavioral changes mediated by hunger in honeybees infected with *Nosema ceranae*. *Apidologie*. 40, 595-599.
- Nazzi, F., Brown, S. P., Annoscia, D., Del Piccolo, F., Di Prisco, G., Varricchio, P., Della Vedova, G., Cattonaro, F., Caprio, E., Pennacchio, F., 2012. Synergistic Parasite-Pathogen Interactions Mediated by Host Immunity Can Drive the Collapse of Honeybee Colonies. *PLoS Pathology*. 8, e1002735.
- Olszewski, K., 2009. Assessment of production traits in the Buckfast bee. *Journal of Apicultural Science*. 2, 79-90.
- Paxton, R. J., Klee, J., Korpela, S., Fries, I., 2007. *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*. *Apidologie*. 38, 558–565.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W. E., 2010. Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers. *Trends In Ecology Evolution*. 25, 345–353.
- Rahnamaeian, M., Cytryńska, M., Zdybicka-Barabas, A., Dobszlaff, K., Wiesner, J., Twyman, R.M, Zuchner, T., Sadd, B. M., Regoes, R.R., Schmid-Hempel, P., Vilcinskas, A., 2015. Insect antimicrobial peptides show potentiating functional interactions against Gram-negative bacteria. *Proceedings of The Royal Society*. 282, 20150293.
- Schwarz, R. S., Evans, J. D., 2013. Single and mixed-species trypanosome and microsporidia infections elicit distinct, ephemeral cellular and humoral immune responses in honey bees. *Developmental and Comparative Immunology*. 40, 300-310.
- Schlüns, H., Crozier R. H., 2007. Relish regulates expression of antimicrobial peptide genes in the honeybee, *Apis mellifera*, shown by RNA interference. *Insect Molecular Biology*. 16(6), 753-9.
- Sinpoo, C., Paxton, R.J., Disayathanoowat, T., Krongdang, S., Chantawannakul, P., 2018. Impact of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* on individual worker bees of the two host species (*Apis cerana* and *Apis mellifera*) and regulation of host immune response. *Journal of Insect Physiology*. 105, 1-8.
- Teixeira, E. W, Guimarães-Cestaro L., Alves, L. T. M. F, Message, D., Martins, M. F., Luz, C.F.P da, Serrão J. E., 2018. Spores of *Paenibacillus larvae*, *Ascospaera apis*, *Nosema*

- ceranae* and *Nosema apis* in bee products supervised by the Brazilian Federal Inspection Service. *Revista Brasileira De Entomologia*. 62, 188–194.
- Tozkar, C. Ö., 2015. Türkiye’deki arı ırklarında patojen ve ilgili mikroorganizmaların yaygınlığı ve *Nosema ceranae* enfeksiyonuna karşı gösterdikleri farklı tepkiler. Doktora Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 165 s.
- Traver, B. E., Williams, M. R., Fell, R. D., 2012. Comparison of within Hive Sampling and Seasonal Activity of *Nosema ceranae* in Honey Bee Colonies. *Journal Of Invertebrate Pathology*. 109, 187–193.
- Vidau, C., Panek, J., Texier, C., Biron, D. G., Belzunces, L. P., Le Gall, M., Broussard, C., Delbac, F., El Alaoui, H., 2014. Differential proteomic analysis of midguts from *Nosema ceranae*-infected honeybees reveals manipulation of key host functions. *Journal Of Invertebrate Pathology*. 121, 89–96.
- Wagner, D. L., 2020. Insect Declines in the Anthropocene. *Annual Review of Entomology*. 65, 457–480.
- Whitaker, J., Szalanski, A.L. Kence, M., 2011. Molecular detection of *Nosema ceranae* and *N. apis* from Turkish honey bees. *Apidologie*. 42, 174–180
- Wilson-Rich, N., Spivak, M., Fefferman, N. H., Starks, P. T., 2009. Genetic, individual, and group facilitation of disease resistance in insect societies. *Annual Review of Entomology*. 54, 405-423.
- Williams, G. R., Shafer, A. B. A., Rogers, R. E. L, Shutler, D., Stewart, D. T., 2008. First detection of *Nosema ceranae*, a microsporidian parasite of European honey bees (*Apis mellifera*), in Canada and central USA. *Journal of Invertebrate Pathology*. 97, 189–192.
- Xu, P., Shi, M., Chen, X. X., 2009. Antimicrobial peptide evolution in the Asiatic honey bee *Apis cerana*. *PloS One*. 4(1), e4239.



## Süt Sığırlarında Uzun Ömürlülük (Longevity) Ölçüleri

Ömer AKBULUT

Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosüreç Mühendisliği Anabilimdalı, 28200, Giresun, Türkiye

Ömer AKBULUT, ORCID No: [0000-0002-8860-3513](https://orcid.org/0000-0002-8860-3513)

### MAKALE BİLGİSİ

### ÖZ

#### Derleme

Geliş: 23.03.2023

Kabul: 13.05.2023

#### Anahtar Kelimeler

Uzun ömürlülük

Sürü ömrü

Süt sığırcılığı

Üretim etkenliği

#### \* Sorumlu Yazar

omer.akbulut@giresun.edu.tr

Uzun ömürlülük süt sığırcılığı için ekonomik öneme sahip temel bir özelliktir. Bu özellik ıslah programlarında yer almaktadır. Literatürde süt sığırlarında uzun ömürlülük ölçülerinin verim özellikleri ile ilişkilerini, ekonomik ve genetik yönünü inceleyen kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda uzun ömürlülüğü belirlemede çok sayıda süre ve ölçü kullanıldığı bildirilmektedir. Bu terim ve ölçüler için literatürde farklı tanımlamalar yapılmıştır. Bazı kaynaklarda ise aynı tanım, farklı ölçüler için kullanılmaktadır. Bu durum kavram karışıklığına yol açmaktadır. Bazı ölçüler için tanım farklılıkları Türkçe literatür için de söz konusudur. Bu çalışmada hem yabancı hem de Türkçe literatürde uzun ömürlülük ölçülerinin tanımları derlenmiştir. Bu derleme ölçü ve tanımlarda birlikteliğe ışık tutmak için yapılmıştır. Bu amaç için, olayın doğası şekilsel olarak gösterilerek, aynı süre ve aynı ölçü için kullanılabilecek kavramlar belirlenmiştir. Ayrıca süt sığırlarında verimliliği ölçmede kullanılabilecek standart uzun ömürlülük ölçüleri önerilmiştir.

## Longevity Measures in Dairy Cattle

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Review

Received : 23.03.2023

Accepted : 13.05.2023

#### Keywords

Longevity

Herd life

Dairy cattle

Breeding efficiency

#### \* Corresponding Author

omer.akbulut@giresun.edu.tr

Longevity is a fundamental property of economic importance for dairy cattle. This feature is included in breeding programs. Comprehensive studies have been carried out in the literature examining the relationship between longevity measures and yield characteristics in dairy cattle, as well as their economic and genetic aspects. It is reported that many periods and measures are used to determine longevity in these studies. Different definitions are made in the literature for these terms and measures. In some sources, the same definition is used for different measures. This leads to conceptual confusion. Definition differences for some measures are also valid for Turkish literature. In this study, definitions of longevity measures in both foreign and Turkish literature were compiled. This compilation was made to shed light on the unity in terms and definitions. For this purpose, the nature of the event has been shown formally and concepts that can be used for the same duration and the same measure have been determined. In addition, new longevity measures have been proposed that can be used to measure productivity in dairy cattle.

Lütfen aşağıdaki şekilde atıf yapınız / Please cite this paper as following;

Akbulut, Ö., 2023. Süt sığırlarında uzun ömürlülük (longevity) ölçüleri, Journal of Animal Science and Products (JASP)

6 (1): 89-102. DOI: [10.51970/jasp.1269841](https://doi.org/10.51970/jasp.1269841)



## Giriş

Süt sığırı yetiştiriciliği ve ıslah programlarında ağırlıklı olarak süt verim özellikleri, döl verim özellikleri ile vücut kondisyonu veya form özellikleri incelenmektedir (Miglior ve ark., 2005). Son yıllarda önem kazanan ve ıslah programlarına alınan bir diğer özellik grubu uzun ömürlülük (longevity) ile ilgili özelliklerdir. Longevity kelimesinin Türkçe karşılığı olarak; yaşam süresi, ömür uzunluğu, uzun ömür, uzun yaşam, uzun ömürlülük, canlılığın ne kadar süreyle yaşayabildiği, dayanıklılık gibi birçok kavram kullanılmaktadır (Anonim, 2022). Bu kelimenin Türkçe uygun karşılığı “uzun ömürlülük” tür. Bu makalenin hedefleri bu alanda kullanılan kavramlarda anlaşılabilirliği ve kavram birliğini sağlamak olduğu için longevity kavramının Türkçe karşılığı olarak “uzun ömürlülük” kelimesinin kullanımı tercih edilmiştir.

Bir ineğin, ilk buzağılaması ile sürüden çıkış zamanı arasındaki süre, çoğu kez eş anlamlı farklı kavramlarla tanımlanmaktadır. Bu kavramlar Von Pelt ve ark. (2015) tarafından uzun ömürlülük (longevity), verimli yaşam (productive life) veya tamamlanmış laktasyon sayısı (lifespan) olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu bağlamda daha yaygın kullanılan kavram uzun ömürlülük “longevity” kavramıdır (Essl, 1998; Haworth ve ark., 2008; Sasaki ve ark., 2012; Heise ve ark., 2016; Schuster ve ark., 2020; Dallago ve ark., 2021; Hu ve ark., 2021).

Bir süt ineği için uzun ömürlülük arzu edilen bir özelliktir. Çünkü uzun ömürlülük ömür boyu süt ve döl verimi, dolayısıyla kârlılıkla ilişkilidir. Ayrıca sürüde uzun ömürlülük arttığında, daha az düve yetiştirilmesi gerekir ve ikame düve maliyeti azalır (Gill ve Allalre, 1976; Ducrocq ve ark., 1988; De Vries ve Marcondes, 2020). Bu nedenlerle uzun ömürlülük sürünün karlılığını etkileyen önemli ölçülerden biridir. Bu bağlamda uzun ömürlülük ile eş anlamlı kullanılan diğer iki kavram, üretken kalma yeteneğini karakterize eden kalıcılık (stayability) ve hayatta kalma veya yaşama gücü (survivability) kavramlarıdır (Everett ve ark., 1976; Ducrocq ve ark., 1988).

Rendel ve Robertson (1950) ekonomik açıdan uzun ömürlülüğün süt veriminden sonra ikinci sırada önemli olduğunu bildirmektedir. Miglior ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada sürü süt üretimi yüksek 17 ülkenin ulusal ıslah programı incelenmiştir. İncelenen ıslah programlarında süt verimi, dayanıklılık ve kondisyon ile sağlık ve üreme özelliklerinin oransal ağırlığı belirlenmiştir. Islah programlarında oransal olarak en büyük ağırlık süt protein verimi, süt yağ verimi ve uzun ömürlülük (longevity) özelliklerinde olduğu tespit edilmiştir. Uzun ömürlülük bu 17 ülke ıslah programının 15’inde dikkate alınmış ve bu özelliğin oransal ağırlığı %11.4 olarak üçüncü sırada olduğu bildirilmiştir.

Bu önemine rağmen uzun ömürlülük karmaşık bir özelliktir. Söz konusu özellik çok sayıda faktör tarafından etkilenmektedir. Bu faktörler; laktasyon süt verimi, üreme, sağlık ve konformasyon gibi kalıtımla ilgili faktörler (Ferris ve ark. 2014) ve besleme, sürü idaresi, süt fiyatı, yem fiyatı, ikame düve maliyeti ve hayvancılık politikaları gibi dış faktörler (De Vries ve Marcondes, 2020; Hu ve ark., 2021) olarak ifade edilmektedir. Bu nedenle uzun ömürlülük ölçülerinin kalıtım derecesi düşüktür (Tüzemen ve ark., 2013). Imbayarwo-Chikosi ve ark. (2015), farklı modeller ile hesaplanan, uzun ömürlülük ile ilgili özelliklerin kalıtım derecesini Interbull (International Bull Evaluation Service) sürülerinde 27 araştırma sonucuna atfen 0.01 ile 0.11 arasında ve oldukça düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte stayability (üretimde kalıcılık) özelliğinin kalıtım derecesi orta düzeyde (0.24 ile 0.36) tespit edilmiştir (Jamrozik ve ark., 2008; Maiwashe ve ark., 2009; Jamrozik ve ark., 2013).

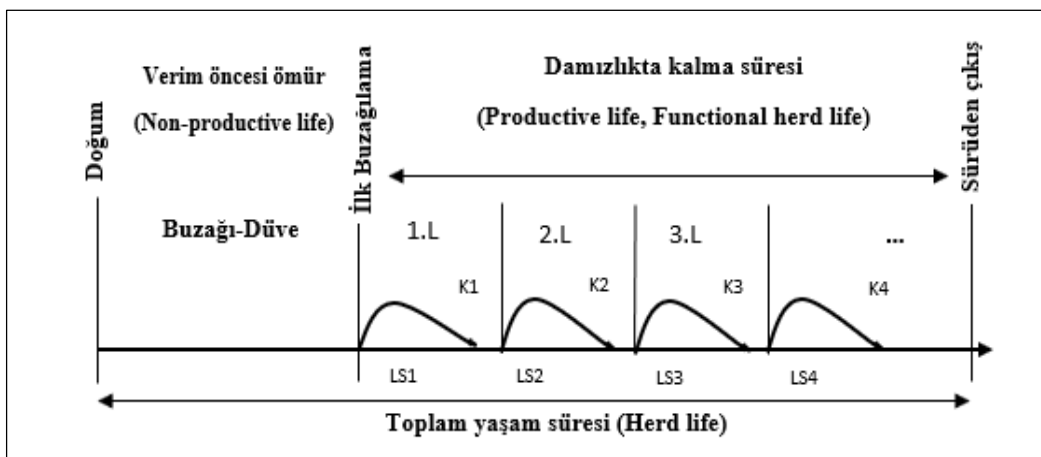
Uzun ömürlülük ölçülerinin tespitinde, özellikle üretimden çıkış zamanındaki veri eksikliği nedeniyle özelliklerin ölçümü zorlaşmaktadır. Bu nedenle uzun ömürlülük özellikleri için çok sayıda ölçüm ve kavram geliştirilmiştir. Son yıllarda uzun ömürlülük konusunda yapılan kapsamlı derleme çalışmalarının bir bölümünü uzun ömürlülük ile ilgili farklı kavramlar (terim veya ölçü) ve bu kavramların farklı tanımları oluşturmuştur (Schuster ve ark., 2020; Dallago ve ark., 2021; Hu ve ark., 2021).

Türkçe literatürde ömür uzunluğu kavramı ilk olarak Savaş ve ark. (1999) ve Kumlu ve Akman (1999) tarafından yapılan çalışmalarda kullanılmıştır. Süt sığırlarında uzun ömürlülük ve sürü ömrü kavramlarının kullanıldığı ve ilgili ölçülerin incelendiği Türkçe yazılmış çalışmalar kronolojik olarak Yaylak (2003), Işık (2006), Mundan ve Karabulut (2008), Kara ve ark. (2010), Boğokşayan ve Bakır (2013), Kaya ve Akbulut (2014) ve Koç (2017) tarafından yapılmıştır. Altun (2009) tarafından yapılan çalışmada ise uzun ömürlülüğün kalıtımı incelenmiş ve özelliğin kalıtım derecesi 0.18 ile 0.25 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda incelenen uzun ömürlülük ölçüleri İngilizce literatüre göre sınırlı (2-3 ölçü) sayıdadır. Türkçe literatürde yer alan ölçülerin tanımları arasında bazı farklılıklar olmakla birlikte İngilizce literatüre göre birliktelik daha fazladır.

Bu derlemenin amacı, İngilizce ve Türkçe literatürde uzun ömürlülük ile ilgili kavramları inceleyerek, ifade edilmiş şekillerindeki benzerlik ve farklılıkları açıklamaktır. Böylece bu derlemenin uzun ömürlülük alanında yapılacak yeni çalışmalarda kavram birliğine katkıda bulunacağı öngörülmektedir.

### Süt Sığırlarında Yaşam Süreci

Bir süt sığırının yaşam süreci tüm canlılarda olduğu gibi doğumla başlar ve ölümle sona erer. Süt sığırlarının sürüdeki yaşamı, hayvanın doğumu ile başlar, hayvanın ilk buzağılaması ile damızlık sürüye katılır ve istemli veya istemsiz sürüden çıkışı ile sona erer. Bu süreç Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Süt sığırlarında yaşam süreci (LSi: Laktasyon süresi, Ki: Kuru dönem)  
Figure 1. Life process in dairy cattle (LSi: Lactation period, Ki: Dry period)

Şekil 1 incelendiğinde yaşam sürecinin iki ana dönemden oluştuğu görülmektedir. Birinci dönem, doğum ve ilk buzağılama arası geçen süredir. Bu süre verimsiz (non-productive life) veya verim öncesi dönem (Dallago ve ark., 2021) olarak adlandırılır. Bu dönem bir hayvan için büyüme ve gelişmenin sağlandığı dönemdir. Bu süre ilkinde buzağılama yaşı (İBY) olarak adlandırılır. İBY süt sığırlarında ırklara göre değişmekle birlikte 23-32 ay arasında olup, 30 aydan daha uzun olmaması istenir (Akbulut ve Tüzemen, 1992; Ural, 2012; Ata, 2013; Wathes ve ark., 2014; De Vries ve Marcondes, 2020).

Doğumdan ilk buzağılamaya kadar olan dönemde hayvana yapılan bakım, besleme vb. tüm masraflar yatırım gideridir. Bu sürenin uzaması yani, İBY'nin yüksek olması verimlilik için bir kayıptır. Türkiye şartlarında İBY'nin bir günlük uzaması, 11 litrelik süt verim kaybı ve buzağı verim kaybı ile birlikte yaklaşık günlük 6.8 ABD \$'lık bir kayba yol açtığı tespit edilmiştir (Yalçın, 2000). Bu kayıp sürünün günlük süt verim ortalaması arttıkça artmaktadır. İBY döl veriminin bir ölçüsü de olup, döl verim ölçüleri kapsamında da değerlendirilmektedir.

Yaşam sürecinin ikinci bölümünü ilk buzağılama ile hayvanın sürüden çıkışı (istemli veya istemsiz) arasında geçen süre oluşturur. Verim düşüklüğü nedeniyle veya ekonomik nedenlerle sürüden çıkartılan hayvanlar istemli çıkış olarak değerlendirilir (Galiç ve ark., 2010). Üretimde kullanılmak üzere satışı başka işletmeye yapılan hayvanlara ait kayıtlar sansürlü veri olarak değerlendirilir (Altun, 2009).

Yaşam süresinin ikinci bölümünü araştırmacılar farklı kavramlarla ifade etmişlerdir. Dallago ve ark., (2021) tarafından üretken yaşam (productive life) olarak ifade edilirken De Vries ve Marcondes (2020) tarafından ise "productive lifespan" ile ifade edilmiştir. Bu dönem içinde gerçekleşen üretimleri dikkate alan buzağılama sayısı (lifespan), toplam sağım süresi (milking life) ölçüleri mevcuttur. Bu ölçüler kullanılarak oransal olarak (%) hesaplanan üretim etkinliği ölçüleri de söz konusudur. Yaşam süresinin ikinci dönemi için çok sayıda ölçü geliştirilmiştir. Uzun ömürlülük (longevity) genel kavramı ile ifade edilen ölçüler daha çok bu dönem ile ilgilidir. Bu ikinci dönemi metrik olarak açıklamak birinci döneme göre daha zordur.

## Uzun Ömürlülük (Longevity) Ölçüleri

Literatürde uzun ömürlülük ile ilgili ölçüler oldukça fazladır. Bu ölçüler ile ilgili farklı tanımlamalar ve adlandırmalar yapılmıştır. Schuster ve ark. (2020), Dallago ve ark. (2021) ve Hu ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmalar derlenerek uzun ömürlülük ölçüleri Tablo 1a, 1b ve 1c'de özetlenmiştir. Bu tablolarda tanımlar, kaynağı ile birlikte özgün şekli ile sunulmuş ve Türkçe karşılığı eklenmiştir. Tanımın alındığı derleme kaynağı numaralandırılarak belirtilmiş, ayrıca tablolarda atıf yapılan çalışmalar, kaynaklar istesinde verilmiştir.

Bu tablolar (Tablo 1a, 1b ve 1c' de) incelendiğinde uzun ömürlülük kapsamında İngilizce literatürden ölçü (Dallago ve ark., 2021) veya terim (Schuster ve ark., 2020; Hu ve ark., 2021) olarak ifade edilen 17 kavram yer almaktadır. Bazı kavramlardan 9 tanesi için özgün tek bir tanım yapılmıştır. Özgün tanımlı bu kavramlar; yaşam uzunluğu (length of life), gerçek kararlılık (true stayability), fonksiyonel kararlılık (functional stayability), yaşam boyu buzağılama sayısı (lifespan), süt üretiminde geçen yaşam (milking life), laktasyon ve üçten fazla laktasyon (3+1 lactation), uzun ömürlülük indeksi (longevity index) ve sürüden çıkma oranı (culling rate %) ölçüleridir. Diğer ölçüler için literatürde birden fazla tanımlama yapılmıştır.

Tablo 1a. Literatürde uzun ömürlülük ile ilgili kavramlar ve tanımları  
 Table 1a. Terms and definitions of longevity in the literature

Kavram	Tanımlama	A	B+
Herd life (Sürü ömrü)	“Time between birth and last test day “ <b>(Doğumdan son süt kontrol gününe geçen süre)</b>	Vollema ve Groen (1996)	1
	“Days from first calving to culling” <b>(İlk buzağılamadan sürüden çıkışa kadar geçen günler)</b>	Brickell ve Wathes (2011)	1,2
	“The total number of days from the first calving date to the last (culling) date” <b>(İlk buzağılamadan sürüden çıkışa kadar geçen toplam gün sayısı)</b>	Tsuruta ve ark. (2005)	2
Productive herd life (Verimli sürü ömrü)	“The length of time that individual cows remain in herds after their first calving” <b>Bireysel olarak ineklerin ilk buzağılamadan sonra sürüde kalma süresi)</b>	Hare ve ark. (2006)	1
	“Days from date of first calving to date of culling or last dry date” <b>(İlk buzağılamadan sürüden çıkışa veya son kuruya çıkış tarihine geçen günler)</b>	Jairath ve ark. (1995)	1
Productive life (Verimli ömür)	“The day from first calving to culling” <b>(İlk buzağılamadan sürüden çıkışa geçen günler)</b>	Raguz ve ark. (2011)	2
	The actual productive life and mainly depends on productivity. <b>Esas olarak üretkenliğe bağlı ve gerçek üretken yaşam.</b>	Vukasinovic ve ark.(1997)	2
	“The total number of days in milk up to 84 mo of age with a restriction of 305, 500, or 999 d per lactation (PL305, PL500, or PL999, respectively).” <b>Laktasyon başına 305, 500 veya 999 gün sınırlaması ile 84 aya kadar süt üretimindeki toplam gün sayısı (sırasıyla PL305, PL500 veya PL999).</b>	Tsuruta ve ark. (2005)	2
Functional productive life (Fonksiyonel sürü ömrü)	“The ability of the cow to avoid culling for involuntary reasons such as sterility or disease” <b>(İneğin kısırılık veya hastalık gibi istem dışı nedenlerle sürüden çıkarımdan kaçınma yeteneği)</b>	Vukasinovic ve ark. (1997)	2
Lenght of life (Yaşam süresi)	“Length of time between birth and culling” <b>(Doğum ve sürüden çıkış arasında geçen zaman)</b>	Haworth ve ark. (2008)	3
Lenght of productive life (Verimli sürü ömrü uzunluğu)	“Days between first calving and culling or death” <b>(İlk buzağılamadan sürüden çıkış veya ölüme geçen günler)</b>	Compton ve ark. (2017)	1
	“Number of months in milk between first calving and 84 mo of age” <b>(Hayvanın ilk buzağılama ve 84 aylık yaş arası süt verimi olan ay sayısı)</b>	Caraviello ve ark. (2004a)	1
	“The number of days from first calving until culling or censoring” <b>(İlk buzağılamadan sürüden çıkış veya sansürlemeye kadar geçen gün sayısı)</b>	Caraviello ve ark. (2004b)	2
	“The days between first calving and disposal” <b>(İlk buzağılamadan sürüden çıkış zamanına geçen günler)</b>	Martinez ve ark. (2004)	2
	“The number of completed lactations” <b>(Tamamlanmış laktasyonların sayısı)</b>	Yazdi ve ark. (1999)	2
	“Length of time between first calving and culling” <b>(İlk buzağılama ve sürüden çıkış arasında geçen zaman)</b>	Ducrocq (1994)	3

+) (1): Schuster ve ark. (2020); (2): Hu ve ark. (2021); (3): Dallago ve ark. (2021) kaynaklarından uyarlanmıştır.  
 A: Kavramı tanımlayan kaynak, B: Kavramı derleyen kaynak

Tablo 1b. Literatürde uzun ömürlülük ile ilgili kavramlar ve tanımları (Tablo 1a'dan devam)  
 Table 1b. Terms and definitions of longevity in the literature (Continued from Table 1a)

Kavram	Tanımlama	A	B+
Stayability (Kararlılık)	“Proportion of cows still alive at 48 months of age” <b>(48 aylık yaşta sürüde kalan ineklerin oranı)</b>	Oltenacu ve Broom (2010)	1
	“Capability of an animal to remain in its herd over time” <b>(Bir hayvanın öngörülen sürede sürüde kalabilme yeteneği)</b>	Essl (1998)	1
	“A measure of cow survival that does not require recording of cull data” <b>(Bir ineğin sürüden çıkışı verisinin kaydı gerektirmeyen hayatta kalma ölçüsü)</b>	Handcock ve ark. (2020)	2
	“The ability of the cow to calve at least three times until 76 months of age” <b>(İneklerin 76 aylık yaşa kadar en az üç kez buzağılama yeteneği)</b>	Ramos ve ark. (2020)	2
	“The measure of whether or not an animal remains and produces in the herd until a specified point in time” <b>(Bir hayvanın belirli bir zamana kadar üretim sürüsünde kalma ölçüsü ölçüsü)</b>	Jamrozik ve ark. (2013)	2
True stayability (Gerçek kararlılık)	“The ability to delay culling” <b>(Sürüden çıkışı geciktirme yeteneği)</b>	Ducrocq (1987)	1
Functional stayability (Fonksiyonel kararlılık)	“The ability to delay involuntary culling” <b>(İstem dışı sürüden çıkışı geciktirme yeteneği)</b>	Ducrocq (1987)	1
Lifespan (Tamamlanmış laktasyon sayısı)	“The number of lactations an animal completes or is expected to complete prior to culling” <b>(Bir hayvanın sürüden çıkıştan önce tamamladığı veya tamamlaması beklenen laktasyon sayısı)</b>	Brotherstone ve ark. (1997)	2
Longevity (Uzun ömürlülük)	“The total months in milk by 84 mo of age” <b>(84 aylık yaşa kadar süt üretimi yapılan ay olarak toplam süre)</b>	Vanraden ve Klaaskate (1993)	2
	“The number of days from first calving until culling or censoring” <b>(İlk buzağılamadan sürüden çıkış veya sansürlemeye kadar geçen gün sayısı)</b>	Sasaki ve ark. (2012)	2
	“The length of time during which an animal is able to stay producing in the herd, and survival” <b>(Bir hayvanın sürüde üretmeye devam edebildiği ve hayatta kalabildiği sürenin uzunluğu)</b>	Jamrozik ve ark. (2013)	2
True longevity (Gerçek uzun ömürlülük)	“Longevity as actually observed” <b>(Gerçekte gözlemlenen uzun ömür)</b>	Beaudeau ve ark. (1995)	1
	“The ability to delay any culling” <b>(Sürüden çıkışı geciktirme yeteneği)</b>	Jenko ve ark. (2013)	2

+) (1): Schuster ve ark. (2020); (2): Hu ve ark. (2021); (3): Dallago ve ark. (2021) kaynaklarından uyarlanmıştır.  
 A: Kavramı tanımlayan kaynak, B: Kavramı derleyen kaynak

Tablo 1c. Literatürde uzun ömürlülük ile ilgili kavramlar ve tanımları (Tablo 1b'den devam)  
 Table 1c. Terms and definitions of longevity in the literature (Continued from Table 1b)

Kavram	Tanımlama	A	B+
	“Days from first calving to culling, death, or censoring; adjusted for the effect of milk yield” <b>(Süt veriminin etkisine göre düzeltilmiş, ilk buzağılamadan sürüden çıkış, ölüm veya sansürlemeye kadar geçen günler)</b>	Sewalem ve ark. (2008)	1
Functional Longevity	“Longevity corrected for milk yield relative to the herd mean” <b>(Sürü ortalamasına göre süt verimi için düzeltilmiş yaşam)</b>	Heise ve ark. (2016)	1
<b>(Fonksiyonel uzun ömürlülük)</b>	“The number of days between the first calving and culling.” <b>(İlk buzağılama ve sürüden çıkış arasında geçen gün sayısı)</b>	Zavadilova ve ark. (2011)	2
	“The different lengths for the time interval for survival” <b>(Hayatta kalma zaman aralıkları için farklı uzunluklar)</b>	Von Pelt ve ark., (2015)	2
	“The cow’s ability to avoid involuntary culling or culling not correlated with its own production” <b>(İneklerin üretimi ile ilişkili olmayan istemli veya istem dışı sürüden çıkarımdan kaçınma yeteneği)</b>	Stanojević ve ark., (2018)	2
	“Length of productive life adjusted for within-herd milk production level” <b>(Sürü süt üretim düzeyine göre düzeltilmiş üretken yaşam süresi)</b>	Sewalem ve ark. (2008)	3
Milking life <b>(Sağım ömrü)</b>	“The days from the first calving to culling or death but excludes all dry periods” <b>(Tüm kuru dönemler hariç, ilk buzağılamadan sürüden çıkış veya ölüme kadar geçen günler)</b>	Zhang ve ark., (2021b)	2
Lactation <b>(Laktasyon)</b>	“Cumulative number of lactations” <b>(İneğin toplam laktasyon sayısı)</b>	Essl (1998)	3
3+Lactation <b>(3 ve daha fazla laktasyon)</b>	“Percentage of cows on the third or greater lactation” <b>(Üç veya daha ileri laktasyondaki ineklerin yüzdesi)</b>	Villetaz Robichaud ve ark. (2019)	3
Longevity index % <b>(Uzun ömürlülük indeksi)</b>	“Lifetime days in milk divided by length of life” <b>(Yaşam boyu süt üretimi yapılan günlerin yaşam uzunluğuna bölünmesi ile elde edilen oran, %)</b>	Brickell ve Wathes, (2011) Haworth, ve ark. (2008 )	3
Culling rate (%) <b>(Sürüden çıkma oranı (%))</b>	“Culling for any other reasons than sold for milk production” <b>(Süt üretimi için satılmak dışında diğer herhangi bir nedenle sürüden çıkarılanların oranı (%))</b>	Villetaz Robichaud ve ark. (2019)	3

+) (1): Schuster ve ark. (2020); (2): Hu ve ark. (2021); (3): Dallago ve ark. (2021) kaynaklarından uyarlanmıştır.  
 A: Kavramı tanımlayan kaynak, B: Kavramı derleyen kaynak

Bazı ölçülerin tanımlarında ise karmaşıklık söz konusudur. Örneğin Ducrocq (1987) tarafından gerçek kararlılık (true stayability) ve Jenko ve ark. (2013) tarafından gerçek uzun ömürlülük (true longevity) yaptığı tanımlar neredeyse bire bir aynıdır. Aynı şekilde Caraviello ve ark. (2004a) tarafından üretken sürü ömrü (length of productive life) ve Sasaki ve ark. (2012) tarafından uzun ömürlülük (longevity) için yaptığı tanımlamalar da bire bir aynıdır. Bir diğer çarpıcı durum aynı yazarlar farklı çalışmalarında (Caraviello ve ark., 2004a ve Caraviello ve ark., 2004b) üretken sürü ömrü için iki farklı tanımlama yapmalarıdır. Ayrıca üretken sürü ömrü, kararlılık ve fonksiyonel uzun ömürlülük her biri için birbirinden farklı içeriğe sahip



tanımlamalar söz konusudur. Bu durum kavram karmaşasına yol açmaktadır. Bu nedenle en azından Türkçe literatürde bu karışıklıklar giderilerek aynı içerik için aynı kavram kullanılmalı veya bir kavram için aynı tanımlama (içerik) yapılmalıdır.

## Türkçe Literatürde Uzun Ömürlülük Ölçüleri

Türkçe literatürde yaygın kullanılan uzun ömürlülük ölçüleri sürü ömrü ve damızlıkta kalma süresi ölçüleridir. Bu bağlamda Yaylak (2003) sürü ömrü kavramını hayvanın doğumu ile sürüden çıkış zamanı arasında geçen süre olarak tanımlamıştır. Savaş ve ark. (1999) ve Kumlu ve Akman (1999) tarafından yapılan çalışmalarda hayvanın ilk buzağılamasından sürüden çıkış zamanına kadar geçen süre olarak tanımlanarak bu ölçü için “damızlıkta kullanma süresi, DKS” kavramı kullanılmıştır. Mundan ve Karabulut (2008) tarafından yapılan bir derlemede ömür uzunluğu ve damızlıkta kalma süresi ekonomik açıdan incelenmiş ve söz konusu çalışmada bu iki kavram tanımlanmıştır. Türkçe yazılmış kaynaklarda uzun ömürlülük ölçüleri ve bu ölçüler için yapılmış tanımlar Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2. Türkçe literatürde uzun ömürlülük ölçüleri ve tanımları

Table 2. Terms and definitions of longevity in the Turkish literature

Kavram	Tanımlama	Kaynak
Sürü ömrü (Herd life)	“Doğumdan sürüyü terk ettiği veya öldüğü zamana kadar geçen süre”	Yaylak (2003); Mundan ve Karabulut (2008)
	“Hayvanın ilk buzağılamasından sürüden çıkarılıncaya kadar geçen süre”	Boğokşayan Bakır (2013)
	“İlk buzağılama tarihinden sürüden çıkış tarihine kadar geçen süre”	Kaya ve Akbulut (2014)
	“Hayvanın doğduğu tarih ile çeşitli gerekçelerle sürüyü terk ettiği tarih arasında kalan süre”	Koç (2017)
Gerçek sürü ömrü (Gerçek ömür uzunluğu) (True herd life)	“Doğum ile sürüden çıkış arası geçen süre”	Kaya ve Akbulut (2014)
Damızlıkta kalma (yayarlanma) süresi	“Hayvanın birinci buzağılamasıyla başlayan ve sürüden çıktığı tarihe kadar geçen süre”	Kumlu ve Akman (1999)
	“İlk buzağısını doğurduktan sonra ineğin sürüyü terk ettiği zamana kadar geçen süre”	Yaylak (2003)
	“İneklerin ilk buzağısını verdiği yaş ile sürüden çıkarıldığı yaşa kadar devam eden süre.	Mundan ve Karabulut (2008)
	İneğin ilk buzağısını doğurduğu tarih ile sürüden çıkarıldığı tarih arasında geçen süre	Kara ve ark. (2010)
	“Hayvanın ilk buzağılamasından <u>son kuruya</u> çıktığı tarihe geçen süre”	Boğokşayan Bakır (2013)
“İneğin ilk buzağısını doğurduğu tarih ile sürüden çıkarıldığı tarih arasında geçen süre”	Koç (2017)	
Ömür boyu buzğılama sayısı	“İneğin ömrü boyunca verdiği buzağı sayısı” (Damızlıkta kalma süresi ile eş anlamlı kullanıldı)	Kumlu ve Akman (1999) Koç (2017)
Sürüde kalma kabiliyeti	Sıfır ve bir (0 ve 1) ile gösterilen belirli bir zaman noktasında hayatta kalma derecesi.	Mundan ve Karabulut (2008)

Bu çalışmanın giriş kısmında vurgulandığı gibi, Türkçe literatürde uzun ömürlülük kapsamında İngilizce literatüre göre sınırlı kavram kullanılmaktadır. Ayrıca kavramların tanımları arasında küçük anlam farklılıkları olmakla beraber genelde birliktelik söz konusudur.

En yaygın kullanılan kavram “damızlıkta kullanma süresi” olup hayvanın ilk buzağılaması ile sürüden çıkışı arasında geçen süre olarak “productive life” kavramının karşılığı olarak kullanılmaktadır. Diğer yaygın kullanılan kavram ise eş anlamlıları, ömür uzunluğu veya gerçek ömür uzunluğu olan sürü ömrü (herd life) kavramıdır. Bu kavram ile hayvanın doğumu ile sürüden çıkış arası süreyi kapsayan yaşam süresidir tanımlanmaktadır. Ancak iki kaynağın (Boğokşayan ve Bakır, 2013; Kaya ve Akbulut, 2014) sürü ömrü tanımları, daha çok damızlıkta kalma süresi kavramının tanımı ile uyumludur. Uzun ömürlülük bağlamında Türkçe literatürde nadir kullanılan iki kavram bulunmaktadır. Bunlardan ilki yaşam boyu buzağılama sayısı (Kumlu ve Akman, 1999) olup, yabancı literatürde “lifespan” kavramına karşılık gelmektedir. Diğer kavram ise hayatta kalma kabiliyeti olup (Mundan ve Karabulut, 2008) bu kavram İngilizce karşılığı “stayability” kavramına karşılık gelmektedir.

### Uzun Ömürlülükle İlgili İndeksler

Uzun ömürlülük ölçüleri diğer verim özellikleri ile ilişkilendirilerek bazı indeksler de hesaplanmaktadır. Bunlar; uzun ömürlülük indeksi ve yetiştirme etkinliği ölçüleridir.

Uzun ömürlülük indeksi (UÖİ), (longevity index, LI): Bu ölçü, ömür boyu laktasyon süresinin ( $\Sigma$ LSi), sürü ömrüne (SÖ) oranıdır. Haworth ve ark. (2008) tarafından geliştirilmiştir.  $\%UÖİ = \Sigma LSi / SÖ * 100$  eşitliği ile ifade edilmektedir.

Yetiştirme etkinliği (%YE) (Breeding efficiency): Buzağılama sayısı dikkate alınarak hesaplanan bu ölçü  $\%YE = 365(n-1)/D * 100$  eşitliği ile hesaplanır. Eşitlikte “n” buzağılama sayısı, “D” ilk buzağılama ile son buzağılama arası geçen süredir. Bu ölçü Wilcox ve ark. (1957) ve Bashir ve ark. (2007) tarafından literatüre kazandırılmıştır.

### Sonuç ve Öneriler

Süt sığırcılığında uzun ömürlülük, verimliliğin ve karlılığın önemli bir bileşenidir. Uzun ömürlülük birçok ölçünün kombinasyonu olup bu ölçülerin her biri söz konusu özelliğin bir yönünü yansıtmaktadır. Ayrıca uzun ömürlülüğü ölçmek için standart bir ölçüde bulunmamaktadır (Schuster ve ark., 2020; Dallago ve ark., 2021; Hu ve ark., 2021). Bunun yanında kullanılan bazı kavramların içeriği de yukarıda vurgulandığı gibi aynı olmayıp ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Bu durum önemli ölçüde kavram karışıklığına neden olabilmektedir (Hu ve ark., 2021). Bu nedenlerle özellikle süt sığırlarında uzun ömürlülüğün ne anlama geldiğine ilişkin mevcut kafa karışıklığını çözmek için standartlaştırılmış tanımların benimsenmesi gerekir.

Uzun ömürlülük bağlamında en yaygın kullanılan ölçüler ve kabul görmüş tanımları ve kısa yazılımları aşağıdaki gibidir:

Sürü ömrü, SÖ (Herd life): Bir hayvanın doğumu ile, sürüden çıkışına kadar geçen süredir.

Damızlıkta kalma süresi veya üretken sürü ömrü, DKS (Productive life): Hayvanın ilk buzağılaması ile sürüden çıkışına kadar geçen süredir.

Buzağılama sayısı, BS (Lifespan): Bir hayvanın damızlıkta kullanıldığı süre içinde gerçekleşen canlı buzağılama sayısıdır.



**Kararlılık (Stayability):** Bir hayvanın öngörülen sürede (48, 76 veya 84 aylık yaş) sürüde kalma yeteneğidir.

**Uzun ömürlülük indeksi UÖI, (longevity index, LI):** Bu ölçü, ömür boyu laktasyon süresinin ( $\Sigma$ LSi), sürü ömrüne (SÖ) oranıdır.

**Yetiştirme etkinliği (%YE) (Breeding efficiency):** Bu ölçü ömür boyu buzağılama sayısı (n) ile ilk buzağılamadan son buzağılamaya geçen süreyi dikkate (D) alır.  $\%YE=365(n-1)/D *100$  eşitliği ile hesaplanır.

Süt sığırlarının damızlıkta kalma süresi içinde temel iki verim söz konusudur. Bunlar buzağı verimi ve süt verimidir. Etkili bir uzun ömürlülük ölçüsü için damızlıkta kalma süresi, bu sürede gerçekleştirilen canlı buzağılama sayısı, ömür boyu laktasyon süresi ve ömür boyu süt verimi özelliklerinin bir kombinasyonunu dikkate alan bir indeks geliştirilmesi yararlı olacaktır. Bu ölçülerin ağırlıklarına (oran veya katsayı) göre ülkemiz için hazırlanabilecek bir indeks, yetiştirme ve ıslah programlarında etkin olarak kullanılabilir. Bu indeksin geliştirilmesi başka bir çalışmanın konusu olabilir.

## Kaynaklar

- Akbulut, Ö., Tüzemen N. 1992. Sığırlarda döl verimi ölçüleri. Atatürk Ü. Zir. Fak. Der. 23 (1): 104-110.
- Altun, İ. 2009. Süt sığırlarında verimli yaşam uzunluğuna ait kalıtım derecesinin survival analizi ile tahminlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi) İzmir. Ulusal Tez Merkezi No: 255520.
- Anonim, 2022. <https://nedir.ileilgili.org/longevity> (Erişim: 24.10.2022)
- Ata, A. 2013. Sütçü sığırlarda döl verimi ölçütlerinin güncel yorumu. MAKÜ Sag. Bil. Enst. Derg. 1 (1): 30-41.
- Bashir, M.K., Khan, M.S., Bhatti, S.A., Iqbal, A. 2007. Lifetime Performance of Nili-ravi Buffaloes in Pakistan. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 20(5): 661 – 668.
- Beaudeau, F., Ducrocq, V., Fourichon, C., Seegers, H. 1995. Effect of disease on length of productive life of French Holstein dairy cows assessed by survival analysis. J. Dairy Sci. 78: 103–117.
- Boğokşayan, H., Bakır, G. 2013. Ceylanpınar Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Ömür Boyu Verim Performanslarının Belirlenmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 44(1): 75-81.
- Brickell, J. S., and Wathes, D. C. 2011. A descriptive study of the survival of Holstein-friesian heifers through to third calving on English dairy farms. J. Dairy Sci. 94: 1831–1838. doi: 10.3168/jds.2010-3710
- Brotherstone, S., Veerkamp, R. F., and Hill, W. G. 1997. Genetic parameters for a simple predictor of the lifespan of Holstein-friesian dairy cattle and its relationship to production. Anim. Sci. 65:31–37. doi: 10.1017/S135772980001626X
- Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., Gianola, D. 2004a. Comparison between a Weibull proportional hazards model and a linear model for predicting the genetic merit of US Jersey sires for daughter longevity. J. Dairy Sci. 87: 1469–1476

- Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., Gianola, D. 2004b. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in US holstein cattle using a weibull proportional hazards model. *J. Dairy Sci.* 87: 2677–2686. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73394-9
- Compton, C. W. R., Heuer, C., Thomsen, P. T., Carpenter, C T. E., Phyn, V. C., McDougall, S. 2017. Invited review: A systematic literature review and meta-analysis of mortality and culling in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 100:1–16.
- Dallago, G.M., Wade, K.M., Cue, R.I., McClure, J.T., Lacroix, R., Pellerin, D., Vasseur, E. 2021. Keeping dairy cows for longer: A critical literature review on dairy cow longevity in high milk-producing countries. *Animals* 11: 808-833. doi.org/10.3390/ani 11030808.
- De Vries, A., Marcondes, M. I. 2020. Review: Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal* 14: 155–164 doi:10.1017/S175173111900326.
- Ducrocq, V. 1994. Statistical analysis of length of productive life for dairy cows of the Normande breed. *J. Dairy Sci.*, 77: 855–866.
- Ducrocq, V. P. 1987. An analysis of length of production life in dairy cattle. PhD Thesis. Cornell University, Ithaca, NY.
- Ducrocq, V., Quaas, Z R. L., Pollak, E. J., Casella, G. 1988. Length of productive life of dairy cows. 1. Justification of a Weibull model *Dairy Sci.* 71: 3061-3070.
- Essl, A. 1998. Longevity in dairy cattle breeding: A review. *Livestoc. Prod. Sci.* 57:79-89.
- Everett, R. W., Keown, J. R., Clapp, E. E. 1976. Production and stayability trends in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 59: 1532.
- Ferris, C. P., Patterson, D. C., Gordon, F. J., Watson, S., Kilpatrick, D. J. 2014. Calving traits, milk production, body condition, fertility, and survival of Holstein-Friesian and norwegian red dairy cattle on commercial dairy farms over 5 lactations. *Science Direct. J. Dairy Sci.* 97: 5206–5218. doi: 10.3168/jds.2013-7457
- Galiç, A., Işık, U.E., Kumlu, S. 2010. Damızlık sığır yetiştiriciliğinde sürü yenileme oranı ve sürüden çıkarma nedenleri Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Derg. 23(1): 11-14.
- Gill, G. W., Allaire, F. R. 1976. Relationship of age at first calving, days open, days dry and herd life to a profit function of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 59: 1131.
- Handcock, R. C., Lopez-Villalobos, N., Mcnaughton, L. R., Back, P. J., Edwards, G. R., and Hickson, R. E. 2020. Body weight of dairy heifers is positively associated with reproduction and stayability. *J. Dairy Sci.* 103(5): 4466-4474.
- Hare, E., Norman, H. D., Wright, J. R. 2006. Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States. *J. Dairy Sci.* 89:3713–3720.
- Haworth, G.M.; Tranter, W.P.; Chuck, J.N.; Cheng, Z.; Wathes, D.C. 2008. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. *Vet. Rec.*, 162: 643–647.
- Heise, J., Liu, Z., Stock, K. F., Rensing, S., Reinhardt, F., Simianer, H. 2016. The genetic structure of longevity in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99: 1253–1265.
- Hu, H., Mu, T., Ma, Y., Wang, X., Ma, Y. 2021. Analysis of longevity traits in holstein cattle: A Review. *Front. Genet.* 12: 1-15. doi: 10.3389/fgene.2021.695543.
- Imbayarwo-Chikosi, V.E., Dzama, K., Halimani, T.E., Van Wyk, J.B., Maiwashe, A., Banga, C.B. 2015. Review: Genetic prediction models and heritability estimates for functional longevity in dairy cattle. *South African J. of Animal Sci.* (45): 105-121. doi.org/10.4314/sajas.v45i2.1

- Işık, U.E., 2006. Antalya'da Siyah Alaca ineklerin damızlıkta kalma süresi ve sürüden çıkarılma nedenleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Jairath, L. K., J. F. Hayes, and R. I. Cue. 1995. Correlations between first lactation and lifetime performance traits of Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 78: 438–448.
- Jamrozik, J., Fatehi, J., and Schaffer, L. R. 2008. Comparison of models for genetic evaluation of survival traits in dairy cattle, a simulation study. *J. Anim. Breed. Genet.* 125: 75–83.
- Jamrozik, J., Mcgrath, S., Kemp, R. A., and Miller, S. P. 2013. Estimates of genetic parameters for stayability to consecutive calvings of Canadian simmentals by random regression models. *J. Anim. Sci.* 91: 3634–3643.
- Jenko, J., Ducrocq, V., Kovac, M. 2013. Comparison of piecewise weibull baseline survival models for estimation of true and functional longevity in brown cattle raised in small herds. *Animal* 7: 1583–1591.
- Kara, N.K., Koyuncu, M., Tuncel, E. 2010. Siyah Alaca ırkı ineklerde damızlıkta kalma süresi ve sürüden çıkarma nedenleri. *Hayvansal Üretim* 51(1): 16-20.
- Kaya, E., Akbulut Ö. 2014. Erzurum şartlarında yetiştirilen Esmer, Siyah Alaca ve Doğu Anadolu Kırmızısı ineklerin buzağılama oranı ve ömür uzunluğu üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 45 (1): 9-14.
- Koç, A. 2017. Siyah–Alaca, Kırmızı–Alaca ve Simmental ırkı Sığırların Sürü Ömrü Üzerine Bir Araştırma. *ADÜ Ziraat Derg.*, 14(2):63-68 - doi: 10.25308/aduziraat.321914
- Kumlu, S., Akman N. 1999. Türkiye damızlık Siya Alaca sürülerinde süt ve döl verimi. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, 39(1): 1-16.
- Maiwashe, A., Nephawe, K.A., Theron, H.E. 2009. Analysis of stayability in South African Angus using a threshold model. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 39: 55-60.
- Martinez, G. E., Koch, R. M., Cundiff, L. V., Gregory, K. E., and Vleck, L. D. V. 2004. Genetic parameters for six measures of length of productive life and three measures of lifetime production by 6 yr after first calving for Hereford cows. *J. Anim. Sci.* 82: 1912–1918. doi: 10.2527/2004.8271912x
- Miglior, F., Muir, B. L., Van Doormaal, B. J. 2005. Selection indices in Holstein cattle of various countries. *Dairy Sci.* 88: 1255–1263.
- Mundan, D., Karabulut, O. 2008. Sütçü Sığırlarda Damızlıkta Kullanma Süresi ve Uzun Ömürlülüğün Ekonomik Açından Önemi. *Derleme YYÜ Vet. Fak Derg.* 19(1): 65-68.
- Oltenu, P. A., Broom, D. M. 2010. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Anim. Welf.* 19: 39–49.
- Raguz, N., Jovanovac, S., Gantner, V., Meszaros, G., and Solkner, J. 2011. Analysis of factors affecting the length of productive life in croatian dairy cows. *Bulg. J. Agric. Sci.* 17, 232–240.
- Ramos, P. V. B., Silva, F. F. E., Silva, L. O. C. D., Santiago, G. G., and Menezes, G. R. D. O. 2020. Genomic evaluation for novel stayability traits in Nelore cattle. *Bulg. J. Agric. Sci.* 55: 266–273. doi: 10.1111/rda.13612
- Rendel, J. M., Robertson, A. 1950. Some aspects of longevity in dairy cows. *Empire J. Exptl. Agr.*, 18: 49-56.
- Sasaki, O., Aihara, M., Hagiya, K., Nishiura, A., Ishii, K., and Satoh, M. 2012. Genetic evaluation of the longevity of the Holstein population in Japan using a weibull

- proportional hazard model. *Anim. Sci. J.* 83: 95–102. doi: 10.1111/j.1740-0929.2011.00943.x
- Savaş, T., Tuna, Y.T., Karaağaç, F., Konyalı, A. 1999. Türkgeldi ve Tahirova Tarım İşletmelerinde yetiştirilen Siyah-Alaca süt sığırlarında sürü ömrü üzerine araştırmalar. Uluslararası Hayvancılık '99 Kongresi, 21-24 Eylül 1999 İzmir, s: 41-44.
- Schuster, J. C., Barkema, H. W., Vries, A. D., Kelton, D. F., Orsel, K. 2020. Invited review: academic and applied approach to evaluating longevity in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 103: 11008–11024. doi: 10.3168/jds.2020-19043
- Sewalem, A., Miglior, F., Kistemaker, G. J., Sullivan, P., Van Doormaal, B. J. 2008. Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 91: 1660–1668.
- Stanojević, D., Dragan, R., Bogdanović, V., Raguž, N., Kučević, D., and Popovac, M. 2018. Genetic trend of functional productive life in the population of black and white cattle in Serbia. *Genetika* 50: 855–862. doi: 10.2298/GENSR1803855S
- Strapáková, E., Strapák, P., and Candrák, J. 2019. Genetic trend of length of productive life in Holstein and slovak simmental cattle in Slovakia. *Acta Univ. Agric. Silv. Mendel. Brun.* 67: 1227–1234. doi: 10.11118/actaun201967051227
- Tsuruta, S., Misztal, I., and Lawlor, T. J. 2005. Changing definition of productive life in US holsteins: effect on genetic correlations. *J. Dairy Sci.* 88, 1156–1165.
- Tüzemen, N., Yanar, M., Akbulut, Ö. 2013. Hayvan Islahı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 230 (Düzeltilmiş 4. Baskı) Erzurum.
- Ural, D. A. 2012. The Analysis of Milk yield and reproductive traits of holstein cows raised at a private dairy farm in Bozdoğan County of Aydın, Turkey. *Animal Health, Prod. and Hyg.* 1(2): 116-122.
- Vanraden, P. M., and Klaaskate, E. J. H. 1993. Genetic evaluation of length of productive life including predicted longevity of live cows. *J. Dairy Sci.* 76: 2758–2764. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77613-4
- Villettaz Robichaud, M., Rushen, J., de Passillé, A.M., Vasseur, E., Orsel, K., Pellerin, D. 2019. Associations between on-farm animal welfare indicators and productivity and profitability on Canadian dairies: I. On freestall farms. *J. Dairy Sci.*, 102: 4341–4351.
- Vollema, A. R., Groen, A. F. 1996. Genetic parameters of longevity traits of an upgrading population of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 79: 2261–2266.
- Von Pelt, M. L. V., Meuwissen, T. H. E., Jong, G. D., and Veerkamp, R. F. 2015. Genetic analysis of longevity in Dutch dairy cattle using random regression. *J. Dairy Sci.* 98: 4117–4130. doi: 10.3168/jds.2014-9090
- Von Pelt, M. L. V., Meuwissen, T. H. E., Jong, G. D., and Veerkamp, R. F. 2015. Genetic analysis of longevity in dutch dairy cattle using random regression. *J. Dairy Sci.* 98: 4117–4130. doi: 10.3168/jds.2014-9090
- Vukasinovic, N., Moll, J., and Künzi, N. 1997. Analysis of productive life in swiss brown cattle. *J. Dairy Sci.* 80: 2572–2579.
- Wathes, D.C, Pollott, G. E., Johnson, K. F., Richardson, H., Cooke. J. S. 2014. Heifer fertility and carry over consequences for life time production in dairy and beef cattle. *Animal* 8(1): 91–104.

- Wilcox, C. J., Pfau, E. O., Bartlett, J. W. 1957. An investigation of the inheritance of female reproduction performance and longevity and their interrelationships within a Holstein-Friesian herd. *J. Dairy Sci.*, 40: 942.
- Yalçın, C. 2000. Süt sığırcılığında infertiliteden kaynaklanan mali kayıplar. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 40 (1): 39 – 47.
- Yaylak, E. 2003. Siyah Alaca ineklerde sürüden çıkarılma nedenleri, sürü ömrü ve damızlıkta yararlanma süresi. *Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 16 (2): 179-185.
- Yazdi, M. H., Thompson, R., Ducrocq, V., and Visscher, P. 1999. A comparison of two survival analysis methods with the number of lactations as a discrete time variate. *School Biol. Sci.* 48–52.
- Zavadilova, L., Nemcova, E., and Stipkova, M. 2011. Effect of type traits on functional longevity of czech Holstein cows estimated from a cox proportional hazards model. *J. Dairy Sci.* 94: 4090–4099.
- Zhang, S. J., Kou, H. W., Ding, X. T., Liu, X., Cai, W. W., Zhang, Z. J., ve ark. 2021. The research progress and application of genomic-wide selection in ruminant genetics and breeding. *Chin. J. Agric. Biotechol.* 29: 571–578.



## Use of Some Forage Plants Produced by Hydroponic System in Ruminant Animal Nutrition

Mustafa BOĞA<sup>1</sup>, Hatice Nur KILIÇ<sup>\*2</sup>, Mutlu BULUT<sup>3</sup>, Demet ÇANGA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Niğde Ömer Halisdemir University Bor Vocational School, 51700 Bor, Niğde, Türkiye

<sup>2</sup>Niğde Ömer Halisdemir University Ulukışla Vocational School, Ulukışla, Niğde, Türkiye

<sup>3</sup>Turkish State Meteorological Services, Adana, Türkiye

<sup>4</sup>Osmaniye Korkut Ata University, Department of Chemistry and Chemical Processing, Bahçe Vocational School, Bahçe, Osmaniye, Türkiye

Mustafa BOĞA, ORCID No:[0000-0001-8277-9262](https://orcid.org/0000-0001-8277-9262), Hatice Nur KILIÇ, ORCID No:[0000-0001-9131-4010](https://orcid.org/0000-0001-9131-4010),

Mutlu BULUT, ORCID No:[0000-0002-4673-3133](https://orcid.org/0000-0002-4673-3133), Demet ÇANGA, ORCID No:[0000-0003-3319-7084](https://orcid.org/0000-0003-3319-7084)

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Review

Received : 23.02.2023

Accepted : 05.06.2023

#### Keywords

Hydroponic production

Green fodder

Meat and milk yield

Nutrient content

Animal nutrition

#### \* Corresponding Author

haticenurkilig@ohu.edu.tr

Green fodder plants have an important place in animal nutrition in terms of meeting the nutritional needs of animals and increasing their appetite. Especially in dairy cattle breeding, green feeds are needed for milk yield and quality. In meeting the green feed needs of ruminant animals, the scarcity of agricultural areas, water use, environmental and climatic factors have negative effects on agricultural production. The tendency to soilless agriculture is increasing due to the lack of transportation of green feeds, which cannot be sustained in production throughout the year, and the high prices of green feed. For this purpose, it is thought that the elimination of the negative conditions related to the environment and soil will be occurred by hydroponic production, the continuity of green feed production can be ensured throughout the year and feed costs can be reduced. However, the digestibility and feed efficiency of the products to be obtained by green feed production with the hydroponic system will be increased. Meat, milk yield and quality, animal performance and health will, also, be positively affected by the increase in feed utilization. This review was aimed to give information about the use of cereals with a high germination rate grown by hydroponic systems as green feed in animal nutrition and their disadvantages.

## Hidroponik Sistemle Üretilen Bazı Yem Bitkilerinin Ruminant Hayvan Beslemesinde Kullanımı

### MAKALE BİLGİSİ

### ÖZ

#### Derleme

Geliş: 23.02.2023

Kabul: 05.06.2023

Hayvanların besin madde gereksinmelerini karşılama ve iştah artırma açısından yeşil yem bitkileri, hayvan beslemede önemli bir yer teşkil etmektedir. Özellikle süt sığırı yetiştiriciliğinde süt verimi ve kalitesi için yeşil yemlere gereksinim duyulmaktadır. Ruminant hayvanların yeşil yem ihtiyaçlarının karşılamasında tarım alanlarının azlığı, su kullanımı çevre ve iklim faktörleri tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir. Yıl boyunca üretimde devamlılığı sağlanamayan yeşil

Lütfen aşağıdaki şekilde atıf yapınız / Please cite this paper as following;

Boğa, M., Kılıç, H.N., Bulut, M., Çanga, D., 2023. Use of some forage plants produced by hydroponic system in ruminant animal nutrition, Journal of Animal Science and Products (JASP) 6 (1):103-113. DOI: [10.51970/jasp.1242075](https://doi.org/10.51970/jasp.1242075)

---

**Anahtar Kelimeler**

Hidroponik üretim  
Yeşil yem  
Et ve süt verimi  
Besin madde içeriği  
Hayvan besleme

---

**\* Sorumlu Yazar**

haticenurkilig@ohu.edu.tr

yemlerin hem yıl boyunca ulaşımının olmaması hem de yeşil yem fiyatlarının yüksek olmasından dolayı topraksız tarıma yönelim artmaktadır. Bu amaçla hidroponik üretim ile çevreye ve toprağa bağlı olan olumsuz şartların ortadan kaldırılmasıyla yıl boyunca yeşil yem üretiminin devamlılığı sağlanabilmekte ve yem masraflarının azaltılabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, hidroponik sistemle yapılacak yeşil yem üretimiyle elde edilecek ürünlerin sindirilebilirliği ve yemden yararlanma oranı artacaktır. Yemden yararlanmanın artmasıyla et, süt verimi ve kalitesi, hayvanın performansı ve sağlığı da olumlu etkilenebilecektir. Bu derlemede, hidroponik sistemle yetiştirilen çimlenme hızı yüksek tahılların yeşil yem olarak hayvan beslemede kullanılması ve dezavantajları hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

---

**Introduction**

Industrialization and population growth in our country have caused unplanned urbanization, and, consequently, agricultural areas have gradually decreased. According to the data of TURKSTAT (2021), the total agricultural area of Türkiye, including meadow and pasture areas is 38,063 thousand hectares (Anonymous, 2022). The decrease in agricultural areas has led to the emergence of important problems in animal and plant production. Land scarcity, water shortage, labor in growing green fodder crops (such as sowing, picking, weeding and harvesting), fertilizer requirement, long growing period and unsuitable environmental conditions are among the factors that limit the production of quality green fodder throughout the year (Naik et al., 2013a). Because of such constraints, it can be said that hydroponic production will contribute more to the production of quality green feed than conventional one.

Animal and plant production are closely related to each other, and especially for the sustainability of animal production, it is necessary to give importance to plant production. The yield and quality of forage crops, which have an important place in animal husbandry, are affected by the amount and width of cultivation areas, the structure of the soil, and the climatic conditions of the region. Therefore, forage crop production based on agricultural lands is adversely affected by these factors and yield decreases. The decrease in forage crop production causes feed prices to increase (Kumar and Cho, 2014).

On the other hand, the freshwater crisis causes a global problem. Every year, 87% of freshwater is used in agricultural production, and, therefore, the crisis deepens and threatens environmental quality, sustainable livelihoods, and economic development in arid and semi-arid regions (Kumar and Cho, 2014). With both the freshwater crisis and the gradual decrease in agricultural areas, feed prices have increased, and accordingly, the price of animal products has increased. Thus, the food needs of people cannot be fully met. Thanks to hydroponic production, food and feed cultivation in unsuitable climate and degraded soil conditions ensure the sustainability of agriculture and animal husbandry without being affected by the disadvantages of soil-based agriculture and the water crisis (Bildirici, 2021). The continuity of green fodder plants can be ensured by hydroponic production to tolerate the price increase due to the unavailability of green fodder during the year depending on the seasons. In addition, hydroponically produced green fodder crops are important to improve the use and digestion of

low-quality roughage (Devendar et al., 2020).

The absence of a solid layer that supports plant roots in the hydroponic production system distinguishes it from traditional agriculture. In addition, in this system, the nutrient solution needed by the plant can be applied at once (Bingol, 2019; Karadag et al., 2020). In hydroponic systems, water use efficiency in agricultural production is increased, and it allows the plant to grow away from diseases/harms and for higher quality and yields (Al-Karaki and Al-Momani, 2011; Al-Karaki and Al-Hashimi, 2012; Bingol, 2019). Water use is 70% less in hydroponic production compared to traditional agriculture (Cho, 2011). The hydroponic system is associated with the germination of grains. In this stage, higher metabolic energy, crude protein and digestibility can be obtained from grains (Atan et al., 2022). In this kind of production, the nutrient solution is used, or cultivation can be done without using the nutrient solution. If a nutrient solution is to be used, it is applied to the roots of the plant with the help of capillary pipes from the bottom or by spraying technique (Karadag et al., 2020). In the case of using the nutrient solution, it, also, causes a high yield to be obtained since all nutrient requirements of the plant will be considered (Gul, 2008; Hazar, 2013).

Especially in small family farms, factors such as little or insufficient land for planting forage crops, water shortage, lack of quality forage seeds, labor requirement, fertilizer requirement, lack of certain quality feed throughout the year and long growth period of forage crops (45-60 days) cause the search for alternative forage crops (Gebremedhin et al., 2015). Soilless green fodder is defined as very tasty sprouts, whose height varies between 15-20 cm, by the germination of cereal grains (barley, maize, etc.) produced using water with mineral nutrient solution (FAO, 2001). For hydroponic production, the use of nutrient solutions is not mandatory, and tap water can also be used (Naik et al., 2015). The quality criteria of the irrigation water are determined according to the total concentration of soluble salts, the sodium absorption rate, the concentrations of special ions such as boron, and the (bi)carbonate concentration that is more than the sum of calcium and magnesium in the irrigation water used in crop production. Although these quality parameters vary depending on the type of plant, it is thought that they may be important in hydroponic production (Anonymous, 2021). In addition, since toxic chemicals are not used in the place where this production system is used, there are no substances that may adversely affect animal and human health (Kilic, 2016). It is known that feed raw materials are grown with this method. In this way, the protein, fiber, vitamin and mineral contents of crop were positively affected, and, consequently, feed quality improved (Lorenz, 1980; Reddy et al., 1988; Snow et al., 2008; Ata, 2016).

### **Feed Raw Materials Produced in the Hydroponic System and Preparation Conditions**

Seeds of forage plants to be used in hydroponic technique should be easy to find, considering the geographical location and climatic conditions. In particular, the seed to be grown in this system must be clean, sound or undamaged, and free from pests (Kumar et al., 2018). Crop yield in hydroponic production may vary depending on factors such as the type and quality of the seed, harvest time, seed rate, seed processing, water quality, pH, the nutrient solution used, light, temperature, humidity, condition of a clean and hygienic greenhouse (Trubey et al., 1969; Sneath and McIntosh, 2003; Fazaeli et al., 2011; Naik et al., 2015).

In addition to the selection of feed raw materials and seed preparation, the seed rate to be used



in soilless production also affects yield. The seed rate of 7.6 kg/m<sup>2</sup> can be used in corn grown as one of the hydroponic feed raw materials, which varies according to the seed type (Naik, 2013a). It was reported as 6.6 kg m<sup>-2</sup> for the highest green forage yield in barley grass produced by hydroponic system (Karaşahin, 2017). The high rate of seed produced in the hydroponic system increases the risk of microbial contamination affecting the growth of the sprouts (Naik, 2013a).

The beginning of germination and the process of visible roots may vary according to plants' seeds. Germination of maize and cowpea seeds starts after 1-2 days and roots can be seen after 2-3 days (Sneath and McIntosh, 2003). Until the end of the 5th day, chloroplasts are activated in the metabolism of the seedlings, and there is no need for light for sprouting. The germination period of the grains is 7 days on average and it is harvested on the 8th day. Delaying the harvest in this production system increases the possibility of mold growth in green feed, thus causing a decrease in feed quality (Kumar et al., 2018). However, it causes mold problems in the aquatic environment of germination or excessive moisture in the hydroponic system (Güler, 2019; Böbrek, 2022). For this reason, to prevent water from accumulating in a certain place, either the trays should be kept under running water to flow or the trays should be adjusted with a 1-2% slope (Güler, 2019). Otherwise, it should be kept in mind that mold growth in feeds reduces feed consumption, negatively affects performance and yield, and may cause deaths (Böbrek, 2022).

This production system can be done not only with the device but also in field conditions or the greenhouse. While barley and maize seeds can germinate within 4 hours under greenhouse conditions, sprouting occurs within 1-2 days after the seeds are placed in a tightly packed bag in land conditions (Naik et al., 2015). In addition to all these, attention should be paid to the DM (dry matter) content of the feed raw material produced in the hydroponic system (Dung et al., 2010). Since water absorption and nutrient reserves in the seed endosperm play a role in enzymatic activities (oxidation) during sprouting, a decrease in DM content occurs (Naik et al., 2015). Since the enzyme activity changes with the germination of the grains produced with the hydroponic system, the total protein increases. They reported that the increase in the enzyme level with the germination of grains may cause the conversion of starch to sugar, a decrease in DM, and an increase in CP, EE, cellulose, mineral and vitamin content (Sarıçiçek et al., 2018). Since the phytase enzyme is formed with germination, the negative effect of phytic acid decreases (Karasahin, 2016; Girma and Gebremariam, 2018). In addition, germination and sprouting neutralize inhibitors in cereal grains and develop beneficial digestive enzymes (Shipard, 2005). It is also known to the hydroponic system improves amylase and urease activity and nitrogen retention, as it positively affects food digestibility (Farghaly et al., 2019). The prolongation of the germination period decreases the protein and dry matter content and increases the ash, crude oil and cellulose contents (Kilic, 2016). In the hydroponic system, the grains produce green grass in a period of 7 days by meeting the germination and growth needs such as heat, light, moisture in the soilless environment (Guler, 2019). In the hydroponic system, grains such as corn, barley, wheat, oat and rye can be preferred because their germination is high (Kilic, 2016; Dogrusöz, 2020). It was reported that pre-soaking for 12-24 hours, temperature of 18-22 (22 ±1)°C, relative humidity of 65-70%, lighting for 12-14 hours and watering twice a day were applied for germination of barley seeds (Peer and Leeson, 1985; Kilic, 2016). However, in the study of Güler (2019) for barley germination, it was reported that

16-35° C temperature and 20-66% finish and initial humidity values were used. For corn seeds, pre-soaking for 24 hours, temperature of 20 °C, humidity of 60% were applied (Karaşahin, 2017).

### **Effects on Animal Performance**

The nutritious root part of the cereals grown with hydroponic production system positively affects the immune system, saliva production, and pH buffering properties of the rumen in ruminant animals. Furthermore, because the grain's crude protein and dry matter digestibility rise with sprouting, milk yield (8.7-10%), milk fat content (14%), meat yield, carcass quality, daily live weight gain, and growth rate are all increased (Sharif et al., 2013; Kilic, 2016; Antunes et al., 2018; Farghaly et al., 2019). This process increased the digestibility of crude protein and dry matter, especially when poor-quality roughage was used with feed obtained by hydroponic production system, thus, increasing the dry matter intake of ruminants (Devendar et al., 2020). The performance and health of animal can be positively affected since the forage plants with a long growth period will sprout in a shorter time with hydroponic production (Mohsen et al., 2015).

### ***Effects on body weight and meat quality***

Kilic (2016) (cited URL, 2016) reported that hydroponically grown green feeds had low ADF and NDF contents with higher soluble sugar and starch contents, positively affecting rumen fermentation and providing continuous energy. However, it was reported that some feeds grown in this system should have given as concentrate, as it would reduce the dry matter consumption of some grains such as barley grown hydroponically (Farghaly et al., 2019).

It was reported that daily live weight gain will be higher when barley grown with hydroponic production is used with low-quality hay in the diet of cattle (Tudor et al., 2003). On the other hand, it was reported that barley grown hydroponically increased carcass yield and quality, as increased the total cholesterol and  $\alpha$ -tocopherol in calves (Antunes et al., 2018).

In sheep, feed consumption, live weight gain, milk yield, and milk composition were not affected by feeding of barley grown by hydroponic system compared to feeding of wheat produced hydroponically (Saidi and Omar, 2015). In addition, it was reported that 50% of sorghum and barley placed in the hydroponic system increased feed efficiency, growth performance, and carcass quality of sheep (Devendar et al., 2020). In lambs, it was reported that the use of maize grown with the hydroponic system increased digestibility and live weight gain about 40% (Cantón-Castillo, 2020). Therefore, although the amount of hydroponic production is driven according to the capacity of animal farms, its use in animal feeding reduces the cost of feed and provides the opportunity to make more profitable livestock.

### ***Effects on milk yield and composition***

Quality green feed should be given regularly for sustainable successful dairy cattle (Naik et al., 2012a). Green fodder obtained by hydroponic production system has a positive effect on milk yield and quality, as it contains total digestible nutrients and highly degradable protein in the ration (Sneath and McIntosh 2003, Naik et al., 2011,2012b,2013b, 2014).

The use of hydroponic barley in the diet of ruminant animals increased milk yield about 3.9%, while hydroponic corn increased milk yield about 13.7% (Heins et al., 2016; Naik et al., 2014). However, the use of hydroponic barley at a rate of 50% in the ration may affect milk fat negatively (Grigor'ev et al., 1986). Kaouche-Adjlanea et al. (2016) reported that hydroponic barley (10 kg) supplementation in dairy cattle ration increased milk yield without affecting nutrient contents of milk. Salo (2019) stated that the addition of hydroponic cereals to cow ration increased milk production and improved butter quality. Šidagis et al. (2014) stated that barley sprouts increased milk yield and milk fat content, but this increase was statistically insignificant. Pandey and Pathak (1991) reported that the use of only hydroponic barley in lactation dairy cattle rations was limiting in high milk yielding cows, and milk yield increased if it was supplemented with concentrated feeds. Hayati et al. (2018) reported that when hydroponic barley was added to the ration at 37%, 66% and 100%, dry matter intake decreased in Saanen goats, while blood cholesterol and total protein concentrations increased. The researchers, also, reported that the difference in milk composition was statistically insignificant and 66% hydroponic barley feeding would result in more than 37% milk yield. Therefore, the use of hydroponic green fodder plants in the ration caused an increase in milk yield as it is associated with high degradable protein and total digestible nutrient content (Naik et al., 2014, Helal, 2015).

Abd Rahim and Omar (2015) reported that the effect of using hydroponic barley green feed on milk protein and milk fat in dairy goat ration was not statistically significant. Apart from that, Heins et al. (2016) reported that the use of hydroponic barley in dairy cattle rations caused a decrease in milk-fat ratio and yield. They reported that the use of hydroponic corn had no effect on milk yield, fat content, milk quality, feed consumption and live weight gain, but improved the health status of the animals, increased the rate of conception and decreased the mortality rate (Barlett et al. 1938, Chinnam, 2015; Saidi and Omar, 2015).

### **Disadvantages and Solutions of Hydroponic Production**

Although the hydroponic system has advantages such as being able to be used on lands that are not suitable for conventional agriculture, water efficiency, preventing unnecessary fertilization, increasing feed and food yield, changing the chemical structure of the soil and preventing soil degradation, it, also, has some disadvantages. These disadvantages can be listed as the expensive installation of the system, the need for technical knowledge, the constant monitoring of the installed system and the correct selection of the nutrient solution or seed to be used (Bingöl, 2019). In addition, the main problem is that chemical fertilizers cause pollution of the surrounding ecosystems and groundwater due to the discharge of waste nutrient solutions (Kumar and Cho, 2014). In the hydroponic system, it is recommended to treat and reuse the mixed wastewater with nutrient solution preference for seed germination and plant growth (Son et al., 2020; Egbuikwem et al., 2020).

Another way to prevent the disadvantage caused by the content of the nutrient solution is to prefer tap water that does not contain nutrient solution in soilless production. However, attention should be paid to electrical conductivity (EC), pH, dissolved oxygen and temperature for adequate management of nutrients in tap water to be used in hydroponic production (Son et al., 2020). It should be kept in mind that to produce fodder plants in the hydroponic system,

there will be no shortage of seeds in perennial plants, and in annual plants, it is necessary to use seeds again after the production is over. For this reason, forage crops such as alfalfa, which are used both traditionally and whose seeds are important, are not produced hydroponic instead, it is recommended to use grains to close the roughage gap in hydroponic production.

## Conclusion

In recent years, the decrease in agricultural areas, deterioration of ecological balance, climate changes and water scarcity have caused significant problems in animal nutrition. For these reasons, the use of soilless agriculture in animal husbandry is becoming increasingly important. With hydroponic production, which is one of the soilless farming systems, dependence on the environment and climate is reduced, and disease-free and highly digestible green feeds can be obtained throughout the year. Therefore, it can be said that the germination rate with hydroponic production is different from traditional green fodder production of high-quality grains (such as barley, maize, wheat and oats). In short, while traditional green fodder is produced at certain times of the year, green fodder production with hydroponic system is preferred to ensure that grains such as alfalfa and sainfoin, which are not generally used as green fodder, can be used as green fodder in animal nutrition. Some grains with a high germination rate (such as barley, corn and wheat) are preferred for the production of green fodder plants in the hydroponic system.

Generally, green feeds obtained by hydroponic method are more palatable, more easily digestible and richer in nutritional contents than those of other feed stuffs. In the grass of some forage crops produced hydroponically, nutritional contents such as carbohydrates, proteins, vitamins and minerals become more beneficial, meat and milk yields are increased, and animal health is positively affected. For this reason, it is thought that the use of annual forage crops such as barley and corn as green fodder in animal feeding can be a solution to the roughage shortage.

## References

- Anonymous, 2021. [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/BGT/Sulama\\_suyu\\_kalitesi\\_ve\\_tuzluluk.pdf](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/BGT/Sulama_suyu_kalitesi_ve_tuzluluk.pdf), 08.05.2023.
- Anonymous, 2022. <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/kisi-basina-tarim-alani-i-85832>, 08.05.2023.
- Abd Rahim, M.A. and Omar, J.A., 2015. The biological and economical feasibility of feeding barley green fodder to lactating was ewes. *Open Journal of Animal Sciences* 5(02): 99.
- Al-Karaki, G.N. and Al-Hashimi, M., 2012. Green fodder production and water use efficiency of some forage crops under hydroponic condition. *International Scholarly Research Notices*, 1-5.
- Al-Karaki, G.N. and Al-Momani, N., 2011. Evaluation of some barley cultivars for green fodder production and water use efficiency under hydroponic conditions. *Jordan Journal of Agricultural Sciences* 7(3): 448-457.
- Antunes, I.C., Da Silva, G.M.F., Costa, J.N.M., Alves, S.P., Bessa, R.J.B. and Quaresma, M.A.G., 2018. Beef quality from yearling Blonde d'Aquitaine bulls: effect of diet

- supplementation with hydroponic green barley fodder. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias* 113(607/208): 41-51.
- Ata, M., 2016. Effect of hydroponic barley fodder on Awassi lambs performance. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 6(8): 60-64.
- Atan, H., Boztunç, A., Kırkpınar, F., and Açıkgöz, Z. 2022. Kanatlı hayvanların beslenmesinde hidroponik yemlerin kullanılması. İzmir Kâtip Çelebi University, 6th International Students Science Congress Proceedings 1-5.
- Bartlett, S., Cotton, A.G., Henry, K.M. and Kon, S.K., 1938. The influence of various fodder supplements on the production and the nutritive value of winter milk. *Journal of Dairy Research* 9(3): 273-309.
- Böbrek, A. 2022. Hidroponik yöntem kullanılarak kaba yem üretiminde sıcaklık ve nem takibi için nesnelere interneti kullanımı. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6(1): 72-81.
- Bildirici, Ö.Ü.N. and Bildirici, D.E., 2021. Sağlıklı bir gelecek için aquaponik sistemler. *İksad Publications*, 1: 84.
- Bingöl, B., 2019. Alternatif Tarım Yöntemleri; Aeroponik, Akuaponik, Hidroponik. *Harman Time Dergisi*, 7(82): 34-42.
- Cantón-Castillo, J.J., Alcaraz-Romero, R.A., Chiquini-Medina, R.A. and Maya-Martinez, A., 2020. Digestibility of a diet with hydroponic maize (*Zea mays* L.) green fodder and its effect on lamb growth. *AGROProductividad* 13: 11.
- Chinnam, H.K., 2015. Effect of feeding rations supplemented with hydroponic maize fodder on nutrient utilization and milk production in lactating graded murrah buffaloes. An Msc Thesis Submitted to The Sri Venkateswara Veterinary University, 144.
- Cho, R., 2011. Vertical farms: From vision to reality. *State of the Planet, Blogs from the Earth Institute*, 13.
- Devendar, R., Kumari, N.N., Reddy, Y.R., Rao, K.S., Reddy, K.K., Raju, J. and Sridhar, K., 2020. Growth performance, nutrient utilization and carcass characteristics of sheep fed hydroponic barley fodder. *Animal Nutrition and Feed Technology* 20(2): 321-331.
- Doğrusöz, M.Ç., Başaran, U., Mut, H. and Gülümser, E. 2020. Hidroponik yeşil yem üretiminde arpa, buğday ve mürdümüğün verim ve kalitelerinin zamana bağlı değişimi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural and Medical Sciences* 7(9): 158-167.
- Dung, D.D., Godwin, I.R., Nolan, J.V., 2010. Nutrient content and in sacco digestibility of barley grain and sprouted barley. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9(19): 2485-2492.
- Egbuikwem, P.N., Mierzwa, J.C. and Saroj, D.P., 2020. Assessment of suspended growth biological process for treatment and reuse of mixed wastewater for irrigation of edible crops under hydroponic conditions. *Agricultural Water Management*, 231, 106034.
- FAO, 2001. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Manual técnico forraje verde hidropónico. Santiago de Chile, Chile.
- Farghaly, M.M., Abdullah, M.A., Youssef, I.M., Abdel-Rahim, I.R. and Abouelezz, K., 2019. Effect of feeding hydroponic barley sprouts to sheep on feed intake, nutrient digestibility, nitrogen retention, rumen fermentation and ruminal enzymes activity. *Livestock Science* 228: 31-37.
- Fazaeli, H., Golmohammadi, H.A., Shoayee, A.A., Montajebi, N. and Mosharraf, S., 2011. Performance of feedlot calves fed hydroponics fodder barley. *Journal of agricultural*

- science and technology 13(3): 367-375.
- Gebremedhin, W.K., Deasi, B.G. and Mayekar, A.J., 2015. Nutritional evaluation of hydroponically grown barley fodder. *Seed* 93(6): 91.
- Girma, F. and Gebremariam, B., 2018. Review on hydroponic feed value to livestock production. *Journal of Scientific and Innovative Research* 7(4): 106-109.
- Grigor'ev, N.G., Fitsev, A.I. and Lesnitskaya, T.I., 1986. Nutritive value of hydroponic feed and its use for feeding high-yielding cows. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya* 7: 47-50.
- Gül, A., 2008. *Topraksız tarım*, Hasad Yayıncılık, İstanbul, Türkiye, 144.
- Güler, A., 2019. *Topraksız tarım ile üretilen kaba yemlerin besin madde değerleri üzerine bir araştırma/A research on the nutrient values of roughage produced by the hydroponic farming*, Master's thesis, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye.
- Hayati, S., Valizadeh, R., Naserian, A.A., Tahmasbi, A. and Moosae, A., 2018. The effect of dietary barley grain substitution with hydroponic barley grass on milk yield and some blood metabolites of lactating Saanen goats. *Research on Animal Production (Scientific and Research)* 9(19): 32-38.
- Hazar, D. and Baktır, İ., 2013. *Topraksız tarım kesme gül yetiştiriciliği*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 17(2): 21-28.
- Heins, B.J., Paulson, J. and Chester-Jones, H., 2016. Evaluation of production, rumination, milk fatty acid profile, and profitability for organic dairy cattle fed sprouted barley fodder. *Journal of Animal Science* 94: 316-317.
- Helal, H.G., 2015. Effect of feeding sprouted barley grains on rice straw and olive cake on performance of goats in Sinai. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds* 18(3): 359-371.
- Kaouche-Adjlanea, S., Bafdelc, A. A. S. M. and Benhacined, R., 2016. Techno-economic approach to hydroponic forage crops: Use for feeding dairy cattle herd. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.* 6(3): 83-87.
- Karadağ, Ş., Kasım, M.U. and Kasım, R., 2020. *Kapalı Bitkisel Üretim Sistemleri*. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi* 2(4): 30-38.
- Karavaşın, M., 2016. Farklı gübreleme uygulamalarının hidroponik mısır (*zea mays l. indentata s.*) çimi üzerine etkileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 9(1): 29-32.
- Karavaşın, M., 2017. Farklı tohum miktarlarının hidroponik arpa çimi üzerine etkileri. *Journal of the Institute of Science and Technology* 7(4): 63-68.
- Kumar, R., Mathur, M., Karnani, M. and Dutt, S., 2018. Hydroponics: an alternative to cultivated green fodder: a review. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6(6): 791-795.
- Kumar, R.R. and Cho, J.Y., 2014. Reuse of hydroponic waste solution. *Environmental Science and Pollution Research* 21(16): 9569-9577.
- Lorenz, K., D'apponia, B., 1980. Cereal sprouts: composition, nutritive value, food applications. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* 13(4): 353-385.
- Mohsen, M.K., Abdel-Raouf, E.M., Gaafar, H.M.A. and Yousif, A.M., 2015. Nutritional evaluation of sprouted barley grains on agricultural by-products on performance of growing New Zealand white rabbits. *Nat. Sci.* 13: 35-45.
- Morgan, J. and Hunter, R.R., 1992. O'Haire R. Limiting factors in hydroponic barley grass

- production. In: Proc. 8th International Congress on Soilless Culture. Hunter's Rest, South Africa, 241-261.
- Naik P.K., Dhuri, R.B. and Singh, N.P., 2011. Technology for production and feeding of hydroponics green fodder. Extension Folder, ICAR Research Complex for Goa, Goa.
- Naik, P.K. and Singh, N.P., 2013a. Hydroponics fodder production: an alternative technology for sustainable livestock production against impending climate change. Model Training Course on Management Strategies for Sustainable Livestock Production against Impending Climate Change. Southern Regional Station, National Dairy Research Institute, Adugodi, Bengaluru, India, 70–75.
- Naik, P.K., Dhuri, R.B., Swain, B.K. and Singh, N.P., 2012a. Nutrient changes with the growth of hydroponics fodder maize. *Indian Journal of Animal Nutrition* 29: 161-163.
- Naik, P.K., Swain, B.K., Chakurkar, E.B. and Singh, N.P., 2012b. Performance of dairy cows on green fodder maize based ration in coastal hot and humid climate. *Animal Nutrition and Feed Technology* 12(2): 265-270.
- Naik, P.K., Dhuri, R.B., Karunakaran, M., Swain, B.K. and Singh, N.P., 2013b. Hydroponics technology for green fodder production. *Indian Dairyman*, March Issue, 54–58.
- Naik, P.K., Dhuri, R.B., Karunakaran, M., Swain, B.K. and Singh, N.P., 2014. Effect of feeding hydroponics maize fodder on digestibility of nutrients and milk production in lactating cows. *Indian Journal of Animal Sciences* 84(8): 880-883.
- Naik, P.K., Swain, B.K., Singh, N.P., 2015. Production and utilisation of hydroponics fodder. *Indian Journal of Animal Nutrition* 32(1): 1-9.
- Pandey, H.N. and Pathak, N.N., 1991. Nutritional Evaluation of Artificially Grown Barley Fodder in Lactating Crossbred Cows. *Indian Journal of Animal Nutrition* 8(1): 77-78.
- Peer, D.J. and Leeson, S., 1985. Feeding value of hydroponically sprouted barley for poultry and pigs. *Animal Feed Science and Technology* 13(3-4): 183-190.
- Reddy, G.V.N., Reddy, M.R. and Reddy, K.K., 1988. Nutrient utilization by milch cattle fed on rations containing artificially grown fodder. *Indian Journal of Animal Nutrition* 5(1): 19-22.
- Saidi, A. and Omar, A.J., 2015. Economical and biological feasibility of hydroponic barley fed to lactating Awassi ewes. Master of Science, Theses. *Open Journal of Animal Science* 5(2): 1-6.
- Salo, S., 2019. Effect of hydroponic fodder feeding on milk yield and composition of dairy cow. *Journal of Natural Sciences Research* 9(8): 1-2.
- Sarıçiçek, B.Z., Yıldırım, B. and Hanoğlu, H. 2018. Hidroponik ve topraklı sistemle yetiştirilen arpa ve yeşil yemi ile silajının besin madde kompozisyonu ve nispi yem değerinin karşılaştırılması. *Black Sea Journal of Agriculture* 1(4):102-109.
- Sharif, M., Hussain, A. and Subhani, M., 2013. Use of sprouted grains in the diets of poultry and ruminants. *Indian Journal of Research* 2(10): 4-7.
- Shipard, I., 2005. How can I grow and use sprouts as living food. David Stewart. 130-136.
- Šidagis, D., 2014. Virškinimo procesų karvių didžiajame prieskrandyje ir jų produktyvumo tyrimai, naudojant šerimui pramonės šalutinius produktus, Doctoral dissertation, Lithuanian Academic Libraries Network LABT.
- Sneath, R., McIntosh, F., 2003. Review of hydroponic fodder production for beef cattle. Queensland Government Department of Primary Industries, Dalby, Queensland 84: 54.

- Snow, A.M., Ghaly, A.E. and Snow, A., 2008. A comparative assessment of hydroponically grown cereal crops for the purification of aquaculture wastewater and the production of fish feed. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3(1): 364-378.
- Son, J. E., Kim, H.J. and Ahn, T.I., 2020. Hydroponic systems. In *Plant factory Academic Press*. 273-283.
- Trubey, C.R., Rhykerd, C.L., Noller, C.H., Ford, D.R., George, J.R., 1969. Effect of light, culture solution, and growth period on growth and chemical composition of hydroponically produced oat seedlings 1. *Agronomy Journal* 61(5): 663-665.
- Tudor, G., Darcy, T., Smith, P. and Shallcross, F., 2003. The intake and live weight change of drought master steers fed hydroponically grown, young sprouted barley fodder (Auto Grass). *Department of Agriculture Western Australia 8. Agriculture and Veterinary Science* 2: 24-30.
- URL, 2016. Nutritional Data. [http://www.gfsturkiye.com/eng/?page\\_id=145](http://www.gfsturkiye.com/eng/?page_id=145)





This Journal Published by the Turkish Federation of Animal Science