



ISSN : 0377 - 6395  
e- ISSN : 2651 - 4214



# Veteriner Hekimler Derneği Dergisi

Journal of the Turkish Veterinary Medical Society

Cilt / Volume : 94

Sayı / Issue: 2

Yıl / Year: 2023

94 (2)

ISSN : 0377 - 6395  
e-ISSN : 2651 - 4214



# Veteriner Hekimler Derneği Dergisi

*Journal of the Turkish Veterinary Medical Society*

**Cilt / Volume : 94    Sayı / Issue: 2    Yıl / Year : 2023**



## Veteriner Hekimler Derneği Dergisi

Journal of the Turkish Veterinary Medical Society

Cilt / Volume: 94 Sayı / Issue: 2 Yıl / Year: 2023

Altı ayda bir yayımlanır / Published bi-annually • Yayın Türü: Yerel Süreli Yayın

<http://dergipark.org.tr/vetheder>

ISSN : 0377 -6395 e-ISSN: 2651-4214

### Veteriner Hekimler Derneği Adına Sahibi

/ on the behalf of Turkish Veterinary Medical Society, owner:

**Dr. Gülay KABASAKAL ERTÜRK**

**Yazı İşleri Müdürü**

/ Managing Editor

**Assoc. Prof. Dr. Nuket BİLGİN**

Ziya Gökalp Caddesi No: 16/7 Kızılay, Ankara

#### Editörler Kurulu / Editorial Board

Assoc. Prof. Dr. Doğan ÖZEN  
(Baş Editör / Editor-in-Chief)

Assoc. Prof. Dr. M. Agah TEKİNDAL  
(İstatistik Editörü / Statistics Editor)

Assoc. Prof. Dr. M. Volkan YAPRAKÇI  
(Dil Editörü / English Language Editor)

Dr. Nigar YERLİKAYA  
(Etik Editörü / Ethics Editor)

Assoc. Prof. Dr. Sena ARDIÇLI  
Assoc. Prof. Dr. Ahmet CEYLAN  
Assoc. Prof. Dr. M. Bahadır ÇEVİRİMLİ  
Assoc. Prof. Dr. Koray TEKİN  
Assoc. Prof. Dr. Caner BAKICI  
(Alan Editörleri / Section Editors)

#### Danışma Kurulu (Advisory Board)\*

Prof. Dr. Mustafa ARICAN, Selçuk University, Türkiye  
Prof. Dr. R. Tamay BAŞAĞAÇ GÜL, Ankara University, Türkiye  
Prof. Dr. Hasan BATMAZ, Uludağ University, Türkiye  
Prof. Dr. Sacit BİLGİLİ, Auburn University, USA  
Prof. Dr. Serdar DİKER, Aydın Adnan Menderes University, Türkiye  
Prof. Dr. Sandra GOERICKE - PESCH, Copenhagen University, Denmark  
Prof. Dr. Jia-Qiang HE, Virginia Polytechnic Institute, USA  
Prof. Dr. Almuth EINSPIANIER, Leipzig University, Germany  
Prof. Dr. Murat FINDIK, Samsun Ondokuz Mayıs University, Türkiye  
Prof. Dr. Ahmet GÜNER, Selçuk University, Türkiye  
Prof. Dr. Ana Maria Bravo Del MORAL, Compostela University, Spain  
Prof. Dr. Aykut ÖZDARENDELİ, Erciyes University, Türkiye  
Prof. Dr. Calogero STELLETTA, Padova University, Italy  
Prof. Dr. Tarkan ŞAHİN, Kafkas University, Türkiye  
Prof. Dr. William W. THATCHER, Florida University, USA

\*İsimler soyadına göre alfabetik olarak sıralanmıştır / Names arranged alphabetically by last name

#### Hakemli Açık Erişimli Dergidir / Peer-Reviewed Open Access Journal

Bu dergi, EBSCOHost, CABI Full Text, CABI Abstracts, Citefactor, ULAKBİM-TR DİZİN, Türkiye Atıf Dizini tarafından indekslenmektedir.

(This journal is indexed by EBSCOHost, CABI Full Text, CABI Abstracts, Citefactor, ULAKBİM-TR DİZİN and Turkish Citation Index)

İletişim / Contact:

### VETERİNER HEKİMLER DERNEĞİ

Adres: Ziya Gökalp Caddesi No:16/7 Kızılay, Ankara • Tel: +90 312 431 62 74 • Faks: +90 312 435 79 14

e-ileti: [info@veteriner.org.tr](mailto:info@veteriner.org.tr) • web adresi: [www.veteriner.org.tr](http://www.veteriner.org.tr)

Derneğin Kuruluş Tarihi: 6 Şubat 1930

Derginin İlk Yayın Tarihi: 1 Ekim 1930

Yayımlanma Tarihi / Publication Date: 15.06.2023

Published by Veteriner Hekimler Derneği

All published content is licensed under a Creative Commons CC-BY-NC 4.0 international license.  
Please visit the Journal's website for detailed information about ethical principles and publication policy



Veteriner Hekimler Derneği tarafından yayınlanmıştır  
Yayımlanan tüm içerik, Creative Commons CC-BY-NC 4.0 uluslararası lisansı altında lisanslanmıştır.  
Etik ilkeler ve yayın politikası hakkında detaylı bilgi için lütfen Dergi web sitesini ziyaret ediniz.





DOI: 10.33188/vetheder.1225758

Araştırma Makalesi / Research Article

## Color and marking distribution in Arabian and Thoroughbred horses

Afşin KOCAKAYA<sup>1,a</sup>, Yavuzkan PAKSOY<sup>2,b</sup>, Ceyhan ÖZBEYAZI<sup>1,c</sup><sup>1</sup> Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Breeding and Husbandry, Ankara 06110, Turkey<sup>2</sup> Necmettin Erbakan University, Ereğli Kemal Akman Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Konya 42090, TurkeyORCID: 0000-0003-2023-8895<sup>a</sup>; 0000-0002-0935-7693<sup>b</sup>; 0000-0002-3748-9992<sup>c</sup>

## MAKALE BİLGİSİ /

## ARTICLE INFORMATION:

## Geliş / Received:

28 Aralık 22

28 December 22

## Revizyon/Revised:

26 Şubat 23

26 February 23

## Kabul / Accepted:

01 Mart 23

01 March 23

## Anahtar Sözcükler:

Arap atı

İngiliz atı

Don rengi

Nişane

Seki

## Keywords:

Arabian horse

Coat color

Leg markings

Markings

Thoroughbred horse

## ABSTRACT

Horses, used for various purposes for centuries, are today commonly used for sporting purposes. It is critical to identify the horses that are used in this way by using the coat color and markings on the horse. The animal material for this research consisted of 101 Arabs and 206 Thoroughbreds. The most common coat color was BAY (56.6%). The least common coat colors were BLACK (0.3%) and DUN (0.3%). The presence of head marks on horses rated 0, 1, 2, 3, 4, and 5, and the rate of presence of the head mark were 17.2%, 29.2%, 7.5%, 6.8%, 26.0%, and 13.3%, respectively. When examining leg markings, the most common mark was the half-stocking (16.9%) on the left back leg, while the stocking (1.3%) was the least frequent mark on the front right leg. According to the findings of the study, which was conducted to analyze the condition of Arab and Thoroughbred horses, BAY was the most common coat color seen in horses in general. Leg markings were rarely seen on both Arabians and Thoroughbreds. Consequently, this both situation is due to the preferences of breeders and horse owners.

### Arap ve İngiliz atlarında don rengi ve nişanelerin dağılımı

## ÖZET

Yüzyıllar boyunca çeşitli amaçlarla kullanılan atlar günümüzde daha çok sportif amaçla kullanılmaktadır. Bu şekilde kullanılan atların kimliklendirilmesi büyük önem taşımakta ve bunun için atların don rengi ile nişanelerinden faydalanılmaktadır. Bu araştırma ile Türkiye’de yetiştirilen 101 Arap ve 206 İngiliz olmak üzere toplam 307 yarış atında don ve nişanelerin dağılımı incelenmiştir. Genel olarak atlarda % 56,5 ile en çok DORU don rengi gözlemlenirken, en az BOZ (% 0,3) ve YAĞIZ (% 0,3) don renkleri görülmüştür. Atlara baş nişaneleri bulunduğu bölgelere göre 0; 1; 2; 3; 4 ve 5 olarak puanlanmıştır. Buna göre baş nişanelerinin bulunma oranları sırasıyla % 17,2; % 29,2; % 7,5; % 6,8; % 26,0 ve % 13,3 olmuştur. Atlarda sekiler incelendiğinde % 16,9 ile en çok sol arka bacakta Yüksek Seki, en az ise sağ ön bacakta Çizme Seki (% 1,3) görülmüştür. Sonuç olarak atların soy kütüklerine kaydedilmesinde önemli bir yeri olan Don rengi ve Nişanelerin, Arap ve İngiliz atlarındaki durumunun incelenmesi amaçlanan bu çalışmada atlarda en çok DORU don renginin görüldüğü belirlenmiştir. Arap ve İngiliz atlarında bacak nişaneleri nadiren görüldü. Bu iki durumun yetiştiricilerin ve at sahiplerinin tercihlerinden ileri geldiği sonucuna varılmıştır.

©2023 The Authors.

Published by Veteriner

Hekimler Derneği. This is

an open access article

under CC-BY-NC license.

(https://creativecommons.

org/licenses/by-nc/4.0)



**How to cite this article:** Kocakaya A, Paksoy Y, Özbeyaz C. Color and marking distribution in Arabian and Thoroughbred horses. Vet Hekim Der Derg 94 (2): 110-118, 2023. DOI: 10.33188/vetheder.1225758



## 1. Introduction

Horses were domesticated 5,500 years ago at Botai (ancient Turkestan), located in Kazakhstan (1-9). There had been evidence of biting, tethering, milking, and corralling, all of which point to human-controlled management (5,10).

The domestication of horses had a significant impact on human history in many ways, including the acceleration of civilization; the revolutionization of warfare, transportation, and agriculture; food production; trade; and the training of horsemanship (2,3,6,9,11-15). The recent evolution of domestic horses has been influenced by human activities, especially the practice of using highly selective breeding to create multiple breeds, each with unique characteristics (13). The height of an animal as measured from its withers, the color of its coat, its locomotion (the way it moves), and its racing performance are the phenotypic characteristics that are easiest to observe and also the ones that are considered to be the most important (12, 13).

Currently, there are almost 60 million horses on earth (16). The majority of horse breeds are presently being selectively improved for qualities related to beauty and performance, with appearance being the primary focus (12). In some countries, they are primarily restricted to the sports, hippotherapy, scientific studies, and recreation industries, although they continue to play important roles in other countries, such as providing transportation, plowing force, meat, milk, hair, and leather (2,3,6,9,11,14,15,17). In all periods and cultures, horse racing has been a popular and intriguing hobby for people of all walks of life (18). As the popularity of racing grew, breeders began to select horses that were both quicker and more durable than their predecessors (15,18). In Turkey, horses are generally bred for racing and various sporting events, and only Arabian and Thoroughbred horses can participate in horse races (3,9). For the purpose of identification and registration of pedigrees, the coat colors and markings of racing horses are critical (3,6,9,11,15,19,20).

The color of an animal's coat has three important functions: it serves to conceal the animal, communicate with it, and regulate physiological processes (21). So many wild animal species are similar in color, and these colors provide them with a competitive edge over their non-uniformly colored counterparts in terms of camouflage, reproductive success, adaptation, and disease tolerance (21). Wild horses known as Przewalski and Tarpan are considered to be the progenitors of domesticated horses on earth (22). Researchers discovered that the color of horses' coats, which are the best way to conceal them from natural predators, and the color of the current Przewalski horse are very similar in their appearance (2,6). Approximately 11–12 thousand years ago, the appaloosa and the black coat color first appeared (6). While horses have dark-colored coats in the wild, it is reported that the colors of coats that are seen today occurred rapidly since people used certain coat colors in breeding right after domestication (2,4,6,23). Horse owners and scientists from all over the world have been fascinated by the phenomenon of coat color for centuries (7,13). This fascination can be attributed to the fact that its phenotypic properties are easy to recognize; as a result, tracing the transmission of characteristics from one generation to the next is much easier (12). Coat color has been the subject of genetic research in recent decades due to its considerable economic, aesthetic, and health implications (7,12).

The mass of genes determined coat colors. The melanocortin-1 receptor gene (MC1R/Extension-E) constituted the primitive coat colors (2,6,20). Other genes, including the agouti signalling protein (ASIP/Agouti-A) gene, act by changing or closing the effects of the "E" gene. "E" and "A" genes together are effective in the formation of common coat colors such as black, bay, and chestnuts (2,6,15,20). The recessive "e" gene has an epistatic effect on the recessive "A" gene, resulting in the phenotype of chestnut coat color (2,20). The "A" gene is effective in the distribution of black regions in horses with chestnut coat colors; in other words, the "A" gene is responsible for the formation of basic coat colors with black regions and constitutes most coat colors (2,6,20). The function of the dominant "A" allele, which has a high incidence, is to create a BAY coat color by limiting the distribution of black areas in the body (2,6,20). The recessive "a" allele results in a completely black coat color (2,6,20). Dilution genes created variations of these three basic coat colors, such as (2,6,20). In most horse breeds, the frequency of the Bay

coat color is higher than the other coat colors (2,20). There are other basic coat colors in several breeds where the BAY coat color cannot be observed (2,20). The Syntaxin 17 (STX17/G) genes, together with the "E" and "A" genes are responsible for horses' grey coat colors (2,6,20). Horses are born with normal pigmentation, but as they grow older, their pigmentation begins to fade (24). By the time they are 6–8 years old, they have become white, with dark skin pigmentation remaining (24). The dark colors dominated the birth of foals whose coats were affected by the gene's "E" and "A," while grey coat colors appeared when, over the course of time, they displayed the activity of the gene "G" (2,6,20). Grey coat colors are common among horse breeds such as Thoroughbred, Arabian, and Percheron (2,6,20). The formation of head and leg marks used in the recognition of horses is under the control of both genes and the environment (2,6,20,25).

Nowadays, horse breeding is a globally significant sector that involves substantial investments in terms of labor, time, and finances. Phenotypically and genetically superior horses fetch high prices in international markets. The racing industry, overseen by the Turkish Jockey Club, holds official horse races at nine different tracks across Turkey (26,27,28). So, it is critical to pedigree horses produced for racing using coat color and markings. The purpose of this study was to ascertain the prevalence of different coat colors and markings on Arabian and Thoroughbred horses in Turkey.

## 2. Material and Methods

The research material consists of 307 (101 Arabian and 206 Thoroughbred) horses. The data was collected in 2018 from private farms where horses are bred and a hippodrome. The coat colors and markings of the horses were determined according to the statements of Özbeyaz (9). For the headmarkers, faces are divided into five parts in accordance with the descriptions by Gücüyener-Hacan and Akçapınar (29):

- a) The area between the eye line and the poll,
- b) The area extending from the lower border of the eye to the nostrils,
- c) The area between the nostrils and below them,
- d) Upper lip area,
- e) Lower lip and chin area.

Scores ranging from 0 to 5 were made for each horse according to the number of regions where the markings are located. Accordingly, if there are no markings on the horse's head, it is scored as 0; if there are markings in the a, b, or c regions, it is scored as 3; if there are markings in the a, b, c, d, and e regions, it is scored as 5.

Leg markings of all 307 horses were inspected according to Akçapınar and Özbeyaz (1)'s reports, and the general distribution of leg markings is given in Table 6.

The SPSS 18 statistics package programme was used in frequency analysis to determine the distribution of coat colors and markings on horses.

## 3. Results

Arabian and Thoroughbred horses were 31.1% and 66.9%, respectively, of the 307 horses, which are research materials. Likewise, out of 307 horses, 62.0% were female, and 38.0% were male (Table 1). 51.0% of Arabian horses were male, 49.0% were female, and 31.6% of Thoroughbreds were male, and 68.4% were female (Table 2). The age of the horses used in the study varied from 1 to 21 (Table 3).

**Tablo 1:** Atların Irk ve Cinsiyete Göre Genel Dağılımı**Table 1:** General Distribution of Horses by Breed and Gender

	Arabian	Thoroughbred	Total
Male	51	65	116
Female	50	141	191
Total	101	206	307

**Tablo 2:** Arap ve İngiliz Atların Cinsiyete Göre Dağılımı**Table 2:** Distribution of Arabian and Thoroughbred horses by Gender

	Rate (%)	
	Arabian	Thoroughbred
Male	50.5	31.6
Female	49.5	68.4
Total	100.0	

**Tablo 3:** Arap ve İngiliz Atların Yaşa Göre Genel Dağılımı**Table 3:** General Distribution of Arab and Thoroughbred Horses by Age

Age	Arabian	Rate (%)		Frequency		
		Thoroughbred	General	Arabian	Thoroughbred	General
1	-	3.4	2.2	-	7	7
2	10.8	14.0	13.0	11	29	40
3	31.7	16.5	21.5	32	34	66
4	13.8	5.3	8.1	14	11	25
5	13.8	11.2	12.1	14	23	37
6	9.9	7.8	8.5	10	16	26
7	5.0	10.7	8.8	5	22	27
8	4.0	7.8	6.5	4	16	20
9	2.0	4.4	3.6	2	9	11
10	3.0	3.4	3.3	3	7	10
11	2.0	0.5	1.0	2	1	3
12	1.0	3.9	2.9	1	8	9
13	2.0	1.9	2.0	2	4	6
14	-	1.9	1.3	-	4	4
15	-	1.5	1.0	-	3	3
16	-	1.9	1.3	-	4	4
17	1.0	2.9	2.3	1	6	7
19	-	0.5	0.3	-	1	1
21	-	0.5	0.3	-	1	1
Total		100		101	206	307

The distribution of horse coat colors in the study was 27.6% chestnut, 56.5% bay, 15% grey, 0.3% dun, and 0.3% black (Table 4). The scoring rates according to the number of regions where horses have head marks were 17.2%; 29.2%; 7.5%; 6.8%; 26.0% and 13.3% for 0; 1; 2; 3; 4 and 5 areas, respectively (Table 5). The distribution of the leg markings according to the leg is given in Table 6.

**Table 4:** At donlarının genel dağılımı

**Table 4:** General distribution of horse coat colors

Coat Color	Rate (%)			Frequency		
	Arabian	Thoroughbred	General	Arabian	Thoroughbred	General
Chestnut	36.3	23.3	27.6	37	48	85
Bay	20.6	74.2	56.5	21	153	174
Grey	43.1	1.5	15.0	43	3	46
Dun	-	0.5	0.3	-	1	1
Black	-	0.5	0.3	-	1	1
Total		100		101	206	307

**Arabian horses:** Out of the total population of 101 Arab horses, 50.5% males and 49.5% females made up the population (Table 2). The age of Arabian horses, which are research materials, varies between 2 and 17 years (Table 3). The distribution of coat colors in Arabian horses was 36.3% chestnut, 20.6% bay, and 43.1% grey (Table 4). The scoring rates according to the number of regions where Arabian horses have head marks were 9.8%, 13.7%, 2.0%, 6.9%, 36.3, and 31.4% for 0, 1, 2, 3, 4, and 5 areas, respectively (Table 5). The distribution of the leg markings according to the legs of Arabian horses is given in Table 6.

**Table 5:** Atlardaki baş nişanelerinin bölgelere göre genel dağılımı

**Table 5:** General distribution of head marks on horses by region

Head Mark	Arabian		Thoroughbred		General	
	Rate (%)	Frequency	Rate (%)	Frequency	Rate (%)	Frequency
0	9.8	10	20.9	43	17.2	53
1	13.7	14	36.9	76	29.2	90
2	2.0	2	10.2	21	7.5	23
3	6.9	7	6.8	14	6.8	21
4	36.3	36	20.9	43	26.0	79
5	31.4	32	4.4	9	13.3	41
Total	100.0	101	100.0	206	100.0	307

**Thoroughbred horses:** The total number of Thoroughbred horses was 206 heads, of which 31.6% were male and 68.4% were female (Table 2). The ages of Thoroughbred horses ranged from 1 to 21 (Table 3). The coat colors of Thoroughbred horses were distributed as follows: 23.3% were chestnut, 74.2% were bay, 1.5% were grey, 0.5% were dun, and 0.5 were black (Table 4). The scoring rates according to the number of regions where Thoroughbred horses have head marks were 20.9%, 36.9%, 10.2%, 6.8%, 20.9, and 4.4% for 0, 1, 2, 3, 4, and 5 areas, respectively (Table 5). Leg markings were found on just a small percentage of the 307 horses, including Arabians and Thoroughbreds that were investigated. The distribution of the leg markings according to the legs of horses is given in Table 6.

**Tablo 6:** Atlarda bacak işaretlerinin bacaklara göre genel dağılımı (%)**Table 6:** General distribution of leg markings in horses according to legs (%)

		Leg			
		Front		Back	
		Right	Left	Right	Left
No Mark	Arabian	54.9	53.9	36.3	24.5
	Thoroughbred	77.7	76.7	62.6	53.4
	Total	70.1	69.2	53.9	43.8
Coronet	Arabian	11.8	3.9	8.8	10.8
	Thoroughbred	6.8	6.3	5.3	7.8
	Total	8.4	5.5	6.5	8.8
Pastern	Arabian	8.8	7.8	12.7	19.6
	Thoroughbred	5.8	7.8	9.2	10.2
	Total	6.8	7.8	10.4	13.3
Ankle	Arabian	6.9	11.8	12.7	12.7
	Thoroughbred	6.3	6.3	11.7	17.0
	Total	6.5	8.1	12.0	15.6
Half-Stocking	Arabian	16.7	20.6	26.5	30.4
	Thoroughbred	1.9	1.5	9.7	10.2
	Total	6.8	7.8	15.3	16.9
Stocking	Arabian	1.0	2.0	2.9	2.0
	Thoroughbred	1.5	1.5	1.5	1.5
	Total	1.3	1.6	1.9	1.6

#### 4. Discussion and Conclusion

In total, it examined 307 horses. 33.1% were Arabian, and 66.3% were Thoroughbred. 38.0% of the horses were male, and 62.0% were female. A total of 44.4% of male horses were Arab and 55.6% were Thoroughbred. 26.2% of the female horses were Arab, and 73.8% were Thoroughbred. While 50.5% of Arabian horses were male and 49.5% were female, 31.6% of Thoroughbred horses were male and 68.4% were female. The ratio of males to females in Arabian and Thoroughbred horses was found to be higher in Arabians, but the percentage of females in Thoroughbred horses was found to be much higher.

Bay was the coat color that was most frequently detected in this study of horse coat colors, accounting for 56.6 percent of the total number of horses analysed. Additionally, the coat colors of chestnut, grey, dun, and black were determined to be 7.6%, 15.0%, 0.3%, and 0.3%, respectively. Despite the fact that the most common coat color identified in Arabian horses was grey (43.1%), the most common coat color observed in Thoroughbred horses was bay (74.4%). The high occurrence of grey coat colors in Arabian horses found in this study is consistent with the findings of other studies (8,30).

Güçyener-Hacan and Akçapınar (29) reported on the coat color of Arabian horses at Sultansuyu State Farm and Mahmudiye Stud Farm, respectively, and the findings of this study were consistent with their findings. However, they were incompatible with the findings of Anadolu and Karacabey State Farms (29) and some other studies (31,32). This misalignment is supposed to be caused by certain Arabs becoming grey after three or more years of age (20).



Whereas the low prevalence of grey coat color in Thoroughbred horses contradicts reports that grey coat color is dominant (2,6,8,20,33), it is thought that this situation is caused by the greying occurrence in Thoroughbred horses at older ages than in Arabs (2,20) and breeder preferences.

The frequency of coat color in Arabs is measured from the most common to the least common color for the coat in this study, such as grey coat color (43.1%), chestnut coat color (36.6%), and bay coat color (20.6%). The bay coat color (74.2%) is the most prevalent coat color seen in Thoroughbred horses, followed by the chestnut coat color (23.3%), the grey coat color (1.5%), the dun color (0.5%), and the black coat color (0.5%). In contrast to Arab horses, dun and black coat colors were observed in Thoroughbred horses.

The general occurrence of head marks on horses was detected by 17.2%, 29.2%, 7.5%, 6.8%, 26.0%, and 13.3% for 0, 1, 2, 3, 4, and 5, respectively. When the breeds were examined, these rates were determined to be 9.8, 13.7, 2.0, 6.9, 36.3, and 31.4% for Arabian horses and 20.09, 36.9, 10.2, 6.8, 20.9, and 4.4% for Thoroughbred horses, respectively. According to the results of the study, the rate of not seeing any head marks at all in one region and two regions of Thoroughbreds was higher than that of Arabs, while the rate of head marks in the three, four, and five regions of Arab horses was higher than that of Thoroughbreds. In the study, the visibility of the head marks of the Arabs has grown from 0 to 5, while it decreases in 2 and rises again in 3. Although it agreed with the data provided by Gücüyener-Hacan and Akçapınar (29) for Arab horses raised in Anatolia, Karacabey State Farms, and Mahmudiye Stud Farm, it was different from the data reported for Arab horses raised in Sultansuyu State Farm.

Generally, when the horses are analyzed according to their leg markings, the most frequent marking is half-stocking (16.9%) seen on the left back leg, while the least common one is stocking (1.3%) on the right front leg. While the condition of leg markings in Arabian horses is similar to the general situation, the most prevalent marking on Thoroughbred horses is ankle markings (17.0%) in the left-back leg.

The high frequency of half-stocking marks found on the back left leg and the low prevalence of stocking marks found on the right front leg in this study resembled the findings from Gücüyener-Hacan and Akçapınar's (29) study of Arabian horses at Anadolu, Karacabey, and Sultansuyu State Farms but are clearly different from the report of the same authors at Mahmudiye Stud Farm.

To summarize, coat colors and marking information are crucial for the identification of horses as well as their usage in the registration of pedigrees. Within the scope of this study, the incidence of coat color and markings in Arab and Thoroughbred racehorses in Turkey has been investigated in order to have a better understanding of the overall condition. Among the Thoroughbreds studied in this study, bay is the most common coat color, while grey is the most common coat color among Arabian horses studied in this study. It can be based on the old belief that bay and grey horses can easily be distinguished from other horses and have a strong reputation among Thoroughbred and Arabian horse breeders. Leg markings were rarely seen on both Arabians and Thoroughbreds. Leg markings were rarely seen on both Arabians and Thoroughbreds. This can be based on the strong belief that lighter legs are easier to break.

## Acknowledgments

The authors are appreciative of the attention that horse owners have given to our research.

## Conflict of Interest

We certify that there is no conflict of interest with any financial organization regarding the material discussed in the manuscript.

## Funding

This study is not funded.

## Authors' Contributions

Motivation / Concept: Afşin KOCAKAYA, Yavuzkan PAKSOY  
Design: Afşin KOCAKAYA  
Control/Supervision: Ceyhan ÖZBEYAZ  
Data Collection and / or Processing: Afşin KOCAKAYA, Yavuzkan PAKSOY  
Analysis and / or Interpretation: Afşin KOCAKAYA  
Literature Review: Afşin KOCAKAYA  
Writing the Article: Afşin KOCAKAYA  
Critical Review: Ceyhan ÖZBEYAZ

## Ethical Approval

An ethical statement was received from the authors that the data, information and documents presented in this article were obtained within the framework of academic and ethical rules and that all information, documents, evaluations and results were presented in accordance with scientific ethics and moral rules.

## References

1. Akçapınar H, Özbeyaz C. Animal Husbandry (Basic Knowledge). Medisan, Ankara; 2021.
2. Bailey E, Brooks SA. Horse genetics. 3rd ed. Wallingford, Oxfordshire, UK ; Boston:CABI; 2020.
3. Gücüyener-Hacan O, Akçapınar H. Some Phenotypic and Genetic Parameters of Purebred Turkish Arabian Horses Raised in Different Stud Farms I. Body Measurements and Heritabilities. Lalahan Hay Araşt Enst Derg 2011; 51 (2): 55-70.
4. Klecel W, Martyniuk E. From the Eurasian Steppes to the Roman Circuses: A Review of Early Development of Horse Breeding and Management. Animals 2021;11, 1859.
5. Librado P, Orlando L. Genomics and the Evolutionary History of Equids. Annu Rev Anim Biosci 2021; 9:81–101.
6. Neves AP, Schwengber EB, Albrecht FF, Isola JV, Van der Linden LS. Beyond Fifty Shades: The Genetics of Horse Colors. 75-100 In: Abubakar M, ed. Trends and Advances in Veterinary genetics. IntechOpen. London, UK;2017.
7. Grilz-Seger G, Mesarič M, Brem G, Cotman M. Characterisation of coat colour in the Slovenian Posavje horse. Slov Vet Res 2021; 58 (2): 77 – 84.
8. Henner J, Poncet PA, Guerin G, Hagger C, Stranzinger G, Rieder S. Genetic mapping of the (G)-locus, responsible for the coat color phenotype "progressive greying with age" in horses (*Equus caballus*). Mamm Genome 2002; 13:535-537.
9. Özbeyaz C. At Hekimliği. Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara 2019. Bölüm 2, At yetiştiriciliği. p.19-52.
10. Outram AK, Stear NA, Bendrey R, Olsen S, Kasparov A, Zaibert V et al. The earliest horse harnessing and milking. Science 2009; 323(5919):1332–35.
11. Parker R. Equine Science. Fifth Ed. Delmar Cengage Learning; 2018.
12. Gurgul A, Jasielczuk I, Semik-Gurgul E, Pawlina-Tyszko K, Stefaniuk-Szmukier M, Szmatoła T et al. A genome-wide scan for diversifying selection signatures in selected horse breeds. PLoS ONE 2019; 14(1): e0210751.
13. Liu X, MA Y, Jiang L. Genomic regions under selection for important traits in domestic horse breeds. Front Agr Sci Eng 2017; 4(3): 289–294.
14. Özbeyaz C, Yüceer Özkul B. Some inherited disorders in pacing horses in Turkey. Ankara Univ Vet Fak Derg

- 2022; 69, 43-49.
15. Nguyen TB, Paul RC, Okuda Y, Le TNA, Pham PTK, Kaissar KJ et al. Genetic characterization of Kushum horses in Kazakhstan based on haplotypes of mtDNA and Y chromosome, and genes associated with important traits of the horses. *J. Equine Sci.* 2020; 31(3): 35-43.
  16. FAO. Crops and livestock products. Available at <https://www.fao.org/faostat> (Cited: March 23, 2022).
  17. Orlando L. The Evolutionary and Historical Foundation of the Modern Horse: Lessons from Ancient Genomics. *Annu Rev Genet* 2020;54:563-81.
  18. Fegraeus KJ, Velie BD, Axelsson J, Ang R, Hamilton NA, Andersson L et al. A potential regulatory region near the EDN3 gene may control both harness racing performance and coat color variation in horses. *Physiol Rep* 2018; 6 (10), e13700.
  19. Belousova NF, Bass SP, Zinoveva SA, Kozlov SA, Markin SS. Features of coat color and markings and impact of dun factor on Vyatka horse breed. In: 2020 Bio Web Conf, 17, 00202 (2020).
  20. Sponenberg DP, Bellone R. *Equine Color Genetics*. 4<sup>th</sup> ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons Inc; 2017.
  21. Corbin LJ, Pope J, Sanson J, Antczak DF, Miller D, Sadeghi R et al. An Independent Locus Upstream of ASIP Controls Variation in the Shade of the Bay Coat Colour in Horses. *Genes* 2020; 11, 606.
  22. Derinbay Ekici Ö, Ceylan O, Sönmez G, Dik B, Ceylan C, Semassel A. Molecular detection and phylogenetic analysis of *Theileria equi* and *Babesia caballi* in wild horses in Konya province of Turkey. *Ankara Univ Vet Fak Derg* 2021; 68, 275-281.
  23. Ludwig A, Pruvost M, Reissmann M, Benecke N, Brockmann GA, Castanos P et al. Coat Color Variation at the Beginning of Horse Domestication. *Science* 2009;324(5926):485.
  24. OMIA. Online Mendelian Inheritance in Animals 001356-9796:Coat colour, grey/gray in *Equus caballus*, <https://omia.org/OMIA001356/9796/> (Accessed: April 28, 2022).
  25. Thiruvankadan AK, Kandasamy N, Panneerselvam S. Coat Colour Inheritance in Horses. *Livest Sci* 2008; 117: 109-129.
  26. Özen D, Gürcan İS. Determination of factors affecting the length of racing career of Arabian horses in Turkey. *Ankara Univ Vet Fak Derg* 2016; 63(3) , 303-309.
  27. Özen D, Gürcan İS. Factors that affect whether Arabian horses have earnings during their first year of racing, *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences* 2017;41(4) 460-463.
  28. Özen D, Kaya U, Özen H, Ambarcıoğlu P, Ünal N, Gürcan, İS. Investigation of Factors Influencing Thoroughbred Horses' Racing Career Length in Turkey. *Journal of Equine Veterinary Science* 2021; 107, 103782.
  29. Gücüyener-Hacan O, Akçapınar H. Some Phenotypic and Genetic Parameters of Purebred Turkish Arabian Horses Raised in Different Stud Farms II. Coat Colour, Markings, Hair Whorl on the Forehead and Heritabilities. *Lalahan Hay Araşt Enst Derg* 2012; 52 (2): 15-26.
  30. Düzgüneş O. Türkiye Hayvan Yetiştirme Müesseselerinde Saf ve Yarımkkan Arap Atlarının Yetiştirme, Vücut Yapılışı ve Verimleri ile Bunların Birbirleri ile Mukayeseleri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*: 38, Ankara; 1953.
  31. Erdem N. Karacabey Harası Safkan Arap Atlarında Donların Dağılımı ve Kalıtım Üzerindeki Etkileri, Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara;1982.
  32. Kutsal A, Sandıkcıoğlu M. Türkiye Safkan Arap Atlarında Donlar, Nişaneler ve Bunların Kalıtımı. *Lalahan Hay Araşt Enst Derg*, 1985; 15 (1-4): 3 -29.
  33. Bormann JM. *Equine Genetics*. 107-120. In: Khatib H, ed. *Molecular and Quantitative Animal Genetics*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons Inc; 2015.



doi:10.33188/vetheder.1206837

Araştırma Makalesi / Research Article

## Determination of milk fatty acids and some phenotypic characters affecting total milk fat in dairy cows with multiple linear regression

Ufuk KAYA <sup>1,a\*</sup>, Hüseyin ÖZKAN <sup>2,b</sup>, Murat Onur YAZLIK <sup>3,c</sup>, Güven GÜNGÖR <sup>4,d</sup>, Baran ÇAMDEVİREN <sup>5,e</sup>, İrem KARAASLAN <sup>6,f</sup>, Sevda DALKIRAN <sup>5,g</sup>, Hasan Hüseyin KEÇELİ <sup>2,h</sup>, Aytaç AKÇAY <sup>7,i</sup>, Akın YAKAN <sup>2,j</sup>

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Biostatistics, Hatay, Turkey <sup>2</sup>Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Genetics, Hatay, Turkey <sup>3</sup>Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, Ankara, Turkey <sup>4</sup>Erciyes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Biometrics, Kayseri, Turkey <sup>5</sup>Hatay Mustafa Kemal University, Institute of Health Sciences, Department of Molecular Biochemistry and Genetics, Hatay, Turkey <sup>6</sup>Hatay Mustafa Kemal University, Technology and Research & Development Center (MARGEM), Hatay, Turkey <sup>7</sup>Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Biostatistics, Ankara, Turkey

0000-0002-4805-0993 <sup>a</sup>; 0000-0001-5753-8985 <sup>b</sup>; 0000-0002-0039-5597 <sup>c</sup>; 0000-0003-3695-9443 <sup>d</sup>; 0000-0003-1508-7869 <sup>e</sup>; 0000-0002-7485-192X <sup>f</sup>; 0000-0002-5704-5774 <sup>g</sup>; 0000-0002-4017-8765 <sup>h</sup>; 0000-0001-6263-5181 <sup>i</sup>; 0000-0002-9248-828X <sup>j</sup>

### MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFORMATION:

Geliş / Received:

18 Kasım 22

18 November 22

Revizyon/Revised:

25 Mart 23

25 March 23

Kabul / Accepted:

28 Mart 23

28 March 23

Keywords:

Dairy cattle

Milk fat

Milk fatty acids

Pregnancy

Regression

Anahtar Sözcükler:

Süt sığırı

Süt yağı

Süt yağ asitleri

Gebelik

Regresyon

©2023 The Authors.

Published by Veteriner

Hekimler Derneği. This is

an open access article

under CC-BY-NC license.

(https://creativecommons.

org/licenses/by-nc/4.0)



### ABSTRACT:

This study aimed to determine the effect of milk fatty acid composition, breed, and pregnancy status on total milk fat in dairy cows. The study was conducted with a total of 400 milk samples collected from healthy Holstein and Simmental cows. Milk samples were collected for total milk fat and fatty acid analysis. To investigate the effects of milk fatty acids, breed and pregnancy status on total milk fat, multiple linear regression analysis was performed. As a result of the analysis, breed, pregnancy status, C11:0, C14:0, C18:0, C18:1 ω9 and C18:3 ω6 were found to be statistically significant ( $p < 0.05$ ), while the C18:3 ω3 was nearly significant ( $p = 0.069$ ) on total milk fat. Also, Holstein cows, C11:0 and C18:0 were found to have a positive effect, while pregnant cows, C14:0, C18:1 ω9, C18:3 ω3, and C18:3 ω6 had a negative effect on total milk fat. The multiple explanatory coefficient of the regression model (R<sup>2</sup>) was 0.238. In the light of all these findings, it was thought that the established regression model was sufficient to determine the variables that affect total milk fat. Moreover, it is suggested that the regression model can be improved further by adding different variables in future studies.

### Sütçü ineklerde toplam süt yağı üzerine etkisi olan yağ asitleri ve bazı fenotipik karakterlerin çoklu doğrusal regresyon ile belirlenmesi

#### ÖZET:

Bu çalışma, süt ineklerinde süt yağ asitleri, ırk ve gebelik durumunun toplam süt yağına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma sağlıklı Holştayn ve Simental ineklerden toplanan toplam 400 adet süt örneği ile yürütülmüştür. Süt örnekleri, toplam süt yağı ve yağ asidi analizi için toplanmıştır. Süt yağ asitlerinin, ırkın ve gebelik durumunun toplam süt yağı üzerindeki etkilerini araştırmak için çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda toplam süt yağı üzerine ırk, gebelik durumu, C11:0, C14:0, C18:0, C18:1 ω9 ve C18:3 ω6 istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ( $p < 0,05$ ), C18:3 ω3 neredeyse anlamlıydı ( $p = 0,069$ ). Ayrıca, toplam süt yağı üzerine Holştayn inekler, C11:0 ve C18:0 pozitif bir etkiye sahip bulunmuşken, gebe inekler, C14:0, C18:1 ω9, C18:3 ω3 ve C18:3 ω6 negatif bir etkiye sahipti. Regresyon modelinin çoklu açıklayıcılık katsayısı (R<sup>2</sup>) 0,238'dir. Tüm bu bulgular ışığında kurulan regresyon modelinin toplam süt yağını etkileyen değişkenleri tespit etmede yeterli olduğu düşünülmüştür. Ayrıca ileriki çalışmalarda farklı değişkenler eklenerek regresyon modelinin daha da geliştirilebileceği önerilmektedir.

**How to cite this article:** Kaya U, Özkan H, Yazlık MO, Güngör G et al. Determination of milk fatty acids and some phenotypic characters affecting total milk fat in dairy cows with multiple linear regression. Vet Hekim Der Derg 94(2):119-126, 2023. DOI: 10.33188/vetheder.1206837

\* Sorumlu Yazar e-posta adresi / Corresponding Author e-mail address: u.kaya@mku.edu.tr

## 1. Introduction

Milk is an important animal product because of its nutritional values and positive effects on health. More than 90% of milk production in Turkey is obtained from dairy cattle and mostly Holstein and Simmental breeds (1). Holstein cows, which are susceptible to diseases but have a high milk yield, are known as the most widely raised breed in the world (2,3). Simmental cows, which are highly adaptable, resistance to diseases and frequently preferred in breeding studies, are a combined yield-oriented breed (2-4). In dairy cattle enterprises, milk revenues should cover feed expenses. Thus, milk revenue is crucial factor for profitability. Milk composition and milk quality are effective factors on milk revenue. Also, milk composition and milk quality has become an important factor with the advancement of technology. Fatty acid profile and fat percentages of milk have increasingly evaluated as quality indicators in terms of human health as well as animal husbandry and dairy industry (5,6). It is known that fatty acids have benefits such as preventing coronary heart diseases and reducing cholesterol in terms of human health (7). In addition, it has known that these indicators are affected by environmental factors and phenotypic characters.

Multivariate statistical methods are frequently applied to the data obtained from studies in the field of animal husbandry (8). Multiple linear regression, which is one of multivariate statistical methods, is a method that makes predictions between a dependent variable and multiple independent variables by establishing a relationship with mathematical models. In addition, predictions can be made using the mathematical model created with the analysis (9).

It was aimed to investigate the fatty acids in milk that are affected on total milk fat of cows with multiple linear regression analysis in this study. Moreover, the effects of breed (Holstein-Simmental cows) and pregnancy status (pregnant-non-pregnant) were also investigated.

## 2. Material and Methods

Milk samples were collected in accordance with the "Regulation on Studying Procedures and Principles of Animal Experiments of Ethics Committees" of the Ministry of Agriculture and Forestry (2014, Republic of Turkey) and the regulations of Animal Experiments Local Ethics Committees of Hatay Mustafa Kemal University. In addition, required approvals were obtained from the enterprise.

The study material consisted of milk samples that were collected from Holstein (n=269) and Simmental (n=131) cows in a private dairy enterprise in Kayseri, Turkey. In addition, the pregnancy status of these animals (pregnant n=128 and non-pregnant n=272) were also recorded from the enterprise record system (AfiMilk, Afkim, Israel). The cows included in the study were housed in freestalls and fed TMR with 57.8% dry matter and 17.8% crude protein under similar environmental conditions. Moreover, the animals were healthy according to the results of the California Mastitis Test (CMT).

Milk samples were collected into two sterile falcons with a total of approximately 100 ml during morning milking. After the milk collection process, one falcon of the milk samples from each animal was used for measurement of the total milk fat by milk analyzer (Milkotester Master Classic LM2, Bulgaria) in the laboratory of the enterprise. The second falcon of the milk samples was transferred to the laboratory in cold chain for the fatty acid analysis. The milk samples brought to the laboratory were centrifuged at + 4°C 1800 xg for 15 minutes to collect the cream layers. After centrifugation, the cream layers were collected after the samples were kept at -20 °C for 15 minutes. Afterwards, fatty acid extraction was performed with 2 ml of methanolic KOH, and milk fatty acids were analyzed by gas chromatography device (Shimadzu GC-2025, Japan). Total milk fat measurement, extraction process and fatty acid analysis were performed according to the methods reported by Özkan et al. (10) and Özkan et al. (11). The milk fatty acid composition of the samples was expressed as percentage (%).



### Statistical analysis

Before the study, power analysis was performed to determine the sample size. As a result of the power analysis, a total of 340 milk samples were found to be appropriate, with type 1 error probability ( $\alpha$ ) = 0.05, power ( $1-\beta$ ) = 0.80 and  $f$  (effect size) = 0.17. The variables were primarily evaluated in terms of parametric test assumptions. As a result, it was determined that the parametric test and multiple linear regression assumptions were met. The relationships between the total fat in milk (%) (the dependent variable) and breed, pregnancy status and fatty acids (independent variables) were examined using multiple linear regression analysis. Backwards stepwise method was used in the regression analysis. The autocorrelation of the residuals was evaluated using the Durbin-Watson test, and the multicollinearity of the independent variables was evaluated using the Tolerance and VIF values. Descriptive statistics were calculated (mean, standard error). G\*Power Version 3.1.9.2 was used for power analysis and Stata 12/MP4 statistical program was used for statistical analysis. Differences with  $p < 0.05$  were considered statistically significant, and those with  $0.05 < p < 0.10$  were considered tendencies.

### 3. Results

Descriptive statistics for total milk fat and fatty acid composition were represented in Table 1.

**Table 1:** Descriptive statistics for fat and fatty acid profile of total milk

**Tablo 1:** Toplam süt yağı ve yağ aside profili için tanımlayıcı istatistikler

Variables (%)	Mean	SE	Variables (%)	Mean	SE
Milk fat	4.753	0.090	C18:2 $\omega$ 6	2.128	0.033
C4:0	0.964	0.069	C18:3 $\omega$ 3	0.070	0.006
C6:0	2.295	0.115	C18:3 $\omega$ 6	0.285	0.006
C8:0	2.374	0.088	C20:0	0.070	0.007
C10:0	6.329	0.173	C20:1 $\omega$ 7	0.029	0.003
C11:0	0.403	0.012	C20:2 $\omega$ 6	0.041	0.004
C12:0	6.886	0.118	C20:3 $\omega$ 6	0.044	0.004
C13:0	0.245	0.005	C20:4 $\omega$ 6	0.103	0.007
C14:0	16.819	0.114	C20:3 $\omega$ 3	0.049	0.005
C14:1 $\omega$ 5	1.852	0.035	C20:5 $\omega$ 3	0.054	0.005
C15:0	1.348	0.018	C21:0	0.185	0.005
C15:1 $\omega$ 5	0.202	0.008	C22:0	0.053	0.005
C16:0	38.360	0.344	C22:1 $\omega$ 9	0.057	0.004
C16:1 $\omega$ 7	2.087	0.036	C22:2 $\omega$ 6	0.033	0.003
C17:0	0.354	0.006	C22:6 $\omega$ 3	0.042	0.005
C17:1 $\omega$ 8	0.201	0.005	C23:0	0.072	0.005
C18:0	3.384	0.065	C24:0	0.043	0.005
C18:1 $\omega$ 9	12.487	0.179	C24:1 $\omega$ 9	0.055	0.006

SE: standard error

Before performing to the multiple linear regression analysis, the assumptions of the regression analysis were checked. For this purpose, the autocorrelation of the residuals was examined by Durbin-Watson test, and the multicollinearity problem was examined by VIF and tolerance values. As a result of the Durbin-Watson test, it was

determined that the residuals were not related to each other. As a result of the analysis that performed to determine the multicollinearity problem, C4:0, C6:0, C8:0, C10:0 and C12:0 fatty acids were not included in the multiple linear regression model since their VIF values were >10. The regression model created with the remaining fatty acids, breed and pregnancy status was shown in Table 2. In addition, as a result of the multiple linear regression analysis, the variables that were not statistically significant were shown in Table 3.

**Table 2:** Result of multiple linear regression model

**Tablo 2:** Çoklu doğrusal regresyon model sonucu

Variables	$\beta$	SE	t	p
Constant	7.638	1.375	5.554	<0.001
Breed	0.944	0.188	5.014	<0.001
Pregnancy Status	-1.164	0.187	-6.222	<0.001
C11:0	0.933	0.404	2.308	0.022
C14:0	-0.138	0.058	-2.390	0.017
C18:0	0.375	0.104	3.616	<0.001
C18:1 $\omega$ 9	-0.100	0.045	-2.228	0.027
C18:3 $\omega$ 3	-1.431	0.786	-1.822	0.069
C18:3 $\omega$ 6	-3.257	0.94	-3.466	0.001

$R^2=0.238$  ( $F=12.671$  ;  $p<0.001$ ),  $\beta$ : regression coefficient, SE: standard error, t: t statistic

Breed ( $p<0.001$ ), pregnancy status ( $p<0.001$ ), C11:0 ( $p=0.022$ ), C14:0 ( $p=0.017$ ), C18:0 ( $p<0.001$ ), C18:1  $\omega$ 9 ( $p=0.027$ ) and C18:3  $\omega$ 6 ( $p=0.001$ ) were found to be statistically significant, while the C18:3  $\omega$ 3 ( $p=0.069$ ) was nearly significant on total milk fat. It was revealed that the variables given in Table 2 had an effect of 24% on total milk fat and the established model was statistically significant ( $R^2=0.238$ ) ( $p<0.001$ ). The model created as a result of the regression analysis was shown in the equation below.

$$\text{Total Milk Fat} = 7.638 + (0.944 \times \text{Breed}) + (-1.164 \times \text{Pregnancy Status}) + (0.933 \times \text{C11:0}) + (-0.138 \times \text{C14:0}) + (0.375 \times \text{C18:0}) + (-0.100 \times \text{C18:1 } \omega 9) + (-1.431 \times \text{C18:3 } \omega 3) + (-3.257 \times \text{C18:3 } \omega 6)$$

According to this model, Holstein cows increased total milk fat by 0.944 units more than Simmental cows. Pregnant cows reduced total milk fat by 1.164 units compared to non-pregnant cows. One unit increase in C11:0 and C18:0 fatty acids increased the total milk fat by 0.933 and 0.375 units, respectively. Finally, one unit increase in C14:0, C18:1  $\omega$ 9, C18:3  $\omega$ 3, and C18:3  $\omega$ 6 fatty acids decreased the total milk fat by 0.138, 0.100, 1.431 and 3.257 units, respectively.

#### 4. Discussion and Conclusion

Milk quality, composition and fatty acid profile vary depending on genetic, environmental, and phenotypic factors. In addition, milk fat, which is one of the unique components of milk and its importance for health, is always considered as a current quality parameter (12). In this study, milk samples collected on the same control day were evaluated. Thus, the factors of breed and pregnancy status and fatty acid profile that have an effect on total milk fat were evaluated by limited and similar environmental conditions.

**Table 3:** The variables removed from regression model**Tablo 3:** Regresyon modelinden çıkarılan değişkenler

Variables	$\beta$	t	p
C13:0	0.083	1.349	0.178
C14:1 $\omega$ 5	-0.039	-0.670	0.504
C15:0	0.028	0.542	0.588
C15:1 $\omega$ 5	-0.018	-0.351	0.726
C16:0	-0.078	-1.047	0.296
C16:1 $\omega$ 7	0.039	0.636	0.525
C17:0	0.063	0.985	0.326
C17:1 $\omega$ 8	0.019	0.315	0.753
C18:2 $\omega$ 6	-0.086	-0.960	0.338
C20:0	0.019	0.339	0.735
C20:1 $\omega$ 7	-0.001	-0.027	0.979
C20:2 $\omega$ 6	-0.010	-0.157	0.875
C20:3 $\omega$ 6	-0.043	-0.774	0.440
C20:4 $\omega$ 6	0.079	1.338	0.182
C20:3 $\omega$ 3	0.038	0.680	0.497
C20:5 $\omega$ 3	-0.010	-0.172	0.864
C21:0	-0.060	-0.937	0.350
C22:0	-0.047	-0.841	0.401
C22:1 $\omega$ 9	-0.054	-0.940	0.348
C22:2 $\omega$ 6	-0.060	-0.984	0.326
C22:6 $\omega$ 3	-0.046	-0.816	0.415
C23:0	-0.024	-0.389	0.697
C24:0	-0.029	-0.548	0.584
C24:1 $\omega$ 9	0.051	0.861	0.390

$\beta$ : regression coefficient, t: t statistic

Multiple linear regression analysis is a statistical method that aims to mathematically reveal the relations between a dependent variable and the independent variables that are thought to affect the dependent variable (9). There are different studies such as estimation of blood parameters using the composition of milk and fatty acids, determination of milk fatty acids content using different methods, evaluation of adulteration in milk fat, and the effects of milk composition parameters on fatty acids (12-15). The determination of the effects of breed, pregnancy status and fatty acids on total milk fat by multiple linear regression analysis showed that it is unique in the literature.

Milk fat can be affected by various factors such as breed, nutrition, lactation, metabolic and health status (16). Similar to our study, studies were reported that Holstein cows' milk is higher than Simmental cows in terms of milk fat (17,18). In addition, studies were shown that pregnancy is effective on milk composition parameters in cows (19,20). In another study, it was reported that pregnancy affects milk composition and varies according to pregnancy stages

(21). On the other hand, the fact that the pregnancy stages of the cows were not determined in the study was considered as a limitation.

The data set in the study showed that there are generally significant relationships between milk fat and fatty acids. In consequence of the multiple linear regression analysis, it was found that there was a positive relationship between milk fat and C11:0 and C18:0 fatty acids, and a negative relationship between C14:0, C18:1  $\omega$ 9, C18:3  $\omega$ 3, and C18:3  $\omega$ 6 fatty acids. In a study, similar to our study, it was emphasized that the relationships between milk fat and C14:0, C18:0 and C18:1  $\omega$ 9 fatty acids were at a significant level, and that the C18:3  $\omega$ 3 level should be evaluated (22). While medium-chain fatty acids are synthesized de novo in the mammary gland, fatty acids longer than C16:0 pass into milk through the circulatory system (23,24). The statistical significance of medium-chain fatty acids in our study suggested that it may be related to the activity in mammary epithelial cells. In addition, it was thought that C11:0 fatty acid might have a positive relationship with milk fat, since it plays a role in fat metabolism (25). Fatty acids longer than C16:0 usually originate from the ration (24). Although the cows in the study were fed with similar rations, it was thought that the relationship might have resulted from the sample size and genotypic differences in breeds (26,27).

The multiple explanatory coefficient ( $R^2$ ) shows to what extent the independent variables explain the change in the dependent variable (9). In our study, the  $R^2$  value was found to be 0.238. Although the  $R^2$  value was not very high, it was thought that the explanation rate by these variables is sufficient.

As a result, it was determined that breed, pregnancy status and C11:0, C14:0, C18:0, C18:1  $\omega$ 9, C18:3  $\omega$ 6 fatty acids had a statistically significant effect on milk fat under the same environmental conditions. Considering the importance of milk fat in terms of economy and health, it is thought that milk fat can be increased by applying appropriate breeding protocols. In addition, examining different factors that may affect milk fat in future studies will further improve the explanatory coefficient of the model to be established.

## Acknowledgement

We would like to thank Saray Agriculture and Livestock Inc. for their kindly help.

## Conflict of Interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

## Funding

This work was supported by the Scientific Research Project Fund of Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi under the project number 21.GAP.004.

## Authors' Contributions

Motivation / Concept: Ufuk KAYA, Hüseyin ÖZKAN, Murat Onur YAZLIK

Design: Ufuk KAYA, Hüseyin ÖZKAN, Aytaç AKÇAY, Akın YAKAN

Control / Supervision: Aytaç AKÇAY, Akın YAKAN

Data Collection and / or Processing: Ufuk KAYA, Hüseyin ÖZKAN, Murat Onur YAZLIK, Güven GÜNGÖR, Baran ÇAMDEVİREN, İrem KARAASLAN, Sevda DALKIRAN, Hasan Hüseyin KEÇELİ, Akın YAKAN

Analysis and / or Interpretation: Ufuk KAYA, Güven GÜNGÖR, Aytaç AKÇAY

Literature Review: Ufuk KAYA, Hüseyin ÖZKAN

Writing the Article: Ufuk KAYA, Hüseyin ÖZKAN

Critical Review: Murat Onur YAZLIK, Aytaç AKÇAY, Akın YAKAN

## Ethical Approval

An ethical statement was received from the authors that the data, information and documents presented in this article were obtained within the framework of academic and ethical rules, and that all information, documents, evaluations and results were presented in accordance with scientific ethics and moral rules.

## References

1. TÜİK. Animal production data [serial online]. 2022 Nov 10 [cited 2022 Nov 15]; Available from: URL:<http://www.tuik.gov.tr/Start.do>.
2. Akçapınar H, Özbeyaz C. Hayvan yetiştiriciliği temel bilgileri. Ankara: Kariyer Matbaacılık Ltd Şti; 1999.
3. Korkmaz M, Akyüz B. Simental ırkı sığırlarda GH ve PIT-I gen polimorfizmleri ile süt verimleri arasındaki ilişkinin araştırılması. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 2020;23(6):1678-1686.
4. Koç A. Simmental yetiştiriciliğinin değerlendirilmesi: 1. Dünyada ve Türkiye'deki yetiştiriciliği. *ADÜ Ziraat Derg* 2016;13(2):97-102.
5. Fleming A, Schenkel FS, Chen J, Malchiodi F, Bonfatti V, Ali RA et al. Prediction of milk fatty acid content with mid-infrared spectroscopy in Canadian dairy cattle using differently distributed model development sets. *J Dairy Sci* 2017;100(6):5073-5081.
6. Teng F, Wang P, Yang L, Ma Y, Day L. Quantification of fatty acids in human, cow, buffalo, goat, yak, and camel milk using an improved one-step GC-FID method. *Food Anal Methods* 2017;10(8):2881-2891.
7. Pilarczyk R, Wójcik J, Sablik P, Czerniak P. Fatty acid profile and health lipid indices in the raw milk of Simmental and Holstein-Friesian cows from an organic farm. *S Afr J Anim Sci* 2015;45(1):30-38.
8. Akçay A, Yakan A, Ünal N. Bafra (Sakız x Karayaka G1) kuzularında et kalitesinin değerlendirilmesinde alternatif bir yaklaşım: Temel bileşenler analizi. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 2014;11(2):105-110.
9. Alpar R. Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemler. Ankara: Detay Yayıncılık; 2013.
10. Özkan H, Yakan A, Çamdeviren B, Karaaslan İ. Milk traits of damascus goats at different lactation stages: 1. Somatic cell counts and milk quality parameters. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 2020;17:318-324.
11. Özkan H, Karaaslan İ, Kaya U, Dalkıran S, Yüksel M, Yakan A. The levels of milk fatty acids and alterations of correlations between them in weaning process in damascus goats. *Large Anim Rev* 2022;28:241-248.
12. Rebechi SR, Vélez MA, Vaira S, Perotti MC. Adulteration of Argentinean milk fats with animal fats: Detection by fatty acids analysis and multivariate regression techniques. *Food Chem* 2016;192:1025-1032.
13. Rodriguez MAP, Petrini J, Ferreira EM, Mourao LRMB, Salvian M, Cassoli LD et al. Concordance analysis between estimation methods of milk fatty acid content. *Food Chem* 2014;156:170-175.
14. Pralle RS, Weigel KW, White HM. Predicting blood  $\beta$ -hydroxybutyrate using milk Fourier transform infrared spectrum, milk composition, and producer-reported variables with multiple linear regression, partial least squares regression, and artificial neural network. *J Dairy Sci* 2018;101(5):4378-4387.
15. Ungerfeld EM, Urrutia NL, Vásconez-Montúfar C, Morales R. Factors associated with the content of mammary-synthesized fatty acids in milk fat: A meta-analysis. *J Dairy Sci* 2019;102(5):4105-4117.
16. Gross JJ, Bruckmaier RM. Metabolic challenges in lactating dairy cows and their assessment via established and novel indicators in milk. *Animal* 2019;13:75-81.
17. Bendelja D, Prpić Z, Mikulec N, Ivkić Z, Havranek J, Antunac N. Milk urea concentration in Holstein and Simmental cows. *Mljekarstvo* 2011;61(1):45-55.
18. Mauric M, Masek T, Ljoljic DB, Grbavac J, Starcevic K. Effects of different variants of the FASN gene on production performance and milk fatty acid composition in Holstein x Simmental dairy cows. *Vet Med* 2019;64(3):101-108.
19. Penasa M, De Marchi M, Cassandro M. Effects of pregnancy on milk yield, composition traits, and coagulation properties of Holstein cows. *J Dairy Sci* 2016;99(6):4864-4869.
20. Laine A, Bastin C, Grelet C, Hammami H, Colinet FG, Dale LM et al. Assessing the effect of pregnancy stage on milk composition of dairy cows using mid-infrared spectra. *J Dairy Sci* 2017;100(4):2863-2876.
21. Olori VE, Brotherstone S, Hill WG, McGuirk BJ. Effect of gestation stage on milk yield and composition in Holstein Friesian dairy cattle. *Livest Prod Sci* 1997;52(2):167-176.



- 
22. Moate PJ, Chalupa W, Boston RC, Lean IJ. Milk fatty acids. I. Variation in the concentration of individual fatty acids in bovine milk. *J Dairy Sci* 2007;90(10):4730-4739.
  23. Wiking L, Stagsted J, Björck L, Nielsen JH. Milk fat globule size is affected by fat production in dairy cows. *Int Dairy J* 2004;14(10):909-913.
  24. Dan N, Zhang H, Ao C, Khas-Erdene. Transcriptional regulation of milk lipid synthesis by exogenous C16: 0 and C18 fatty acids in bovine mammary epithelial cells. *Can J Anim Sci* 2018;98:260-270.
  25. Li Y, Xu C, Xia C, Zhang H, Sun L, Gao Y. Plasma metabolic profiling of dairy cows affected with clinical ketosis using LC/MS technology. *Vet Q* 2014;34(3):152-158.
  26. Čítek J, Brzáková M, Hanusová L, Hanus O, Vecerek L, Samkova E et al. Gene polymorphisms influencing yield, composition and technological properties of milk from Czech Simmental and Holstein cows. *Anim Biosci* 2021;34(1):2-11.
  27. Samková E, Čítek J, Brzáková M, Hanus O, Vecerek L, Jozova E et al. Associations among Farm, Breed, Lactation Stage and Parity, Gene Polymorphisms and the Fatty Acid Profile of Milk from Holstein, Simmental and Their Crosses. *Animals* 2021;11(11):3284.



doi 10.33188/vetheder.1191942

Araştırma Makalesi / Research Article

## A qualitative study on the career plans of intern veterinarians and their approaches to academic career-making

Nigar YERLİKAYA<sup>1,a\*</sup>, Aytaç ÜNSAL ADACA<sup>1,b</sup>, Berfin MELİKOĞLU GÖLCÜ<sup>2,c</sup>, Tamay BAŞAĞAÇ GÜL<sup>1,d</sup>

<sup>1</sup> Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary History and Deontology, Ankara 06110, Turkey

<sup>2</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary History and Deontology, Samsun 55280, Turkey

<sup>ORCID</sup> 0000-0002-7106-1367<sup>a</sup>; 0000-0002-4958-2350<sup>b</sup>; 0000-0003-0089-9186<sup>c</sup>; 0000-0002-4958-2350<sup>d</sup>

### MAKALE BİLGİSİ /

#### ARTICLE INFORMATION:

Geliş / Received:

20 Ekim 22

20 October 22

Revizyon/Revised:

09 Mart 23

09 March 23

Kabul / Accepted:

25 Nisan 23

25 April 23

#### Anahtar Sözcükler:

Akademik kariyer  
İntörn veteriner hekim  
Kariyer planlama  
Veteriner fakültesi  
Türkiye

#### Keywords:

Academic career  
Career planning  
Intern veterinarian  
Türkiye  
Veterinary faculty

©2023 The Authors.  
Published by Veteriner  
Hekimler Derneği. This is  
an open access article  
under CC-BY-NC license.  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)



### ABSTRACT

This qualitative study was conducted to determine career plans of intern veterinarians and their approaches to academic career-making. The data of the study were collected from the homework assignment files of 90 intern veterinarians participating in Turkish and English intern rotation programmes of the Department of Veterinary History and Deontology, Veterinary Faculty, Ankara University in the Fall Semester of the 2020-2021 Academic Year. In the research, under the theme of career plan, four categories were created as “private sector”, “public sector”, “academic career” and “other”, and these categories were divided into codes among themselves. The data were evaluated by the content analysis method. As a result of the research, it was determined that 39 interns wanted to work in the field of pet medicine in the first place, while 13 interns wanted to pursue academic careers in the first place. 26 interns had a positive attitude toward pursuing an academic career. For those who did not think about an academic career but wanted to get a graduate degree, the most preferred field was clinical sciences. 62 participants, who did not consider pursuing an academic career, stated that being an academic is a difficult and tiring profession as the primary reason. The study showed that many parameters play a role in determining the career plans of intern veterinarians and academic career is not preferred by them due to some disadvantages.

### İntörn veteriner hekimlerin kariyer planları ve akademik kariyere yaklaşımları üzerine nitel bir çalışma

#### ÖZET

Nitel nitelikli bu araştırma, veteriner fakültesi son sınıf öğrencilerinin mezuniyet sonrası kariyer planlarını ve akademik yaşama yaklaşımlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirildi. Çalışmanın verileri, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Veteriner Hekimliği Tarihi ve Deontoloji Anabilim Dalı'nda 2020-2021 Eğitim-Öğretim Yılı Güz Yarıyılında Türkçe ve İngilizce intörn programlarında öğrenim gören 90 intörn veteriner hekimin ödev dosyalarından toplandı. Araştırmada kariyer planı teması altında “özel sektör”, “kamu sektörü”, “akademik kariyer” ve “diğer” olmak üzere dört kategori oluşturuldu, bu kategoriler kendi aralarında kodlara ayrıldı. Elde edilen veriler içerik analizi ile değerlendirildi. Araştırma sonucunda 39 intörünün ilk sırada pet hekimliği alanında çalışmak istediği, 13 intörünün ise ilk sırada akademik kariyer yapmak istediği belirlendi. 26 intörünün akademik kariyer yapmaya yönelik olumlu tutum sergilediği görüldü. Akademik kariyer düşünmeyip lisansüstü öğrenim görmek isteyenlerin en çok klinik bilimleri tercih ettikleri saptandı. Akademik kariyer yapmayı düşünmeyen 62 katılımcı birincil neden olarak akademisyenliğin zor ve yorucu bir meslek olduğunu belirtti. Çalışma, intern veteriner hekimlerin kariyer planlarının belirlenmesinde birçok parametrenin rol oynadığını ve bazı dezavantajlar nedeniyle akademik kariyeri tercih etmediklerini gösterdi.

**How to cite this article:** Yerlikaya N, Ünsal Adaca A, Gölcü Melikoğlu B, Başağaç Gül T. A qualitative study on the career plans of intern veterinarians and their approaches to academic career-making. Vet Hekim Der Derg 94 (2): 127-136, 2023. DOI: 10.33188/vetheder. 1191942

\* Sorumlu Yazar e-posta adresi / Corresponding Author e-mail address: [nyerlikaya@ankara.edu.tr](mailto:nyerlikaya@ankara.edu.tr)

## 1. Introduction

A career is defined as a process that is directly related to personal and organizational goals and is about the work experience and activities of the person throughout life (1,2). Career planning, on the other hand, is the process of determining the most appropriate path for the aimed goals in professional life (3). In other words, it is the planning of an employee's progress or promotion in the organization he/she works with by developing knowledge, skills and abilities (4). Career planning starts at an early age and has a very important place in life (5,6). Career (7,8), which is a lifelong purpose and occupation, provides significant ease to individuals in terms of directing people to certain professions or business areas starting from being a student. It is very important for university students to determine which sectors they want to work in after completing their programs and to take steps towards their goals. Many studies (1-10), have been conducted on the career plans and approaches to academic careers of this group.

Career planning has become one of the important components of the process of becoming a veterinarian, as veterinary medicine offers the opportunity to work in many different sectors as a profession with a wide range of work areas. There are various international studies (11-14) on the career planning of veterinary students and national studies (15-20) that indirectly address this issue. However, there is no qualitative study directly on this subject. In this study, it was aimed to contribute to the existing literature by determining the graduate career plans and approaches to academic career-making of intern veterinarians in the sample of Ankara University Faculty of Veterinary Medicine (AUFVM) students.

## 2. Material and Methods

This study was approved by the Ankara University Ethics Committee (Date: 28.06.2021, Approval Nr: 128). The data were collected from the homework assignment files of 90 intern veterinarians participating in Turkish and English intern rotation programmes of the Department of Veterinary History and Deontology, Veterinary Faculty, Ankara University in the Fall Semester of the 2020-2021 Academic Year. In these files, there were homework assignments written in free text format about the career preferences and approaches to academic career of a total of 90 students who participated in the intern practices of the Department in the period in question. The content analysis method was used in the study. For this process, the homework assignment files were carefully read and then the data were coded and categorized. In order to ensure the reliability of the study, the analysis was repeated three months after the first analysis. After this repetition, the analysis was reviewed with the help of an expert, then the coding and categories were finalized. Thus, the frequency was calculated for each response after internal consistency was achieved. Research findings were presented in tables and some of the participants' sentences were quoted. In the last step, the data were discussed with reference to related literature.

## 3. Results

The theme of the research was chosen as the graduation career plans of the interns. Under this theme, four categories were created: "private sector", "public sector", "academic career" and "other". The private sector category was divided into four codes, the other categories were divided into two codes and the frequencies for these codes were determined. Themes, categories, and codes created in qualitative data analysis were shown in Table 1.

Among the interns, 38 of them are male, 49 are female and 3 interns did not report their gender. Participants reported multiple alternatives for graduate working fields rather than a single option. Table 1 shows the fields of work preferred by intern veterinarians after graduation. Accordingly, most of the participants (n=39) stated that they wanted to do pet medicine in the first place. It was determined that, after pet medicine, intern veterinarians want to work in bovine and ovine medicine (n=13) and to pursue academic career (n=13) in the second place.

According to the qualitative data of the research, the interns who want to be clinicians in the category of private sector, 13 of 54 stated that they want to open their own clinics in the future; 3 of 13 interns who want to become bovine and ovine veterinarians stated that they have grown up with farm animals since they were born. Only 2 of all interns (n=90) emphasized that they do not want to be a clinician while giving information about their intended field of work. The statements of some interns who want to be clinicians are given below. The male intern with the code P86 expressed

his desire to open a clinic as follows: *“When I have sufficient knowledge and experience in time, I want to open my own clinic.”*

Some participants reported that they have ethical challenges and that the ethical and deontological problems encountered in the clinic affect their career plans. The male intern with the code P33 explained why he prefers pet medicine instead of being a bovine, ovine or other farm animals veterinarian as follows: *“I think that farm medicine based on exploitation is a hypocritical branch for us - veterinarians. Our aim to heal animals there and to get more out of them and exploit them as much as possible does not seem compatible to me with either ethics or the notion of medicine.”* The intern with the code P54 said: *“Especially financial concerns pushed both clinic owners and veterinarians to disregard ethical principles. Even though our friends who are still students and work for free with the promise of gaining experience in the clinics, veterinarians who do not even defend their legal rights and colleagues who trample our ethical values for financial gain have made it difficult for us to do this job, I still try to look at the situation with optimism.”*

A female intern with the code of P81 expressed the dilemma she experienced in choosing a career stating that she wants to be a clinician but also pointing out that there are some difficulties in this field: *“Although I accepted the difficulty of livestock, I gave up on this desire after I realized that my gender would prevent me from being promoted in this sector.”* Again, the P10 coded male intern's statement about the negative aspects of being a clinician as follows: *“Unfortunately, the number of clinics that match the veterinarian salary determined by the chamber is very few.”* The P63 coded, one of the two female interns who emphasized that she definitely does not want to be a clinician said: *“I feel too emotional to work in a clinic, on the other hand, I think that my strength will be insufficient for bovine and ovine farms.”* The male intern with the code P25, who plans to work as a public veterinarian gave information about the field he wants to work in: *“My primary goal will be to start my career in the provincial organizations of the ministry and try to pay for the material and moral support I have received from the state so far by serving the public.”* The female intern with the code P13 stated that she wants to be employed in the public sector: *“My top concerns for the future are financial inadequacy and not being able to stand on my own.”* According to some of the participants, the fields they want to specialize in are cancer therapy, pharmacogenetics, behavioral sciences, public health, orthopedics, dermatology, ophthalmology, cardiology, biomechanical modeling, artificial intelligence, nanotechnology, biotechnology, molecular genetics, cage birds, neurology, wildlife medicine, emergency medicine, pig farm and neurosurgery. The male intern with the code P59 said: *“Artificial intelligence, machine learning, nanotechnology and cybernetics studies continue to transform our lives and therefore professions in every field. Today, in the diagnosis and treatment development of medicine, artificial intelligence supported systems have already started to be more sensitive than humans. There is no need to be a soothsayer to see that this transformation will accelerate and render many professions dysfunctional in the near future.”* The female intern with the code P89 expressed her thoughts on veterinary medicine and artificial intelligence: *“I aim to do a Ph.D in artificial intelligence in the veterinary pharmaceutical industry in the department of pharmacology.”* Only 5 of the 90 interns included in the study stated that they want to work abroad. Among these, the female intern with the code P40 stated that she wants to work abroad as follows: *“I do not want to work as an academic because of the conditions of Türkiye”.*

The distribution of intern veterinarians' approaches to academic career by gender is presented in Table 2. Accordingly, 18 female and 8 male interns stated that they want to pursue an academic career, 29 female and 18 male stated that they did not want to pursue an academic career, and 2 emphasized that they were undecided about an academic career.

**Table 1:** Fields of work preferred by intern veterinarians in the first place after graduation**Tablo 1:** İntörn veteriner hekimlerin mezuniyet sonrası ilk tercih ettikleri çalışma alanları

Theme	Category	Code: Field of work	N	%
Fields of work preferred by intern veterinarians in the first place after graduation	Private sector	Pet medicine	39	43.3
		Bovine-ovine medicine	13	14.4
		Equine medicine	2	2.2
		Food sector	4	4.4
		Pharmaceutical industry	3	3.3
	Public sector	Laboratory	3	3.3
		Official veterinarian	8	8.8
	Academic career	Academy	13	14.4
		Other	Shelter veterinarian	2
	Zoo veterinarian		1	1.1
Undecided	2		2.2	

**Table 2:** The distribution of intern veterinarians' approaches to academic career by gender**Tablo 2:** İntörn veteriner hekimlerin akademik kariyere yaklaşımlarının cinsiyete göre dağılımı

	Yes		No		Undecided	
	N	%	N	%	N	%
Female	18	20	29	32.2	2	2.2
Male	8	8.8	30	33.3	-	-
Unspecified	-	-	3	3.3	-	-
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>28.8</b>	<b>62</b>	<b>68.8</b>	<b>2</b>	<b>2.2</b>

In Table 3, the reasons for the intern veterinarians who did not choose an academic career were shown. Accordingly, the largest number of participants (7) indicated difficult and tiring living conditions as the reason, while the least number of participants (2) stated that they did not prefer academic career due to the difficulties of academy entrance exams.

**Table 3:** The reasons why intern veterinarians do not prefer academic career**Tablo 3:** İntörn veteriner hekimlerin akademik kariyeri tercih etmeme nedenleri

Reasons	N	%
Difficult and tiring living conditions	7	21.87
Financial problems	6	18.75
Teaching difficulties	5	15.62
Psychological pressures-hierarchical order	5	15.62
Finding available positions	4	12.5
Time-age problem	3	9.37
Difficulties of academy entrance exams	2	6.25

The female intern with the code P13 talked about the difficulties of academic life by saying: "I can't even think of going into academia because of injustices and therefore concerns." The female intern with the code P63 said, "For me, I think I see my lecturers competing at a fast and tiring pace, I wouldn't want to be like this." Another female intern



with the code P53 said: *“I often have difficulties in transferring what I have learned to others, so I do not want to abuse anyone's right to learn.”* The male intern with the code P21 clearly stated why he does not want to choose the academy: *“Being an academic is a condition that requires versatile skills (such as reading articles in English, doing research, etc.) and especially time. I definitely do not feel ready for this, both financially and psychologically.”* As can be seen in Table 1, although 13 intern veterinarians stated that their first choice after graduation is graduate education, it was determined that 57 interns add graduate education to their other preferences. It was noted that the interns who want to pursue specialization or graduate education without thinking of being an academician desire to work in pet, bovine, ovine, equine, shelter, food, pharmaceuticals and feed production, etc. sectors. The P58 coded intern clearly stated that he would prefer graduate education, but he does not aim for an academic career: *“I don't want to become an academic even if I prefer to do a Ph.D.”*

The departments that the veterinary candidates, who did not think about academic career but wanted to get graduate degree are listed in Table 4 in preference order.

As can be seen in Table 4, the most preferred field for graduate degree was clinical sciences. On the subject, the female intern with the code P22 said: *“I think that a Ph.D is quite necessary for me now, since we will be away from school and clinical applications during this pandemic we are in, and maybe we will graduate with very little practice.”* The female intern with the code P41, who is planning to do her graduate education in the department of surgery, said: *“There are many fields that make me happy and excited. Chief among these are clinical fields, primarily surgery. Clinical sciences offer me the reason why I chose this profession, that is, a life that will allow me to be in direct contact with animals.”*

**Table 4:** Preferred departments for graduate degree

**Tablo 4:** Lisansüstü eğitim için tercih edilen alanlar

Division	Department	N	%
Clinical Sciences	Surgery	17	29.82
	Internal Diseases	8	14.03
	Obstetrics and Gynecology	1	1.75
	Reproduction and Artificial Insemination	1	1.75
Preclinical Sciences	Pharmacology and Toxicology	7	12.28
	Virology	3	5.26
	Microbiology	2	3.5
Food Hygiene and Technology	Food Hygiene and Technology	3	5.26
	Genetics	3	5.26
Animal Husbandry and Animal Nutrition	Animal Science	2	3.5
	Animal Health Economics and Management	2	3.5
	Animal Nutrition and Nutritional Diseases	1	1.75
Basic Veterinary Sciences	Biochemistry	3	5.26
	Physiology	2	3.5
	Histology-Embryology	1	1.75
	Veterinary History and Deontology	1	1.75

#### 4. Discussion and Conclusion

In the study, the career plans of the interns at AUFVM were divided into 4 groups as private sector, public sector, academic career and other, and these categories were evaluated by separating them among themselves. Accordingly, 64 out of 90 intern veterinarians stated that they preferred to work in the private sector after graduation, and 39 of this group informed that they want to work in the field of pet medicine (see Table 1). This result is consistent with various publications (13-14). A study by Özen et al. (21) revealed that veterinarians working in public sector wait

longer to find permanent employment compared to those working in private sector. It was also observed in this study that veterinarians thought that the private sector was more advantageous than the public sector in terms of employment opportunities. Indeed, flexibility in working hours and high income opportunities (14) are very important advantageous that come to mind first. In addition, the private sector offers more options in terms of working areas. Moreover, the bureaucratic procedure required to work in public sector (22) may be more challenging. Considering all these conditions, it should be considered understandable that the participants who want to work in private sector are more than half of all participants. On the other hand, the fact that most of the participants (n=39) who prefer to work in private sector point to the pet medicine as the field of work, coincides with some publications (21,23) that foresee the development potential of this field. The most important reason for this potential is thought to be the changing status of pets. As a matter of fact, in some publications (24, 25), it was pointed out that since the second half of the 20th century, pets have taken the position of friends in human life for social and recreational reasons, and in parallel with this changing, the practices for pet medicine have become increasingly widespread among veterinary services.

It is an important data that 54 of the 90 participants in the research wanted to work in the fields of pet, cattle, ovine or equine medicine, while only 13 stated that they would like to open their own clinics in the future. This may be due to the interns wanting to gain sufficient knowledge and experience before opening clinic, as stated by the intern with the code P86, or it may be due to the difficulties of establishing a clinic or working in a clinic. According to the relevant legislation\*, it is necessary to fulfill many legal procedures and to use a large amount of money (24) to open a veterinary clinic in Türkiye. On the other hand, it was one of the expected data of this study that the difficulties encountered by veterinarians working in clinics affected the career plans of the veterinary candidates. In clinical veterinary practice in Türkiye, some problems arising from the uncontrolled increase in the number of veterinary clinics, the lack of inspection and legal sanction, the nature of the profession, the relations with colleagues or animal owners and gender differences have been discussed in various publications (15, 21, 26). Therefore, it was not surprising that the deontological-ethical problems (P33, P52, P54), financial problems (P4, P13, P36, P54) and problems relevant to gender differences (P63, P81) were expressed by some participants of this research.

In this study, it is noteworthy that women approaches to academic career more positively than men (see Table 2). Gender studies (27, 28, 29, 30) focusing on women in the academic life emphasize that women are more disadvantaged than their male counterparts and these researches evaluate the difficulties of being female academics in Türkiye in the light of national and international literature. Although these difficulties discussed in these publications are thought to be valid for women who want to pursue an academic career in veterinary medicine, the reasons why many women say “yes” for academic career could be interesting but were not questioned in this research. Therefore, the study focused on the number of participants (62) who said “no” to academic career rather than the number of women (18) who said “yes” to it.

When the reasons why intern veterinarians do not prefer academic career were examined, it was seen that they focused on the difficulties of academic life in general rather than the academic career difficulties that can be associated with the nature of veterinary medicine (see Table 3). In various studies (31, 32) dealing with the problems of higher education institutions in Türkiye, the problems of supply, demand and imbalance in higher education, problems of faculty members, problems related to autonomy and accountability, and internationalization problems were comprehensively addressed. From this point of view, the results of this research are in line with the mentioned publications. Some participants (P4, P13, P49, P62) who expressed the difficulty of academic life stated that they do not want to pursue an academic career due to mobbing. In the “*Survey on the Definition of Academician*” published by the Faculty Instructors Association in 2014 (33), 37% of 1987 academicians reported that they were subjected to mobbing, while 28% reported that they were partially exposed. The number of studies (34, 35, 36, 37) showing that

---

\* Veteriner Hekim Muaynehane ve Poliklinik Yönetmeliği, The Official Gazette of the Republic of Türkiye (October 15, 2011, Nr: 28085); Hayvan Hastaneleri Yönetmeliği, The Official Gazette of the Republic of Türkiye (December 21, 2011, Nr: 28149)

workplace mobbing is a critical problem for academicians in the universities is increasing day by day. The findings of these studies indicated that levels of awareness of mobbing have increased among academicians. It is noteworthy that this research revealed that mobbing in academic atmosphere was not only noticed by academicians but also noticed by the senior students (intern veterinarians) of the AUFVM and affected their career plans negatively.

It is known that the deontological-ethical problems in private veterinary practices in Türkiye were discussed in a thesis (26) and in some publications (24, 38). Some participants (P28, P41, P52) of this research stated that professional ethics and legislation problems encountered in clinical practices affect their career plans. Although it is not known whether the deontological-ethical problems mentioned in previous studies (24, 26, 38) and the problems meant by the interns in this study are exactly the same, the interns' aforementioned statements show their awareness on this issue.

The findings of this study revealed that the first preferred fields of interns who do not aim for an academic career but want to pursue a graduate degree were surgery and internal diseases (see Table 4). This situation can be accepted as an expression of the desire of graduates to gain experience in clinical branches and to be better equipped. For this interns, graduate education may have been thought of as a preliminary to a career plan to become a clinician in the future. A special case to consider is that this study was conducted during the COVID-19 pandemic. Although veterinary faculties are among the faculties that provide practice-oriented education (24), education and training were carried out online within the scope of the measures taken during the pandemic era. The fact that the interns who continued their education during this period could not have enough applied education may have caused them to have a deficiency in that sense and to turn to graduate education in applied fields to make up for this deficiency. In addition, one of the factors that paved the way for the graduate education demands of intern veterinarians can be seen as the increasing importance given to having knowledge and equipment in specific fields in addition to general veterinary services in recent years. The fact that specific fields like stomatology, eye diseases, metabolic diseases, oncology, brain and nerve surgery, etc. have begun to take their place in private clinical veterinary services can be considered as an indicator of this demand. In the study, the fields of science in which some participants want to gain knowledge apart from clinical sciences were also found remarkable. As one of these fields, artificial intelligence technology has become a very popular subject in veterinary medicine (39). It can be thought that artificial intelligence can be used in veterinary services in the future to monitor animal health and to make treatments more effective. Indeed, some participants want to study on artificial intelligence in the field of veterinary medicine shows that veterinary candidates are aware of the importance of artificial intelligence.

In conclusion, with this research it was determined that 39 interns wanted to work in the field of pet medicine in the first place, while 13 interns wanted to pursue academic career in the first place. 26 interns had a positive attitude towards pursuing an academic career. For those who did not think about academic career but wanted to get graduate degree, the most preferred field was clinical sciences. 62 participants, who did not consider pursuing an academic career, stated that being an academic is a difficult and tiring profession as the primary reason. The study showed that many parameters play a role in determining the career plans of intern veterinarians and academic career is not preferred by them due to some disadvantages. In order to confirm the findings of the research that affect the career choices of the intern veterinarians and to better understand the effective parameters in this regard, it is necessary to conduct extensive research involving different university students across the country. It is thought that this study can serve as a guide in terms of contributing to other studies on the subject.

### **Conflict of Interest**

The authors declare that there are no conflicts of interest

### **Funding**

There is no funding source.

### Authors' Contributions

Motivation / Concept: Nigar YERLİKAYA, R.Tamay BAŞAĞAÇ GÜL

Design: Nigar YERLİKAYA

Control/Supervision: Nigar YERLİKAYA, Berfin MELİKOĞLU GÖLCÜ, R.Tamay BAŞAĞAÇ GÜL

Data Collection and / or Processing: Nigar YERLİKAYA, R.Tamay BAŞAĞAÇ GÜL

Analysis and / or Interpretation: Nigar YERLİKAYA, Aytaç ÜNSAL ADACA

Literature Review: Nigar YERLİKAYA, Aytaç ÜNSAL ADACA, Berfin MELİKOĞLU GÖLCÜ, R.Tamay BAŞAĞAÇ GÜL

Writing the Article: Nigar YERLİKAYA, Berfin MELİKOĞLU GÖLCÜ, R.Tamay BAŞAĞAÇ GÜL

Critical Review: Nigar YERLİKAYA, Aytaç ÜNSAL ADACA, Berfin MELİKOĞLU GÖLCÜ, R.Tamay BAŞAĞAÇ GÜL

### Ethical Approval

This study was approved by the Ankara University Ethics Committee (Date: 28.06.2021, Approval Nr: 128).

### References

1. Vergiliel TM, Kariyer planlamasında yeni yaklaşımlar. U. Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Derg 2003;4(1):169–176.
2. Hall DT, Career development in organisations. Jossey-Bass. 1st ed. San Francisco. 1986. P.366
3. Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kariyer ve Girişimcilik Uygulama ve Araştırma Merkezi KAGİM [Online]. [cited 2022 Sep 25]; Available from: URL: <https://kagim.afsu.edu.tr/kariyer-planlamasi/>
4. Aydın EB, Örgütlerde kariyer yönetimi, kariyer planlaması, kariyer geliştirmesi ve bir kariyer geliştirme programı olarak koçluk uygulamaları. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yönetim ve Organizasyon Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 2007.
5. Dündar G, Kariyer Geliştirme. In: Öz S, editor. İnsan Kaynakları Yönetimi. İstanbul: Beta Yayınları; 2013. p. 268-298.
6. Karadaş A, Duran S, Kaynak S. Hemşirelik öğrencilerinin kariyer planlamaya yönelik görüşlerinin belirlenmesi. SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2017;8(1):1–8.
7. Antoniu E. Career planning process and its role in human resource development. Annals of the University of Petroşani Economics 2010;10(2):13–22.
8. Büyükyılmaz O, Ercan S, Gökerik M. Öğrencilerin kariyer planlama tutumlarının demografik faktörler açısından değerlendirilmesi: Karabük Üniversitesi İşletme Fakültesi öğrencileri üzerine bir araştırma. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi 2016;5(7):2065–2076.
9. Zink BJ, Hammoud MM, Middleton E, Moroney D, Schigelone A. A comprehensive medical student career development program improves medical student satisfaction with career planning. Teach Learn Med 2007;19(1):55–60.
10. Layton RL, Solberg VCH, Jahangir AE, Hall JD, Ponder CA, Micoli KJ, Vanderford NL. Career planning courses increase career readiness of graduate and postdoctoral trainees. F1000Research 2020;13(9):1230.
11. Dicks MR. A short history of veterinary workforce analysis. J Am Vet Med Assoc 2013; 242:1051–1060.
12. Radostits OM, Are too few veterinary graduates choosing food animal practice? What is the problem? In: Food animal veterinarians: an endangered species. Kansas State University Manhattan. 2002.
13. Jelinski MD, Campbell JR, Lissemore K, Miller LM. Demographics and career path choices of graduates from three Canadian veterinary colleges. Can Vet J 2008;49(10):995–1001.

14. Brown JP, Silverman JD. The current and future market for veterinarians and veterinary medical services in the United States. *J Am Vet Med Assoc* 1999;215(2):161–83.
15. Demir P, Koç Uğurlu A, Arslan ES. Kafkas ve Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi öğrencilerinin veteriner hekimlik mesleğine ve istihdam alanlarına yönelik görüşleri. *İst Üniv Vet Fak Derg* 2016; 42(1): 11-9.
16. Küçükaslan Ö, Bulut İ. Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesinin öğrenci profili üzerine bir araştırma. *Dicle Üniv Vet Fak Derg* 2019; 12(1): 1-7.
17. Başağaç Gül RT, Özkul T, Akçay A, Melikoğlu B. Türkiye’de veteriner hekimliği alanında lisansüstü eğitim. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 2010; 57: 19-24.
18. Sinmez ÇÇ, Aykun Aİ. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi’nin son on yıllık (2011-2020) gelişim süreci üzerine bir değerlendirme. *Erciyes Univ Vet Fak Derg* 2021; 18(3): 196-212.
19. Yaşar A, Aslım G, Tekin ME, Çevrimli MB, Mat B, Tekindal MA. Evaluation in terms of various parameters the Selçuk University Faculty of Veterinary Medicine graduates opinions. *Eurasian J Vet Sci* 2019; 35(3): 114-21.
20. Yiğit A, Aydın E, Cihan M. Evaluation of graduates of the Kafkas University Faculty of Veterinary Medicine in terms of several parameters. *Eurasian J Vet Sci* 2014; 30(4):166–173.
21. Özen A, Doğan Ö, Başağaç Gül RT, Özkul T, Yüksel E. Türkiye’de veteriner hekimliği üzerine araştırmalar: III. iş fırsatları ve sektörel yönelimlere ilişkin görüş ve beklentiler. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 2012;18(6):907–911.
22. Özer M.A. Kamu Yönetiminin Etkinliğinin Önündeki En Büyük Engel: Bürokrasi ve Yozlaşma. *Verimlilik Dergisi* 2005;(2): 24-66.
23. Tito F. VET 2020 Current Aspect of Veterinary Profession and Education in Europe. SOCRATES Thematic Network Project 10042-CP-1-(99)2000- 1-PT-ERASMUS-ETN, “VET 2020 Development of European Educational Strategies: Design of Veterinarian Profiles Identified by Market Needs for the Year 2020”, 2002.
24. Anonim, IV. Türk Veteriner Hekimliği Kurultayı Komisyon Raporları; 2018. Antalya, Turkey.
25. Başağaç Gül RT, Öztürk R, Koluman A. Hayvan-insan sözleşmesi üzerine. II. Ulusal Tıbbi Etik Kongresi; 2001 Ekim 18-20; Kapadokya, Turkey.
26. Kızıltepe A. Türkiye’de klinik veteriner hekimliği uygulamalarında karşılaşılan deontolojik-etik sorunlar üzerine bir araştırma. Danışman: Yrd. Doç. Dr. R.Tamay Başağaç Gül. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ankara, 2010.
27. Yıldız S. Türkiye’de Kadın Akademisyen Olmak Yükseköğretim ve Bilim Dergisi 2018; 8(1): 29-40.
28. Türkkahraman M, Şahin K. Kadın ve Kariyer. *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi* 2010; 2(1): 75-88.
29. Şentürk, B. Çokuz ama yokuz: Türkiye’deki akademisyen kadınlar üzerine bir analiz. *ViraVerita E-Dergi*.2015. 2.p.1-22.
30. Karakuş, H. Delik Boru: Türkiye’deki akademisyen kadınlar üzerine bir analiz. *The Journal of Academic Social Science Studies* 2016; (53): 533-536.
31. Ünal. D. Main Problems of Higher Education and Quests for Reform in Turkey. *Anatolian Journal of Education* 2022; 7(2).173-192
32. Bağcı C. Türk Üniversitelerinin Temel Sorunları, Özerklik Özlemi ve Misyon Arayışları Üzerine Bir Değerlendirme. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 2016; 26.(1). 171-189.
33. Öğretim Elemanları Derneği (ÖGEDER): Akademisyenlik Tanımı Anketi Sonuçları [Online]. [cited 3 Mai 2022]. Available from: URL:<http://www.ogeder.org/akademisyenlik-tanim-anketi-sonuclari/>
34. Şenol V., Avsar E., Akca R., Argün M., Avsarogulları L., Kelestimur F. Assessment of mobbing behaviors exposed

- by the academic personnel working in a University, in Turkey. *African Journal of Psychiatry* 2015;18(1).
- 35.** Currie L. The neo-liberal paradigm and higher education: A critique. In: Odin JK, Manicas PT, editors. *Globalization and higher education*. Honolulu: University of Hawaii Press; 2004. p. 42–62.
- 36.** Derin G, Öztürk E. Akademik İstismar Türü Olarak Mobbing: Bir Gözden Geçirme. VI. Uluslararası TURKCESS Eğitim ve Sosyal Bilimler Kongresi; 2020 30 Ekim -1 Kasım; İstanbul, Turkey.
- 37.** Erdem T. Mobing ve mobingle mücadele yöntemleri. *Türk Kütüphaneciliği* 2014;28(4):622–628.
- 38.** Kızıltepe A. Türkiye’de klinik veteriner hekimliği uygulamalarında karşılaşılan deontolojik-etik sorunlar üzerine bir araştırma. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 2011; 58:239-245.
- 39.** Ezanno P, Picault S, Beaunée G, Bailly X, Muñoz F, Duboz R, Monod H, Guégan JF. Research perspectives on animal health in the era of artificial intelligence. *Veterinary Research* 2021; 52:40.



doi 10.33188/vetheder.1254469

Araştırma Makalesi / Research Article

## Cytotoxic and antiproliferative effects of hellebrin on breast and lung cancer cells

Yaşar ŞAHİN<sup>1,a\*</sup>, Mustafa TÜRK<sup>2,b</sup>, Sedat SEVİN<sup>3,c</sup>, Kevser PEKER<sup>4,d</sup>, Esra BOZKAYA<sup>5,e</sup>, Seydi Ali PEKER<sup>6,f</sup>, Aleyna ÇAVDAR<sup>7,g</sup>

<sup>1</sup> Kırıkkale University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pharmacology and Toxicology, Kırıkkale, Türkiye. <sup>2</sup> Kırıkkale University, Engineering and Architecture Faculty, Department of Bioengineering, Kırıkkale, Türkiye. <sup>3</sup> Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pharmacology and Toxicology, Ankara, Türkiye. <sup>4</sup> Kırıkkale University, Faculty of Medicine, Department of Anesthesiology and Critical Care, Kırıkkale, Türkiye. <sup>5</sup> Kırıkkale University, Scientific and Technological Research Application and Research Center, Kırıkkale, Türkiye. <sup>6</sup> Kırıkkale Yüksek İhtisas Hospital, Department of Biochemistry, Kırıkkale, Türkiye. <sup>7</sup> Kırıkkale University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Bioengineering, Kırıkkale, Türkiye

<sup>id</sup> 0000-0001-5936-4210<sup>a</sup>; 0000-0001-8202-090X<sup>b</sup>; 0000-0003-0475-9092<sup>c</sup>; 0000-0003-4306-5536<sup>d</sup>; 0000-0002-9259-2538<sup>e</sup>; 0000-0002-2585-3267<sup>f</sup>; 0000-0002-1835-8911<sup>g</sup>

MAKALE BİLGİSİ /  
ARTICLE INFORMATION:

Geliş / Received:

21 Şubat 23

21 February 23

Revizyon/Revised:

26 Nisan 23

26 April 23

Kabul / Accepted:

22 Mayıs 23

22 May 23

ABSTRACT

This study aimed to investigate the impact of hellebrin on human lung cancer cell (H1299) and breast cancer cell (MCF-7) lines over time. The viability of various concentrations of hellebrin (100 nM-400 nM) on two cancer cell lines was measured using the MTT method. The cellular proliferation over time was examined using xCELLigence real-time cell analysis (RTCA). The results showed a significant decrease in cell viability with increasing concentrations of hellebrin in both cancer cell lines compared to the control group (p<0.001). While the viability of both cancer cells decreased after a certain period of hellebrin application, the viability of the control groups increased over time. These findings indicate that hellebrin has high antiproliferative and cytotoxic effects on breast and lung cancer cells. Consequently, this study suggests that hellebrin may have potential as a treatment for other cancers, especially lung cancer, and further in vitro and in vivo experiments are needed to investigate this possibility.

Anahtar Sözcükler:

Akciğer kanseri hücresi

Hellebrin

Meme kanseri hücresi

Sitotoksosite

xCELLigence sistemi

Keywords:

Breast cancer cell

Cytotoxicity

Hellebrin

Lung cancer cell

xCELLigence system

### Hellebrin'in meme ve akciğer kanseri hücreleri üzerinde sitotoksik ve antiproliferatif etkileri

ÖZET

Bu çalışmada, hellebrinin insan akciğer kanseri hücresi (H1299) ve meme kanseri hücresi (MCF-7) hatları üzerindeki etkisinin zaman içinde araştırılması amaçlanmıştır. Hellebrin'in (100 nM-400 nM) çeşitli konsantrasyonlarının iki kanser hücre hattı üzerindeki canlılığı, MTT yöntemi kullanılarak ölçüldü. Zaman bağlı hücresel çoğalma, xCELLigence gerçek zamanlı hücre analizi (RTCA) kullanılarak incelenmiştir. Sonuçlar, kontrol grubuna kıyasla her iki kanser hücre hattında artan hellebrin konsantrasyonları ile hücre canlılığında önemli bir düşüş gösterdi (p<0.001). Belli bir süre hellebrin uygulamasından sonra her iki kanser hücresinin canlılığı azalırken, kontrol gruplarının canlılığı zamanla arttı. Bu bulgular, hellebrin'in meme ve akciğer kanseri hücreleri üzerinde yüksek antiproliferatif ve sitotoksik etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışma hellebrin'in diğer kanserler, özellikle akciğer kanseri için bir tedavi potansiyeline sahip olabileceğini ve bu olasılığı araştırmak için daha fazla in vitro ve in vivo deneylere ihtiyaç olduğunu düşünülmektedir.

©2023 The Authors.  
Published by Veteriner Hekimler Derneği. This is an open access article under CC-BY-NC license. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)



**How to cite this article:** Şahin Y, Türk M, Sevin S, Peker K, Bozkaya E, Peker SA, Çavdar A. Cytotoxic and antiproliferative effects of hellebrin on breast and lung cancer cells. Vet Hekim Der Derg 94 (2): 137-143, 2023. DOI: 10.33188/vetheder. 1254469

\* Corresponding Author e-mail address: yasarsahin@kku.edu.tr

## 1. Introduction

In general, the most common type of cancer seen in countries are determined by the socio-economic conditions of the countries, which also affected the treatment period, recovery rate and death rate of the disease (1-3). Breast cancer (especially in women) and lung cancer-which are among the most common cancers around the world-are also at the top of cancer-related deaths (4, 5). Although methods such as surgical intervention, radiotherapy, chemotherapy and hormone therapy are widely used in cancer treatment around the world, there is a need for the development of easy-to-access and effective drugs for cancer treatment (2). Especially in recent years, it has been tried to reduce the mortality rate by using cytotoxic agents directed to cells (target) in cancer treatment (6).

In recent years, natural compounds obtained from Helleborus (family Ranunculaceae) species have been used in the treatment of various diseases in human and veterinary medicine (7). Hellebrin, obtained from Helleborus species, is a cardiotonic glycoside that has the structure of bufadienolide (7, 8). Bufadienolides are steroids of vegetable or animal origin with an unsaturated six-membered lactone ring ( $\alpha$ -pyrone ring) at the C17 position and have cardiotonic, antiviral, anti-inflammatory, antimicrobial, and anti-cancer effects (9-11). In cancer studies, bufadienolides show various effects, such as inducing apoptosis and autophagy in cells (12, 13), and inhibiting epithelial-mesenchymal transition (14-16). Various bufadienolides such as hellebrin, hellebrigenin and bufatalin have been reported to inhibit various human and mouse cancer cells at various doses (72nd hour MTT results) in *in vitro* studies (8, 17). In this study, it was aimed to show the effect of hellebrin on human lung cancer cell (H1299) and breast cancer cell (MCF-7) lines depending on time.

## 2. Material and Methods

Hellebrin (Cayman, USA) was prepared by dissolving in medium. MCF-7 and H1299 cancer cell lines were obtained from Kirikkale University Scientific and Technological Research Application and Research Center (KUBTUAM) cell culture collection. This study was carried out in the KUBTUAM laboratory.

### Viability test

The MTT [3-(4,5-Dimethyl-2-thiazolyl)-2,5-diphenyl-2H-tetrazolium bromide, Ambresco-Life Science, USA] test was used to determine the cytotoxicity of hellebrin. After counting MCF-7 and H1299 cells in the hemocytometer (Invitrogen-Countess, USA), a plate (96-well plate) was seeded with  $1.10^4$  cells in each well. After the cells were incubated for 24 hours, different concentrations of hellebrin (100 nM, 200 nM, 250 nM, and 400 nM) were applied. In addition, the medium was used as a control. After 24 hours, the medium was discarded and 50  $\mu$ L of the MTT (1 mg/mL) solution was applied to the wells. Two hours after MTT application, 100  $\mu$ l of isopropanol (Sigma, Germany) was added to the wells and read in an ELISA (Biotek, USA) device at a wavelength of 570 nm. The MTT test (repeated the MTT test 3 times) was performed in triplicate according to the TS EN ISO 10993-5 standard (18). The cell viability calculation was made according to the following formulation.

Viability %: [concentrations of hellebrin (the average value of absorbance)/control (the average value of absorbance)] x 100.

### Real time cell analysis system (xCELLigence) test

After counting MCF-7 and H1299 cells, the 96-well e-plate was seeded with  $5.10^3$  cells in each well, and the e-plate was placed in RTCA-SP (Roche, Germany). After the cells were incubated for 24 hours, concentrations of hellebrin (100 nM, 200 nM, 250 nM, and 400 nM) were applied. The medium was used as a control. RTCA-SP device made real-time impedance measurements every 10 minutes and was monitored for approximately 68 hours. Graphs showing the time-dependent change of MCF-7 and H1299 cells were obtained (19).

### Statistical evaluation

Data obtained by the MTT test were given as arithmetic mean  $\pm$  standard error (SE). SPSS program (PASW Statistics for Windows, version 18.0. Chicago, USA) was used to determine the statistical difference between the



groups. The significance control of the difference between groups was determined by the Tukey test (post hoc). P value < 0.05 was considered statistically significant. The IC<sub>50</sub> value was determined using GraphPad Prism (Software ver. 6) according to the MTT assay results.

### 3. Results

#### Viability test results

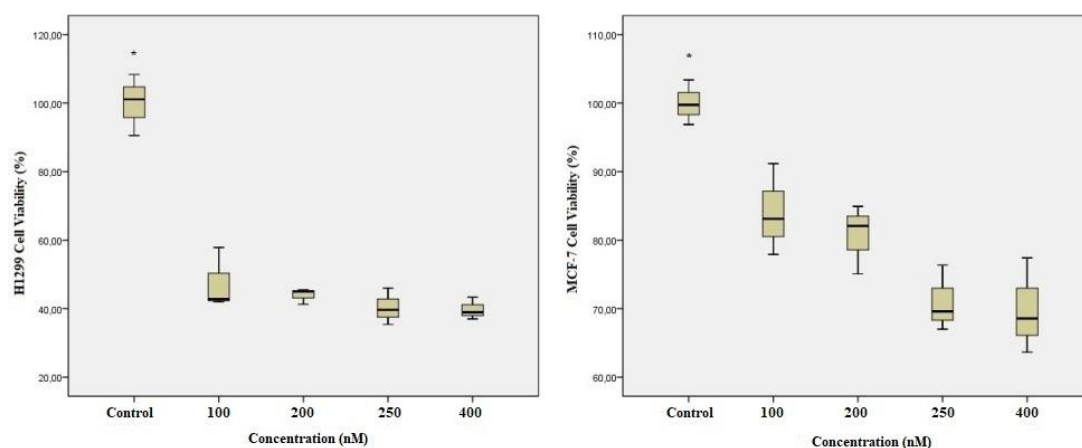
The effect of hellebrin concentrations on MCF-7 and H1299 cell viability according to the MTT test is given in Table 1. The statistical difference between hellebrin concentrations and the control group (medium) were given in Figure 1 ( $p < 0.001$ ). It was determined that cell viability decreased from low to high concentration of hellebrin on both cancer cell lines. Hellebrin has an IC<sub>50</sub> value of about 1391 nM on MCF-7 cells, while an IC<sub>50</sub> value on H1299 cells is about 65.1 nM. Specifically, hellebrin concentrations were found to be more cytotoxic on H1299 cells compared to MCF-7 cells.

**Table 1:** Effect of control and hellebrin concentrations on MCF-7 and H1299 cells

**Tablo 1:** Kontrol ve hellebrin konsantrasyonlarının MCF-7 ve H1299 hücreleri üzerindeki etkisi

Concentration (nM)	MCF-7	H1299
	Viability %	Viability %
400	69.87±4.03 <sup>a</sup>	39.78±1.87 <sup>a</sup>
250	70.99±2.79 <sup>a</sup>	40.35±3.08 <sup>a</sup>
200	80.69±2.93 <sup>a</sup>	43.93±1.34 <sup>a</sup>
100	84.07±3.85 <sup>a</sup>	47.54±5.17 <sup>a</sup>
Control	100±1.88 <sup>b</sup>	100±5.19 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Different letters in the same columns are important (mean ± SE,  $p < 0.001$ ).



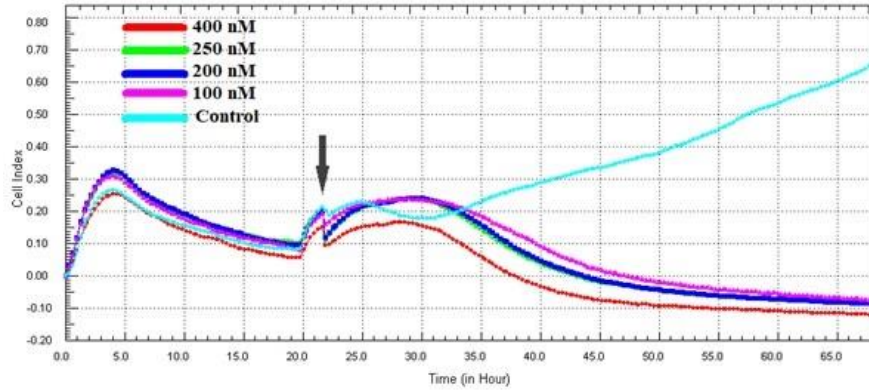
**Figure 1:** Effect of control and hellebrin concentrations on MCF-7 and H1299 cells, mean ± SE, ( $p < 0.001$ )

**Şekil 1:** Kontrol ve hellebrin konsantrasyonlarının MCF-7 ve H1299 hücreleri üzerindeki etkisi, ortalama ± SE, ( $p < 0.001$ )

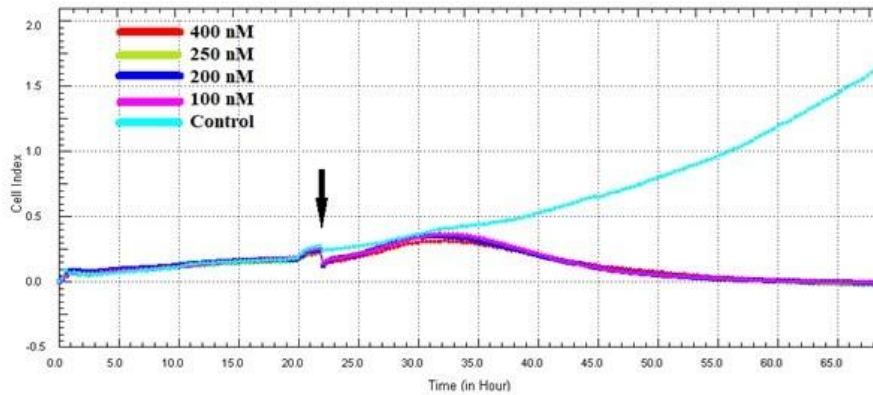
#### xCELLigence system cell proliferation results

The effects of various concentrations of hellebrin on MCF-7 and H1299 cells were evaluated with the xCELLigence system, which provides information on the viability and proliferation of cells in a time-dependent manner by means of micro-electronic biosensors. The temporal cell proliferation graphs of hellebrin and control groups applied on MCF-7 and H1299 cells are given in Figures 2 and 3. Approximately 68 hours were monitored

from the seeding of cancer cells to the e-plate, including hellebrin concentrations and control group administration. After a certain period of time after Hellebrin application, it was observed that the viability of both cancer cells was greatly reduced. On the other hand, in the control groups (medium) of both cancer cell lines, it was observed that the cells increased over time.



**Figure 2:** Time-dependent graph of MCF-7 cells with control and hellebrin concentrations applied  
**Şekil 2:** Kontrol ve hellebrin konsantrasyonları uygulanmış MCF-7 hücrelerinin zamana bağlı grafiği



**Figure 3:** Time-dependent graph of H-1299 cells with control and hellebrin concentrations applied  
**Şekil 3:** Kontrol ve hellebrin konsantrasyonları uygulanmış H1299 hücrelerinin zamana bağlı grafiği

#### 4. Discussion and Conclusion

Despite the developing technology in the world, both time and financial losses are common in the development of new drugs as an alternative to traditional cancer treatments. Alternative treatment methods or drugs should be developed to minimize these losses and to provide drugs with wide confidence intervals (20). For this reason, this present study was conducted to evaluate the effectiveness of hellebrin on cancer cells [human lung cancer cell (H1299) and breast cancer cell (MCF-7)].

xCELLigence RTCA is a system used to determine time-dependent parameters such as cellular proliferation, toxicity (cytotoxicity), adhesion, and migration (21, 22). On the other hand, MTT is a widely used cytotoxicity method to determine cell viability and proliferation (23). This method determines cellular viability/cytotoxicity by reduction of tetrazolium salts to purple-blue colored formazan (insoluble in water) in lysosomal and endosomal sections, especially in mitochondrial enzymes (24-27). It is stated that the cellular toxicity that occurs is mainly due to mitochondrial damage (28).

In the present study, cellular toxicity of cancer cell lines to which hellebrin concentrations were applied increased to higher values in the xCELLigence RTCA system at earlier times compared to MTT results (Table 1) (Figures 2 and 3). According to the xCELLigence RTCA system, hellebrin significantly decreased cellular viability at approximately

the 16th hour on both cancer cell lines (Figures 2 and 3). On the other hand, MTT results show that cellular viability decreases to a certain extent approximately 26 hours after hellebrin application. When the results of the two tests are compared, hellebrin may have caused morphological changes in cancer cell lines, especially before mitochondrial damage. The reason for this is that the xCELLigence RTCA system cell index (CI) determines the electrical impedance value measured according to the growth, shrinkage, death, adhesion, and morphological changes of the cells on the gold-plated e-plate. In other words, the cell index increases due to the increase in the number of adherent cells on the e-plate electrode surface. In addition, this situation is affected by the increase in the adhesion area of the cells with the growth of the cells. As a result, the decrease in the number of cells, shrinkage of the cells, and decrease/loss of their adhesion capacity, which are the causes of a decrease in the cell surface on the electrode contact surface, cause a decrease in the cellular index (29). According to xCELLigence and MTT results, it is thought that hellebrin may cause cells to shrink or lose their adhesion ability before cellular death. Over time, this causes death in cancer cell lines.

Generally, during apoptosis, the connection of cells with neighboring cells decreases and shrinks (the cell shrinks), while in necrosis, the cells absorb fluid and swell. As a result of swelling of the cells in necrosis, the integrity of the cell membrane is disrupted, causing the cell contents to spread to the surrounding tissues. In comparison, this does not occur in apoptotic cells (30). As mentioned above, according to the results of xCELLigence (Figures 2 and 3) and MTT (Table 1), hellebrin may induce apoptosis by causing the cells to shrink or decrease/lose adhesion ability before the death of cancer cells. In this way, it is thought that hellebrin may prevent the contents of cancer cells from spreading to the surrounding tissues. In addition, studies have reported that bufadienolides such as bufarenogin and arenobufagin induce apoptosis in cells (12, 31). The idea that hellebrin, which is in the family of bufadienolides such as bufarenogin and arenobufagin, promotes apoptosis in breast and lung cancer cells, is consistent with the studies performed (12, 31). In addition, Daniel et al. (32) reported in their study that hellebrin causes apoptosis (eighth hour) at a higher rate than necrosis on Jurkat T lymphoblasts. This present study supports the study of Daniel et al. (32) and also showed a change in the temporal cell index.

As a result, hellebrin has a high rate of antiproliferative and cytotoxic effects on both breast and lung cancer cells. Especially demonstrated in the present study, the presence of antiproliferative and cytotoxic effects of hellebrin at lower concentrations on lung cancer cells may be guided in other cancer treatments, especially lung cancer, by conducting new *in vitro* and *in vivo* experiments.

### Conflict of Interest

The author declared that there is no conflict of interest.

### Funding

This research received no grant from any funding agency/sector.

### Authors' Contributions

Motivation / Concept: Yaşar ŞAHİN, Sedat SEVİN, Seydi Ali PEKER

Design: Yaşar ŞAHİN, Mustafa TÜRK, Sedat SEVİN

Control/Supervision: Yaşar ŞAHİN, Mustafa TÜRK

Data Collection and / or Processing: Yaşar ŞAHİN, Mustafa TÜRK, Esra BOZKAYA, Aleyna ÇAVDAR

Analysis and / or Interpretation: Yaşar ŞAHİN, Mustafa TÜRK, Esra BOZKAYA, Aleyna ÇAVDAR, Seydi Ali PEKER

Literature Review: Yaşar ŞAHİN, Sedat SEVİN, Kevser PEKER, Seydi Ali PEKER

Writing the Article: Yaşar ŞAHİN, Mustafa TÜRK, Kevser PEKER, Seydi Ali PEKER

Critical Review: Yaşar ŞAHİN, Mustafa TÜRK, Kevser PEKER, Seydi Ali PEKER

### Ethical Statement

An ethical statement was received from the authors that the data, information, and documents presented in this article were obtained within the framework of academic and ethical rules and that all information, documents, evaluations and results were presented in accordance with scientific ethics and moral rules.

## References

1. Torre LA, Siegel RL, Ward EM, Jemal A. Global Cancer Incidence and Mortality Rates and Trends--An Update. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2016;25(1):16-27.
2. Baskar R, Itahana K. Radiation therapy and cancer control in developing countries: Can we save more lives?. *Int J Med Sci* 2017;14(1):13-17.
3. Lortet-Tieulent J, Georges D, Bray F, Vaccarella S. Profiling global cancer incidence and mortality by socioeconomic development. *Int J Cancer* 2020;147(11):3029-3036.
4. Jemal A, Bray F, Center MM, Ferlay J, Ward E, Forman D. Global cancer statistics [published correction appears in *CA Cancer J Clin*. 2011 Mar-Apr;61(2):134]. *CA Cancer J Clin* 2011;61(2):69-90.
5. Li XX, Wang DQ, Sui CG, Meng FD, Sun SL, Zheng J, et al. Oleandrin induces apoptosis via activating endoplasmic reticulum stress in breast cancer cells. *Biomed Pharmacother* 2020;124:109852.
6. Houghton PJ, Kurmasheva RT. Challenges and Opportunities for Childhood Cancer Drug Development. *Pharmacol Rev* 2019;71(4):671-697.
7. Maior MC, Dobrotă C. Natural compounds with important medical potential found in *Helleborus* sp. *Cent Eur J Biol* 2013;8(3):272-285.
8. Banuls LMY, Katz A, Miklos W, Cimmino A, Tal DM, Ainbinder E, et al. Hellebrin and its aglycone form hellebrigenin display similar in vitro growth inhibitory effects in cancer cells and binding profiles to the alpha subunits of the Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase. *Mol Cancer* 2013;12:33.
9. Gao H, Popescu R, Kopp B, Wang Z. Bufadienolides and their antitumor activity. *Nat Prod Rep* 2011;28(5):953-969.
10. Deng LJ, Li Y, Qi M, Liu JS, Wang S, Hu LJ, et al. Molecular mechanisms of bufadienolides and their novel strategies for cancer treatment. *Eur J Pharmacol* 2020;887:173379.
11. Zhong Y, Zhao C, Wu WY, Fan TY, Li NG, Chen M, et al. Total synthesis, chemical modification and structure-activity relationship of bufadienolides. *Eur J Med Chem* 2020;189:112038.
12. Zhang DM, Liu JS, Deng LJ, Chen MF, Yiu A, Cao HH, et al. Arenobufagin, a natural bufadienolide from toad venom, induces apoptosis and autophagy in human hepatocellular carcinoma cells through inhibition of PI3K/Akt/mTOR pathway. *Carcinogenesis* 2013;34(6):1331-1342.
13. Li H, Cao X, Chen X, Yi X, Xia J, Chen J, et al. Bufadienolides induce apoptosis and autophagy by inhibiting the AKT signaling pathway in melanoma A 375 cells. *Mol Med Rep* 2019;20(3):2347-2354.
14. Chen L, Mai W, Chen M, Hu J, Zhuo Z, Lei X, et al. Arenobufagin inhibits prostate cancer epithelial-mesenchymal transition and metastasis by down-regulating  $\beta$ -catenin. *Pharmacol Res* 2017;123:130-142.
15. Zhao J, Zhang Q, Zou G, Gao G, Yue Q. Arenobufagin, isolated from toad venom, inhibited epithelial-to-mesenchymal transition and suppressed migration and invasion of lung cancer cells via targeting IKK $\beta$ /NF $\kappa$ B signal cascade [published correction appears in *J Ethnopharmacol* 2021 Jan 30;265:113313]. *J Ethnopharmacol* 2020;250:112492.
16. Li W, Pei S, Zhang X, et al. Cinobufotalin inhibits the epithelial-mesenchymal transition of hepatocellular carcinoma cells through down-regulate  $\beta$ -catenin in vitro and in vivo. *Eur J Pharmacol* 2022;922:174886.
17. Banuls LMY, Urban E, Gelbcke M, François D, Kopp B, Kiss R, et al. Structure-activity relationship analysis of bufadienolide-induced in vitro growth inhibitory effects on mouse and human cancer cells. *J Nat Prod* 2013;76(6):1078-1084.
18. CEN-European Committee for Standardization. Biological evaluation of medical devices - Part 5: Tests for Cytotoxicity: In Vitro Methods. 2009c: Standart No. EN ISO 10993-5.
19. Şahin Y, Yıldırım E, Yurdakök-Dikmen B, Türk M. The apoptotic and proliferative effects of tulathromycin and gamithromycin on bovine tracheal epithelial cell culture. *Turk J Vet Anim Sci* 2022;46(1):139-146.
20. Florent R, Poulain L, N'Diaye M. Drug Repositioning of the  $\alpha$ 1-Adrenergic Receptor Antagonist Naftopidil: A Potential New Anti-Cancer Drug?. *Int J Mol Sci* 2020;21(15):5339.
21. Moniri RM, Young A, Reinheimer K, Rayat J, Dai LJ, Warnock GL. Dynamic assessment of cell viability, proliferation and migration using real time cell analyzer system (RTCA). *Cytotechnology* 2015;67(2):379-386.
22. Zhang L, Ye Y, Dhar R, Deng J, Tang H. Estimating Dynamic Cellular Morphological Properties via the Combination of the RTCA System and a Hough-Transform-Based Algorithm. *Cells* 2019;8(10):1287.
23. Peng L, Wang B, Ren P. Reduction of MTT by flavonoids in the absence of cells. *Colloids Surf B Biointerfaces* 2005;45(2):108-111.

24. Lü L, Zhang L, Wai MS, Yew DT, Xu J. Exocytosis of MTT formazan could exacerbate cell injury. *Toxicol In Vitro* 2012;26(4):636-644.
25. Stockert JC, Blázquez-Castro A, Cañete M, Horobin RW, Villanueva A. MTT assay for cell viability: Intracellular localization of the formazan product is in lipid droplets. *Acta Histochem* 2012;114(8):785-796.
26. Stockert JC, Horobin RW, Colombo LL, Blázquez-Castro A. Tetrazolium salts and formazan products in Cell Biology: Viability assessment, fluorescence imaging, and labeling perspectives. *Acta Histochem* 2018;120(3):159-167.
27. Grela E, Kozłowska J, Grabowiecka A. Current methodology of MTT assay in bacteria - A review. *Acta Histochem* 2018;120(4):303-311.
28. Liu Y, Peterson DA, Kimura H, Schubert D. Mechanism of cellular 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) reduction. *J Neurochem* 1997;69(2):581-593.
29. Yan G, Du Q, Wei X, Miozzi J, Kang C, Wang J, et al. Application of Real-Time Cell Electronic Analysis System in Modern Pharmaceutical Evaluation and Analysis. *Molecules* 2018;23(12):3280.
30. Elmore S. Apoptosis: a review of programmed cell death. *Toxicol Pathol* 2007;35(4):495-516.
31. Han Q, Zhang C, Zhang Y, Li Y, Wu L, Sun X. Bufarenogin induces intrinsic apoptosis via Bax and ANT cooperation. *Pharmacol Res Perspect* 2021;9(1):e00694.
32. Daniel D, Süsal C, Kopp B, Opelz G, Terness P. Apoptosis-mediated selective killing of malignant cells by cardiac steroids: maintenance of cytotoxicity and loss of cardiac activity of chemically modified derivatives. *Int Immunopharmacol* 2003;3(13-14):1791-1801.



doi 10.33188/vetheder.1284279

Araştırma Makalesi / Research Article

## Volumetric calculation of cerebellum in Akkaraman sheep and Hair goat using Cavalieri's principle

Sedat AYDOĞDU<sup>1,a\*</sup>, Ali KOÇYİĞİT<sup>2,b</sup><sup>1</sup> Selçuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Anatomy, Konya, Turkey<sup>2</sup> Harran University Laboratory and Veterinary Health Vocational School, Birecik, Sanliurfa, TurkeyORCID iD: 0000-0002-9354-3519<sup>a</sup>; 0000-0002-9354-7480<sup>b</sup>

## MAKALE BİLGİSİ /

## ARTICLE INFORMATION:

## Geliş / Received:

16 Nisan 23

16 April 23

## Revizyon/Revised:

08 Haziran 23

08 June 23

## Kabul / Accepted:

09 Haziran 23

09 June 23

## Anahtar Sözcükler:

Cerebellum

Cavalieri prensibi

Gri madde

Hacim

Ak madde

## Keywords:

Cerebellum

Cavalieri's principle

Gray matter

Volume

White matter

## ABSTRACT

The aim of this study is to calculate the cerebellum volume in Akkaraman sheep and Hair goat using the Cavalieri's principle. Cerebellum of 12 healthy 1-2 year old male animals (6 sheep and 6 goats) were used in the study. The weight of the cerebellum separated from the rhombencephalon was calculated with a sensitive electronic balance, and its volume was calculated with Archimedes' principle. In the volume measurement to be made with Cavalieri's principle, the cerebellum was blocked with 8% agar to prevent tissue loss during slicing. The stained sections were scanned with a horizontal scanner at 600 dpi resolution. Gray matter and white matter volume were calculated separately by dropping the point counting grid on cross sections in ImageJ software. Cerebellum weight was calculated as 11.6 gr in sheep and 12.55 gr in goats. The ratio of cerebellum weight to total brain weight was calculated as 0.10 in both species. It was observed that the cerebellum weighs an average of 9.8% of the total brain weight in sheep. In the goat, it was observed that the cerebellum constituted 10.11% of the brain. Gray matter and white matter volumes were calculated as 6.75 ml and 3.36 ml in sheep, respectively. In the goat, the gray matter and white matter volumes were measured as 6.80 ml and 3.82 ml, respectively. Total cerebellum volume was found to be 10.14 ml and 10.65 ml in sheep and goats, respectively. In sheep, 65.55% of the cerebellum volume consisted of gray matter and 33.08% of white matter. In goats, 63.88% of the cerebellum consisted of gray matter and 35.85% of white matter. No statistical difference was observed in the volume measurement results obtained in both species ( $p>0.05$ ). In recent years, there has been an increase in neurodegenerative disease models in farm animals. These diseases can cause changes in the volume of the cerebellum. In this context, it is thought that the volume values obtained from healthy sheep and goat cerebellum in the current study will be important for future studies

### Akkaraman koyunu ve Kıl keçisinde Cavalieri prensibi kullanılarak cerebellum hacminin hesaplanması

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Akkaraman koyunu ve Kıl keçisinde cerebellum hacmini Cavalieri prensibi kullanılarak hesaplamaktır. Çalışmada sağlıklı 1-2 yaşlarında 12 adet erkek hayvana ait (6 koyun ve 6 keçi) cerebellum kullanıldı. Rhombencephalon'dan ayrılan cerebellum'un hassas terazi ile ağırlığı, Archimedes' principle ile hacmi hesaplandı. Cavalieri prensibi ile hacim ölçümü esnasında doku kaybının önüne geçmek için cerebellum'lar 8%'lik agar ile bloklandı. Gri madde ve ak madde ayrımının net yapılabilmesi için, gri madde Berlin blue makroskobik boyama metodu ile boyandı. Boyanan kesitler 600 dpi çözünürlükte tarandı. Taranan bu kesitlere ImageJ programında noktalı alan ölçüm cetveli atılarak gri madde ve ak madde hacmi ayrı ayrı hesaplandı. Yapılan ölçüm sonuçlarına cerebellum ağırlığı koyunda 11.6 gr, keçide 12.55gr hesaplandı. Cerebellum ağırlığının toplam beyin ağırlığına oranı her iki türde de 0.10 olarak ölçüldü. Koyunda cerebellum beyin ağırlığının 9.8%'ini, keçide ise 10.11%'unun oluşturmaktadır. Gri madde ve ak madde hacmi koyunda sırasıyla 6.75 ml ve 3.36 ml hesaplandı. Keçide ise gri madde ve ak madde hacmi sırasıyla 6.80 ml ve 3.82 ml olarak ölçüldü. Toplam cerebellum hacminin koyun ve keçide sırasıyla 10.14 ml ve 10.65 ml olduğu görüldü. Koyunda cerebellum hacminin 65.55%'ini gri madde, 33.08%'ini ise ak maddenin oluşturmaktaydı. Keçide ise cerebellum'un 63.88%'i gri madde, 35.85%'ini ise ak maddenin oluşturmaktaydı. Elde edilen hacim ölçümü sonuçlarında her iki türde de istatistiki fark gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Çiftlik hayvanlarında son yıllarda nörodejeneratif hastalık modellerinde bir artış görülmektedir. Bu hastalıklar cerebellum hacminde değişikliğe neden olabilmektedir. Bu açıdan mevcut çalışmada sağlıklı koyun ve keçi cerebellum'undan elde edile hacim değerlerinin, gelecekteki çalışmalar için faydalı olacağı düşünülmektedir.

©2023 The Authors.  
Published by Veteriner Hekimler Derneği. This is an open access article under CC-BY-NC license. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)



**How to cite this article:** Aydoğdu S, Koçyigit A. Volumetric calculation of cerebellum in Akkaraman sheep and Hair goat using Cavalieri's principle. Vet Hekim Der Derg 94 (2): 144-155, 2023. DOI: 10.33188/vetheder. 1284279

\* Sorumlu Yazar e-posta adresi / Corresponding Author e-mail address: [saydogdu@selcuk.edu.tr](mailto:saydogdu@selcuk.edu.tr)

## 1. Introduction

The cerebellum is the largest part of the rhombencephalon (hindbrain) and is located above the pons and medulla oblongata. It is connected to the brain stem on both sides by three peduncles (pedunculus cerebellaris). It is roughly globular and has much-fissured on it (1, 2). It is separated from the hemispherium cerebri by the tentorium cerebelli membranaceum located inside the fissura transversa cerebri (1, 3). The cerebellum consists of two large hemispherium cerebelli and a narrow ridge named vermis between them (1). In the cerebellum, the gray matter forms the cortex cerebelli and the white matter forms the corpus medullare (3, 4). In the median section of the cerebellum, the cortex cerebelli and corpus medullare are easily distinguished (3).

The cerebellum is involved in the control of balance, postural, locomotor activities, and coordination of skeletal muscles. The center of balance is located in the lobus flocculonodularis, while the lobus caudalis controls motor functions (1, 4). Cerebellar ataxia, manifested by loss of coordination and balance, occurs when there are deficits of function in the cerebellum (4). In addition, volumetric losses are observed in the cerebellum in neurodegenerative diseases. It is known that there is a significant decrease in the volume of the cerebellum, especially in Alzheimer's disease (5-7). This change causes seriously affecting one's ability to carry out daily activities (8). In addition to volumetric changes, Purkinje cells are also damaged in diseases such as epilepsy, Huntington's disease, and Alzheimer's disease (9). It is known that the cerebellum volume decreases with age, which is due to the loss of white matter. It has been shown that diabetes, higher serum glucose and lower cholesterol levels are associated with cerebellum volume. In addition, it has been shown that the factors determining the volume of the hemispherium cerebri do not entirely overlap with the volume of the cerebellum (10). This situation reveals that the cerebellum volume should be handled separately, mainly in itself.

In recent years, farm animals have been frequently preferred as model animals in neuroscience research due to the similarity of the neuroanatomical structures of the brain in farm animals, especially sheep, to the human brain compared to laboratory animals (11-13). The neuroanatomical structures of the brain in farm animals and the fact that the cortex cerebri consists of prominent lobes, such as in humans and primates, make these animals advantageous against laboratory animals with lissencephalic brains (12, 14, 15). The primary reasons for preference are that farm animals are easily available, docile animals, their breeding is widespread, and does not include ethical problems encountered in carnivores and primates in research (11, 16).

Cavalieri's principle is the preferred method for calculating the volume of biological structures in an unbiased manner. This method is primarily preferred in calculating the volume of irregular shapes in the discipline of stereology (17). Cavalieri's principle is to use a two-dimensional cross-section or projection of a three-dimensional structure (18-20). The area of these surfaces is calculated with a point counting grid. Then, the volume of the irregularly shaped biological structure is calculated by an unbiased method by multiplying the surface area of each section by the section thickness (17, 18, 20).

Morphometric studies in the cerebellum, which has a very important role in the balance control and coordination of the body, have been carried out in many different species with different methods. In the study conducted on primates, it was observed that the pongid and hylobatid apes cerebellum volume was larger than the average cerebellum volume of monkeys. Accordingly, it was concluded that not all primate brains are organized similarly (21). Morphometric studies have been carried out on the cerebellum of domestic mammals such as sheep (22-25), cattle (26, 27), dogs (7, 28) and cats (29, 30). In addition to these studies using different methods, morphometric studies were also carried out in the cerebellum using stereological methods. Laboratory animals are generally used, calculations were made on rats (31-33), mice (34), guinea pig (29) and rabbit (35, 36) cerebellum. In addition, the volume of gray and white matter in the cerebellum and the number of Purkinje cells were examined using stereological methods in pigs (37) and cats (38) from domestic mammals. In addition, calculations were made in the cerebellum, which has a higher volumetric ratio in the brain due to its function with this method in the chicks (39).

The motivation of the study is that the measurement studies performed in the cerebellum of farm animals using Cavalieri's principle are limited. The change in cerebellum volume in neurodegenerative diseases is an important factor in understanding the effects of these diseases on the nervous system. It is especially important to observe the total

volume of the cerebellum and the changing in gray matter and white matter. In recent years, there has been an increase in models of these neurodegenerative diseases in farm animals. In this context, the aim of the study is to calculate gray matter, white matter and total volume in healthy sheep and goat cerebellum using Cavalieri's principle.

## 2. Material and Methods

### Animals

Six healthy male sheep and goat heads (1-2 years old) (sheep/goats body weights:  $48\pm 3,74$  kg/  $33\pm 4,46$  kg) were used in the study. The heads were obtained from an agricultural enterprise (a state agricultural enterprise in Konya), where there was constantly monitored under mandatory official veterinary medical care. The slaughtering process was carried out under the control of a veterinarian. The Ethics Committee of Selçuk University Faculty of Veterinary Medicine approved the study procedure in the session held on 30/03/2023 (Decision number 2023/26). It was fixed by injecting 10% formaldehyde from the arteria carotis communis into the heads of sheep and goats. For the fixation to be homogeneous in every part of the brain, the heads were kept in containers containing 10% formaldehyde solution for 15 days. Thus, the brain and cerebellum were ensured to maintain their shape within the skull. Using the dorsal approach, the brains were removed from the cavum cranii with the dura mater encephali preserved (Figure1).

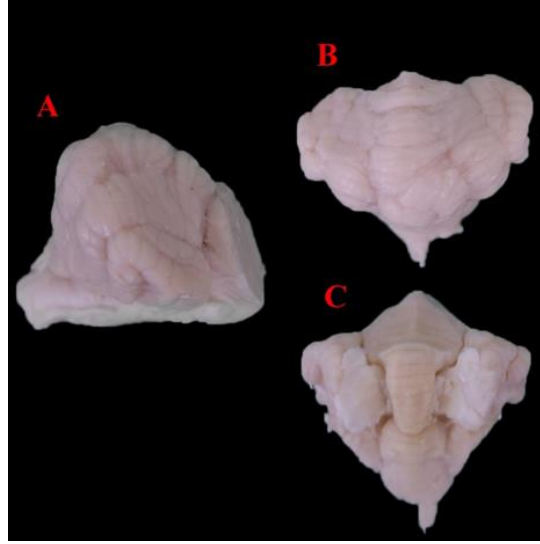


**Şekil 1:** Dura mater ensefali ile ensefalon  
*Figure 1: Encephalon with dura mater encephali*

### Preparation of specimens

Meninges were removed from the brain tissue, respectively. At the level of the sulcus pontocruralis, the rhombencephalon was separated from the other parts of the encephalon. Then, the cerebellum was carefully separated from the pedunculus cerebellaris, which consists of three peduncles and connects the cerebellum with the pons, medulla oblongata and crus cerebri (Figure 2).





**Şekil 2:** Rhombensefalon, ensefalonun diğer kısımlarından ayrılmıştır. A. Rhombencephalon; B. Serebellumun dorsal yüzü; C. Serebellumun ventral yüzü

**Figure 2:** Rhombencephalon was separated from the other parts of the encephalon. A. Rhombencephalon; B. Dorsal aspect of the cerebellum; C. Ventral aspect of the cerebellum

The weights of the cerebellum were measured with a sensitive electronic balance (OHAUS CS200) and their volumes were measured with Archimedes' principle. The cerebellum was kept under running tap water overnight before sectioning for volume calculation. The cerebellum was blocked with 8% agar (Blood Agar Base LABM-LAB028) to prevent tissue loss during slicing (Figure 3) (40, 41). After the blocks were kept at room temperature (24 hours), sagittal sections were taken with an electric meat slicer (SINBO SMS-5601). Sections (thickness of 2.48 mm) were taken starting from the flocculus of one side to the flocculus of the other side.



**Şekil 3:** Kanlı agar ile bloke edilmiş cerebellum  
**Figure 3:** Cerebellum was blocked with blood agar

### Staining of sections

In the sections obtained from the cerebellum, the gray matter was stained with Berlin Blue in order to make a clear distinction between gray matter and white matter in the cortex cerebelli and corpus medullare during volume measurement. Mulligan, iron chloride and potassium ferricyanide solutions were used in the staining process. The

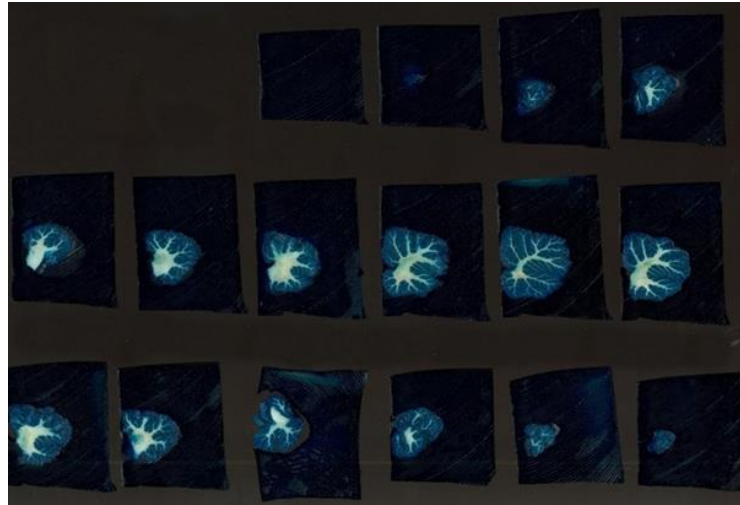
sections were kept in solutions according to the staining procedure, and the gray matter was stained with Berlin Blue (42, 43). In the encephalon, the body of neurons is located in gray matter. The neuron density in different mammalian species is higher in the cerebellum than in other parts of the encephalon (44, 45). Therefore, staining of gray matter with Berlin Blue has been more successful with this method compared to staining performed in other parts of the brain (Figure 4).



**Şekil 4:** Berlin mavisi ile boyanmış serebellum kesiti

**Figure 4:** Cross section of cerebellum stained with Berlin blue

The same surface of the sections stained with Berlin Blue was scanned using a horizontal scanner (hp Scanjet G4010) at 600 dpi resolution in JPG (Joint Photographic Expert Group) file format (Figure 5).



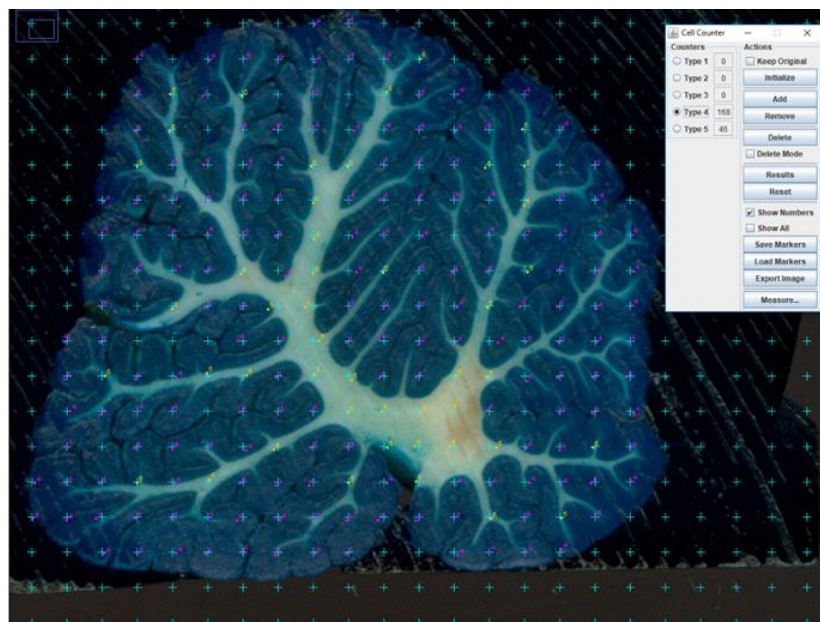
**Şekil 5:** Tarayıcı ile taranan kesitler

**Figure 5:** Sections scanned with a horizontal scanner

#### Calculation of volume using Cavalieri's principle

Cavalieri's principle was used to calculate the volume of gray matter and white matter in sections whose gray matter was stained and scanned with Berlin Blue. The gray matter and white matter area were calculated in the section surface area in ImageJ (Image Processing and Analysis in Java) software. The point counting grid on cross section

surface was placed using ImageJ software (Figure 6). Then, the surface areas were calculated by counting the points dropping into the gray matter and white matter separately. This procedure was repeated three times, and the averages of the counted points were obtained.



**Şekil 6:** Kesit yüzeyindeki noktali alan ölçüm cetveli  
**Figure 6:** The point counting grid on cross section surface

After point counting for all sections, the volume of each section was calculated with the help of the following equation used in volume measurement in Cavalieri's principle.

$$V = t \times \Sigma P \times a(p)$$

V= volume; t = section thickness;  $\Sigma P$ = total number of points hitting the cross sections surface area; a(p)= known area per point placed at random over on the cross sections surface area (point counting grid). After calculating each section's volume, the cerebellum's total volume was calculated with the help of the equation below (18, 46-48).

$$V_{Top} = V1 + V2 + \dots + Vn$$

Statistical analyses were performed using SPSS 25.0 ((IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.). The normality of variables was tested using the Shapiro-Wilk test and the homogeneity of variances was checked Levene's test. The difference between the two species' cerebellum was performed using Student's t-test for parametric variables.

Nomina Anatomica Veterinaria was used for the anatomical terms (49)

### 3. Results

Demographic data of the study population was presented in Table 3.1. Cerebellum weight, cerebellum volume (Archimedes' principle), cerebellum/total brain(TB) volume ratio and percentage, number of slices and average cross-section thickness are summarized in Table 1.

**Table 1:** Akkaraman koyunu ve Kıl keçilerinden elde edilen demografik veriler (n=6).**Table 1:** Demographic data was obtained from Akkaraman sheep and Hair goats (n=6).

Parameter	Sheep Mean $\pm$ SD	Median	Goat Mean $\pm$ SD	Median
Cerebellum weight (g)	11.6 $\pm$ 1.2	11.95	12.55 $\pm$ 1.2	11.95
Cerebellum volume (mL)	12.92 $\pm$ 1.2	13.25	13.83 $\pm$ 1.33	13.00
Cerebellum: TB weight ratio	0.10 $\pm$ 0.008	0.10	0.10 $\pm$ 0.010	0.10
Cerebellum: TB volume ratio (mL per mL)	0.11 $\pm$ 0.009	0.11	0.11 $\pm$ 0.011	0.11
Cerebellum percentage within TB (%)	9.8 $\pm$ 0.77	10.00	10.11 $\pm$ 0.91	9.93
Number of slices	13.8 $\pm$ 2.04	15.00	12.67 $\pm$ 0.82	12.50
Average of cross-section thickness (mm)	2.40 $\pm$ 0.2	2.30	2.58 $\pm$ 0.33	2.45

*SD, standard deviation; TB, total brain*

In the cerebellum weight measurements, it was observed that the cerebellum was heavier in goats. Similarly, the volume result obtained with Archimedes' principle was found to be greater in goats. The ratio of cerebellum weight to total brain weight was found to be close to each other in both species. Similar results were found for the volume ratio. It was observed that 9.8% of the brain weight in sheep and 10.11% in goats was made up of the cerebellum. In the sections obtained for Cavalieri principles, it was seen that the average section thickness and the number of sections were close to each other in both species.

The volume of gray matter and white matter forming the cortex cerebelli and corpus medullare in the cerebellum were calculated separately. Using the Cavalieri principles were obtained volume of the gray matter, white matter and indices/ratio were summarized in Table 2.

According to the results of the volume measurement using the Cavalieri principle in sheep and goat cerebellum, it was observed that the gray matter volume was very close to each other in both species. Similarly, the white matter values were found to be close to each other. It was observed that the total volume of the cerebellum was slightly higher in goats, but this difference was not statistically significant. It was determined that the GM: WM and GM: Cerebellum ratio was higher in sheep, while the ratio of WM: Cerebellum was higher in goats. The volumetric values and ratios obtained showed no statistical difference between sheep and goats. It was determined that 65.55% of the cerebellum volume in sheep was composed of gray matter and 33.08% of white matter. In goats, 63.88% of the total volume was gray matter and 35.85% was white matter. Considering this ratio, it was seen that the white matter volume in the cerebellum was higher in percent in goats. Fresh cadavers could not be used in the study due to rapid autolysis of the brain tissue after euthanasia. The shrinking effect of formaldehyde in the brains used was ignored (50,51).

**Tablo 2:** Akkaraman koyunu ve Kıl keçisi beyinciklerinde gri madde, beyaz madde, oran ve CE değerlerinin ortalamaları.

**Table 2:** The means of values gray matter, white matter, ratio, and CE in Akkaraman sheep and Hair goats cerebellum ( $n=6$ ).

Parameter	Sheep Mean $\pm$ SD Median	Minimum Maximum	Goat Mean $\pm$ SD Median	Minimum Maximum	p
GM (mL)	6.75 $\pm$ 1.04 6.38	5.99 8.68	6.80 $\pm$ 0.63 6.73	6.04 7.87	0.92 <sup>t</sup>
WM (mL)	3.36 $\pm$ 0.49 3.32	2.65 4.01	3.82 $\pm$ 0.70 3.65	3.16 5.00	0.21 <sup>t</sup>
Total Cerebellum volume (mL)	10.14 $\pm$ 1.49 9.74	8.65 12.7	10.65 $\pm$ 1.2 10.24	9.20 12.19	0.53 <sup>t</sup>
GM:WM ratio (mL per mL)	2.02 $\pm$ 0.16 1.95	1.88 2.26	1.81 $\pm$ 0.22 1.86	1.41 2.08	0.09 <sup>t</sup>
GM:Cerebellum ratio (mL per mL)	0.67 $\pm$ 0.019 0.66	0.65 0.69	0.64 $\pm$ 0.03 0.65	0.59 0.68	0.12 <sup>t</sup>
WM:Cerebellum ratio (mL per mL)	0.33 $\pm$ 0.016 0.34	0.31 0.34	0.36 $\pm$ 0.031 0.35	0.32 0.41	0.09 <sup>t</sup>

\* $p < 0.05$ ; <sup>t</sup> Student's t test; SD, standart deviation; CE, coefficient of error GM, gray matter; WM, white matter

#### 4. Discussion and Conclusion

In the current study, gray matter and white matter volume were calculated using Cavalieri's principle in sheep and goat cerebellum. It has been shown in many studies that the cerebellum effects from a volumetric deficiency in neurodegenerative diseases. In Alzheimer's disease, there may be volumetric losses in the cerebellum at a level that will cause negative effects on the performance of daily activities (5-8). In cases such as diabetes and lower cholesterol levels, the change in hemispherium cerebri and cerebellum does not overlap (10). This shows that the change in cerebellum volume should be examined separately.

Neuroanatomical structures of brain are more similar to humans in farm animals compared to laboratory animals. This situation has brought these animals to the forefront of neuroscience in recent years. Some neurodegenerative disease models are established in these animals (12-14). It is very important to observe the gray and white matter changes in the substructures of the brain in these disease models. This change in the cerebellum is also very important in terms of the disease's diagnosis. In this respect, the gray matter and white matter values obtained from healthy animals in the current study are very important for studies to be carried out on these diseases.

The ratio of cerebellum volume to total brain volume was compared in primates. The volume ratio of pongid and hylobatid apes cerebellum was found to be much larger than that of other monkeys (21). It was observed that the ratio of sheep and goat cerebellum in the total brain was close to the average value of monkeys, except for the two breeds mentioned. It was observed that the cerebellum occupies a larger percentage of the total brain volume in goats, where locomotor activity coordination is more important than in sheep.

Brain weight, encephalization and cerebellar quotients were determined in the study conducted in dairy cattle, beef cattle and crossbred from domestic mammals. The study determined that the cerebellum weight constitutes 9.9% of the total brain weight (26). This ratio was calculated as 9.8% in sheep and 10.11% in goats in the current study. It has been observed that this value obtained from cattle is very close to sheep and slightly lower than goats. In another study, the cerebellum morphology of cattle, sheep, and goats was examined. Cerebellum weight in sheep was measured greater than the value obtained in the current study. The ratio of cerebellum to total brain weight was calculated lower

than the value obtained in the current study. It is thought that the reason why the cerebellum weight value is higher and its ratio to brain weight is lower is due to the use of merino sheep and sheep over three years old in the study. Sheep between 1-2 years of age were used in the present study. Similarly, in the same study, cerebellum weight was higher, and the ratio of the cerebellum to total brain weight was lower in goats. The age of the goats used in the study was not specified. In addition, the use of different breeds of goats in the study is thought to cause this difference. The current study used only one goat breed (Hair goat). The cerebellum ratio obtained from cattle to total brain weight was calculated close to the value obtained from sheep and goats in the current study (25).

In dogs, the volume of the cerebellum was calculated using medical images. Dogs with normal and cerebellar degenerative diseases were used in the study to determine the ratio of the cerebellum to other parts of the brain. The percentage of cerebellum volume in the brain did not change with age in dogs aged 1 to 5 years. In the study using different dog breeds, the cerebellum percentage was between 8.84% and 9.86% (7). It is seen that the cerebellum volume in dogs is lower than the volume values obtained from sheep and goats. It is seen that the cerebellum percentage values obtained from dogs are also lower than the weight percentage of the cerebellum in sheep and goats.

Gray matter and white matter volume in the cerebellum was calculated using Cavalieri's principle in New Zealand rabbits. According to the results, it was observed that the percentage of white matter in the cerebellum of females was higher than that of males (36). The gray matter and white matter percentages in males were found to be very close to the percentages obtained from sheep in the current study using male animals. It was determined that the percentage of white matter in goats was higher than in rabbits. In another study, in which Cavalieri's principle was used, the cerebellum volume was calculated in male cats (38). It is seen that the percentage of gray matter in the cerebellum of cats is much higher than that of sheep and goats, and the percentage of white matter is lower.

The cerebellum volume of sheep and goats was calculated in the study, in which Cavalieri's principle was used to calculate the most realistic volume in biological structures. Using Cavalieri's principle, the volume of gray matter and white matter forming the cerebellum were calculated separately. In the cerebellum, gray matter and white matter volume and their ratios show a decrease or change in some neurodegenerative diseases. There has been an increase in these disease models in farm animals in recent years. It is thought that these values obtained from the cerebellum of healthy animals will be important data for future neurodegenerative disease studies on these animals.

### **Acknowledgement**

The research was presented at the ATAVET II. International III. National Veterinary Medicine Student Congress, 15-16 December 2021, Erzurum, TURKEY.

### **Conflict of Interest**

The authors do not have any conflict of interest

### **Authors' Contributions**

Bu bölümde makalenin yazar/yazarlarının çalışmaya katkıları aşağıdaki başlıklar yardımıyla yazar(lar)ın isim-soyisimleri kullanılarak belirtilmelidir.

Fikir/kavram: Sedat AYDOĞDU

Deney tasarımı: Sedat AYDOĞDU

Denetleme/Danışmanlık: Sedat AYDOĞDU

Veri toplama: Ali KOÇYİĞİT

Veri analizi ve yorum: Ali KOÇYİĞİT

Kaynak taraması: Ali KOÇYİĞİT

Makalenin yazımı: Sedat AYDOĞDU

Eleştirel inceleme: Sedat AYDOĞDU/ Ali KOÇYİĞİT

## Etik Onay

The Ethics Committee of Selçuk University Faculty of Veterinary Medicine approved the study procedure in the session held on 30/03/2023 (Decision number 2023/26).

## References

1. Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. Textbook of veterinary anatomy. 4th ed. China: Saunder Elsevier; 2010.
2. Dursun N. Veteriner anatomi III. 7th ed. Ankara: Medisan Yayınevi; 2008.
3. Dayan O, Demiraslan Y. Veteriner sistematik anatomi. 1st ed. Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri; 2021.
4. König HE, Liebich HG, Cervený C. Veterinary anatomy of domestic mammals textbook and colour atlas. 3rd ed. Stuttgart: Schattauer; 2004.
5. Andersen K, Andersen BB, Pakkenberg B. Stereological quantification of the cerebellum in patients with Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging* 2012;33(1):197. e11-. 197. e20.
6. Thomann PA, Schläfer C, Seidl U, Dos Santos V, Essig M, Schröder J. The cerebellum in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease—a structural MRI study. *J Psychiatr Res* 2008;42(14):1198-1202.
7. Thames RA, Robertson ID, Flegel T, Henke D, O'BRIEN DP, Coates JR, et al. Development of a morphometric magnetic resonance image parameter suitable for distinguishing between normal dogs and dogs with cerebellar atrophy. *Vet Radiol Ultrasound* 2010;51(3):246-253.
8. Jiang Y-Q, Wang X-L, Cao X-H, Ye Z-Y, Li L, Cai W-Q. Increased heat shock transcription factor 1 in the cerebellum reverses the deficiency of Purkinje cells in Alzheimer's disease. *Brain Res* 2013;1519:105-111.
9. Sarna JR, Hawkes R. Patterned Purkinje cell death in the cerebellum. *Prog Neurobiol* 2003;70(6):473-507.
10. Hoogendam YY, van der Geest JN, van der Lijn F, van der Lugt A, Niessen WJ, Krestin GP, et al. Determinants of cerebellar and cerebral volume in the general elderly population. *Neurobiol Aging* 2012;33(12):2774-2781.
11. Murray SJ, Mitchell NL. The translational benefits of sheep as large animal models of human neurological disorders. *Front Vet Sci* 2022;9:1-12.
12. Trovatelli M, Brizzola S, Zani DD, Castellano A, Mangili P, Riva M, et al. Development and in vivo assessment of a novel MRI-compatible headframe system for the ovine animal model. *Int J Med Robot* 2021;17(4):1-11.
13. Lee W, Lee SD, Park MY, Foley L, Purcell-Estabrook E, Kim H, et al. Functional and diffusion tensor magnetic resonance imaging of the sheep brain. *BMC Vet Res* 2015;11(1):1-8.
14. John SE, Lovell TJ, Opie NL, Wilson S, Scordas TC, Wong YT, et al. The ovine motor cortex: a review of functional mapping and cytoarchitecture. *Neurosci Biobehav Rev* 2017;80:306-315.
15. Simpson S, King JL. Localisation of the motor area in the sheep. *Q. J. Exp. Physiol* 1911;4(1):53-65.
16. Trovatelli M. Sheep as animal model in minimally invasive neurosurgery in EDEN2020. Ph.D. Thesis, Università Degli Studi Di Milano, Milano; 2020.
17. Gundersen H, Jensen E. The efficiency of systematic sampling in stereology and its prediction. *J Microsc* 1987;147(3):229-263.
18. Gundersen HJG, Jensen EBV, Kieu K, Nielsen J. The efficiency of systematic sampling in stereology-reconsidered. *J Microsc* 1999;193(3):199-211.
19. Baddeley A. Stereology In: Spatial statistics and digital image analysis. Washington DC: National Research Council; 1991.
20. Sterio DC. The unbiased estimation of number and size of arbitrary particles using the disector. *J Microsc* 1984;134(2):127-136.s
21. Rilling JK, Insel TR. Evolution of the cerebellum in primates: differences in relative volume among monkeys, apes and humans. *Brain Behav Evol* 1998;52(6):308-314.
22. Hutton LC, Yan E, Yawno T, Castillo-Melendez M, Hirst JJ, Walker DW. Injury of the developing cerebellum: a brief review of the effects of endotoxin and asphyxial challenges in the late gestation sheep fetus. *The Cerebellum* 2014;13:777-786.
23. Strackx E, Gantert M, Moers V, van Kooten IA, Rieke R, Hürter H, et al. Increased number of cerebellar granule cells and astrocytes in the internal granule layer in sheep following prenatal intra-amniotic injection of lipopolysaccharide. *The Cerebellum* 2012;11:132-144.

24. Rees S, Stringer M, Just Y, Hooper SB, Harding R. The vulnerability of the fetal sheep brain to hypoxemia at mid-gestation. *Developmental brain research*. 1997;103(2):103-118.
25. Guerra-Pereira ML. Morphology and terminology of the cerebellum of cattle, sheep and goats. *Anat Histol Embryol* 1977;6(1):1-20.
26. Ballarin C, Povinelli M, Granato A, Panin M, Corain L, Peruffo A, et al. The brain of the domestic *Bos taurus*: weight, encephalization and cerebellar quotients, and comparison with other domestic and wild *Cetartiodactyla*. *PLoS One* 2016;11(4):1-14.
27. Montelli S, Suman M, Corain L, Cozzi B, Peruffo A. Sexually diergic trophic effects of estradiol exposure on developing bovine cerebellar granule cells. *Neuroendocrinol* 2017;104(1):51-71.
28. Koyun N, Aydinlioğlu A, Aslan K. A morphometric study on dog cerebellum. *Neurol Res* 2011;33(2):220-224.
29. Grigorian R, Prigarina E, Oleinik T, Karelina T. Functional role of cerebellar Purkinje cells in ontogenesis of postural-motor reactions in mature-and immature-born mammals. *J Evol Biochem Physiol* 2003;39:691-701.
30. Ruela C, Matos-Lima L, Sobrinho-Simões M, Paula-Barbosa M. Comparative morphometric study of cerebellar neurons. *Cells Tissues Organs*. 1980;106(2):270-275.
31. Harvey R, Napper R. Quantitative study of granule and Purkinje cells in the cerebellar cortex of the rat. *J Comp Neurol* 1988;274(2):151-157.
32. Larsen JO, Skalicky M, Viidik A. Does long-term physical exercise counteract age-related Purkinje cell loss? A stereological study of rat cerebellum. *J Comp Neurol* 2000;428(2):213-222.
33. Sørensen FW, Larsen JO, Eide R, Schiønning JD. Neuron loss in cerebellar cortex of rats exposed to mercury vapor: a stereological study. *Acta Neuropathol* 2000;100:95-100.
34. Kielar C, Sawiak SJ, Navarro Negredo P, Tse DH, Morton AJ. Tensor-based morphometry and stereology reveal brain pathology in the complexin1 knockout mouse. *PLoS One* 2012;7(2):1-11
35. Akosman M, Gocmen-Mas N, Karabekir H. Estimation of Purkinje cell quantification and volumetry in the cerebellum using a stereological technique. *Folia Morphol* 2011;70(4):240-244.
36. Selçuk ML, Tıprıdamaz S. A morphological and stereological study on brain, cerebral hemispheres and cerebellum of New Zealand rabbits. *Anat. Histol. Embryol* 2020;49(1):90-96.
37. Jelsing J, Gundersen HJG, Nielsen R, Hemmingsen R, Pakkenberg B. The postnatal development of cerebellar Purkinje cells in the Göttingen minipig estimated with a new stereological sampling technique—the vertical bar fractionator. *J Anat* 2006;209(3):321-331.
38. Sadeghinezhad J, Aghabalazadeh Asl M, Saeidi A, De Silva M. Morphometrical study of the cat cerebellum using unbiased design-based stereology. *Anat Histol Embryol* 2020;49(6):788-797.
39. Tunç AT, Turgut M, Aslan H, Sahin B, Yurtseven ME, Kaplan S. Neonatal pinealectomy induces Purkinje cell loss in the cerebellum of the chick: a stereological study. *Brain Res* 2006;1067(1):95-102.
40. Shahramian I, Heidari MSZ. Volumetry of brain of rat following methadone and buprenorphine administration. *Int J Pharmacol* 2006;2(2):253-255.
41. Zarow C, Kim T-S, Singh M, Chui H. A standardized method for brain-cutting suitable for both stereology and MRI-brain co-registration. *J Neurosci Methods* 2004;139(2):209-215.
42. Oto Ç, Hazıroğlu RM. Macro-anatomical investigation of encephalon in donkey. *Vet J Ankara Univ.* 2009;56(3):159-164.
43. Tompsett DH. *Anatomical techniques*. 2nd ed. Edinburg and London: E&S Livingstone; 1970.
44. Azevedo FA, Carvalho LH, Grinberg LT, Farfel JM, Ferretti RE, Leite RE, et al. Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain. *J Comp Neurol* 2009;513(5):532-514.
- 45.erculano-Houzel S. Coordinated scaling of cortical and cerebellar numbers of neurons. *Front Neuroanat* 2010;4:1-8.
46. Gundersen H, Bendtsen TF, Korbo L, Marcussen N, Møller A, Nielsen K, et al. Some new, simple and efficient stereological methods and their use in pathological research and diagnosis. *Apmis* 1988;96(1-6):379-394.
47. Canan S, Şahin B, Odacı E, Bünyami Ü, Aslan H, Bilgiç S, et al. Toplam hacim, hacim yoğunluğu ve hacim oranlarının hesaplanmasında kullanılan bir stereolojik yöntem: Cavalieri prensibi. *T Klin J Med Sci* 2002;22(1):7-14.
48. Howard CV, Reed M. *Unbiased Stereology: Three-Dimensional Measurement in Microscopy*. 2nd ed. New York, USA: Taylor & Francis; 2004.



- 
49. NAV. Nomina Anatomica Veterinaria. 6th ed. Hannover, Ghent, Columbia, MO, Rio de Janeiro: International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature; 2017.
  50. Quester R, Schröder. The shrinkage of the human brain stem during formalin fixation and embedding in paraffin. *J Neurosci Methods* 1997;75(1): 81-89.
  51. D'Arceuil H, de Crespigny A. The effects of brain tissue decomposition on diffusion tensor imaging and tractography. *Neuroimage* 2007;36(1);64-68.



## Otomatik/robotik ve geleneksel makineli sağımın somatik hücre ve aerobik kültür sayısı üzerine etkisinin değerlendirilmesi

Abdullah Engin GÖKTEPE<sup>1,a</sup>, Aytaç AKÇAY<sup>2,b</sup>, Hande GÜRLER<sup>3,c\*</sup>

<sup>1</sup> Tarım ve Orman Bakanlığı, Çorum İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Çorum, Türkiye

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>3</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-4812-2229<sup>a</sup>; 0000-0001-6263-5181<sup>b</sup>; 0000-0001-7239-5388<sup>c</sup>

### MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFORMATION:

#### Geliş / Received:

28 Aralık 22

28 December 22

#### Revizyon/Revised:

02 Mart 23

02 March 23

#### Kabul / Accepted:

30 Mart 23

30 March 23

#### Anahtar Sözcükler:

Aerobik bakteri sayısı  
Geleneksel makineli  
sağım sistemi  
Otomatik sağım sistemi  
Somatik hücre sayısı

#### Keywords:

Aerobic bacteria count  
Automatic milking  
system  
Conventional machine  
milking system  
Somatic cell count

©2023 The Authors.  
Published by Veteriner  
Hekimler Derneği. This is  
an open access article  
under CC-BY-NC license.  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)



### ÖZET

Sağım şekli süt kalitesi ve meme sağlığını etkilemektedir. Yapılan bu çalışmada, geleneksel makineli sağım ile otomatik sağım sistemleri kullanılarak sağılan ineklerde sağım sisteminin sütteki aerobik kültür sayısı ve somatik hücre sayısı üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma materyalini makineli sağım ile otomatik sağım sistemi kullanan çiftliklerden elde edilen tank sütü aerobik kültür sayısı ve somatik hücre sayısı analiz verileri oluşturmuştur. Sağım tipine göre süt örneklerindeki aerobik kültür ve somatik hücre sayılarının Log<sub>10</sub> dönüşümleri yapılmış, istatistik karşılaştırmasında Student T test kullanılmıştır. Çalışma sonucunda makineli sağım ile otomatik sağımından elde edilen süt örneklerinde aerobik kültür sayısı istatistik olarak anlamlı farklılık göstermiş (p=0,002), somatik hücre sayısı bakımından anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,605). Buna göre süt örneklerinde aerobik kültür sayısı (log<sub>10</sub>) makineli sağımda (4,83) otomatik sağımdan (4,28) daha yüksek hesaplanmıştır. Otomatik/robotik sağım sisteminin hijyene bağlı kriterler açısından geleneksel sağım sistemine kıyasla bir üstünlüğü olmadığı düşünülmektedir.

### *Evaluation of the effect of automatic and conventional machine milking on somatic cell and aerobic plate count*

### ABSTRACT

Milking style affects milk quality and udder health. In this study, the effect of milking system on the number of aerobic plate and somatic cell count in milk was investigated in cows milked using conventional machine milking and automatic/robotic milking systems. The study material consisted of milk samples collected from farms using conventional machine milking and automatic/robotic milking system. Log<sub>10</sub> conversions of aerobic plate and somatic cell numbers in milk samples were made according to milking type, and Student T test was used for statistical comparison. As a result of the study, the number of aerobic bacteria in milk samples obtained from conventional machine milking and automatic milking showed a statistically significant difference (p=0.002), but no significant difference was found in terms of somatic cell count (p=0.605). Accordingly, the number of aerobic plate (Log<sub>10</sub>) in milk samples was calculated higher in conventional machine milking (4.83) than automatic milking (4.28). It is thought that the automatic/robotic milking system does not have an advantage compared to the traditional milking system in terms of hygiene-related criteria.

## 1. Giriş

Süt üretiminin dolayısıyla süt inekçiliğinin en önemli temel iki unsuru üretilen sütün kalitesi ve miktarıdır. Sütün memeden alınması sırasında kullanılan sağım sistemi başta olmak üzere bu iki unsuru etkileyebilecek her faktörün dikkatle ele alınması hem ekonomik olarak hem de halk sağlığı açısından oldukça önemlidir. Dünya çapındaki süt ürünleri üreticileri için somatik hücre sayısı (SHS) yalnızca sürünün meme sağlığı performansının bir ölçüsü değil, aynı zamanda sütün pazarlanabilirliğinin de bir kistasıdır. Özellikle subklinik mastitisin en önemli belirteci olan SHS, sağım sistemi ve günlük sağım sıklığı gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir (1-3). Subklinik mastitisin süt üretiminde azalmaya, tank sütünde SHS artışına, sürüler arası ve sürü içinde patojenlerin yayılmasına neden olduğu bilinmektedir (4). Bu nedenle riskleri minimumda tutabilmek amacıyla subklinik mastitise etki eden her faktörün değerlendirilmesi önemlidir. Otomatik diğer bir deyişle robotik sağım sistemleri ile günlük sağım sayısının 3 kez olacak şekilde artırılabilirliği ve bunun elde edilen günlük süt miktarına olumlu yansıtılabileceği belirtilmektedir (5). Sağım sıklığı ve sağım sisteminin SHS üzerinde etkili olabileceği düşünülmeyle birlikte bu etki üzerine farklı fikirler ileri sürülmektedir. Danimarka, Finlandiya ve İsveç'te yapılan çalışmalarda otomatik sağım yapılan sürülerin geleneksel sağım sistemine sahip sürülere kıyasla daha yüksek tank süt SHS'sine ve ayrıca bireysel olarak ineklerde daha yüksek SHS'ye sahip olduğu bildirilmiştir (6-8). Frössling ve ark., (4) ise yaptıkları çalışmada sağım sistemindeki değişikliğin sürüde daha yüksek SHS ile ilgili sorunlara yol açmayacağını belirtmekle birlikte, uygun sürü yönetimin önemini özellikle vurgulamaktadır. Otomatik sağım sistemlerinin mandıra çiftliğine girmesi ile birlikte çiğ süt bileşimi, bakteri topluluğu ve dolayısıyla süt mikrobiyotasının değiştiği bildirilmektedir. Sağım sistemi tarafından mikrobiyotanın değiştirilmesi, somatik hücre sayıları ve süt bileşimi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Mastitisin ilerlemesi sırasında fırsatçı patojen bakterilerin artması ve sağlıklı süt kommensal bakterilerinin azalmasıyla süt mikrobiyomunda disbiyozisin oluşabileceği gösterilmiştir (9). Sağım süreci, sağım aralıkları, meme temizleme ve meme ucuna daldırma prosedürleri geleneksel ve otomatik sağım tipleri arasında tamamen farklılık göstermekte, sağım sürecindeki bu farklılığın çiğ süt mikrobiyotasını doğrudan etkileyebileceği bildirilmektedir (10). Özellikle otomatik/robotik sağım sisteminde makinanın temiz, bekleme alanı ile ilgili kısımlarının periyodik bakımlarının yapılması diğer bir önemli husustur (11).

Bu çalışmanın hipotezi tank sütünden elde edilen laboratuvar analiz verileri üzerinden oluşturulmuştur. Aynı iklim ve coğrafi koşullarda, aynı ırk ineklerin yetiştirildiği, yönetsel koşulları benzer ve iyi düzeyde olduğu bilinen ve aynı analiz laboratuvarında periyodik süt muayeneleri yapılan fakat farklı sağım sistemi kullanan iki ayrı sütçü işletmeden elde edilen veriler ile otomatik/robotik sağım sistemi ile geleneksel makineli sağım sisteminin SHS ve aerobik kültür sayısı (AKS) üzerine etkisi istatistik olarak karşılaştırılmıştır.

## 2. Gereç ve Yöntem

Çalışma Çorum ilinde yer alan otomatik/robotik sağım sistemi ve makinalı sağım sistemi kullanan ari işletme sertifikalı iki ayrı çiftlikten 2-10 yaşlı Simental ırkı ineklerden periyodik olarak alınan tank sütü verileri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Makinalı sağım yapılan işletme 2x12 balık kılıcı sağım sistemi kullanılan 900 başlıklı bir işletmedir. Sağım öncesi ve sonrasında teat dipping uygulamaları yapılmaktadır. Robotik sağım yapılan işletmede 600 damızlık inek bulunmaktadır. Çalışmada işletmelerden elde edilen toplam bir yıllık süre içerisinde aylık olarak elde edilen veriler kullanılmıştır. Veriler aynı ilde ve yakın bölgede yer alan, aynı laboratuvarı kullanan ve aynı bir yıllık (Aralık 2020–Aralık 2021) period içerisindeki fakat farklı sağım yöntemi kullanılan (otomatik/robotik, geleneksel makinalı sağım) iki farklı işletmeden elde edilmiştir.

Periyodik kontrol amacıyla süt tanklarından steril kaplara alınan numuneler bekletilmeden hemen analize alınmaktadır. Eğer kısa süre bekletilecekse +4°C'de, uzun süre bekletilecekse -20°C'de derecede saklandıktan sonra numune çalışılmaktadır. Analiz laboratuvarında AKS'yi belirlemek amacıyla 30°C'de yatay koloni sayım tekniği kullanılarak ISO 4833-1 sertifikalı Dökme Plak Yöntemi kullanılmaktadır. Sadece bakteri sayısı verileri değerlendirilmiştir. Somatik hücre sayımı ise Lactoscan SCC cihazı ile gerçekleştirilmektedir. Sağım tipine göre tanktan alınan süt örneklerinden elde edilen AKS ve SHS'lerin Log<sub>10</sub> dönüşümleri yapılarak istatistik

karşılaştırmasında Student T test kullanılmıştır.

### 3. Bulgular

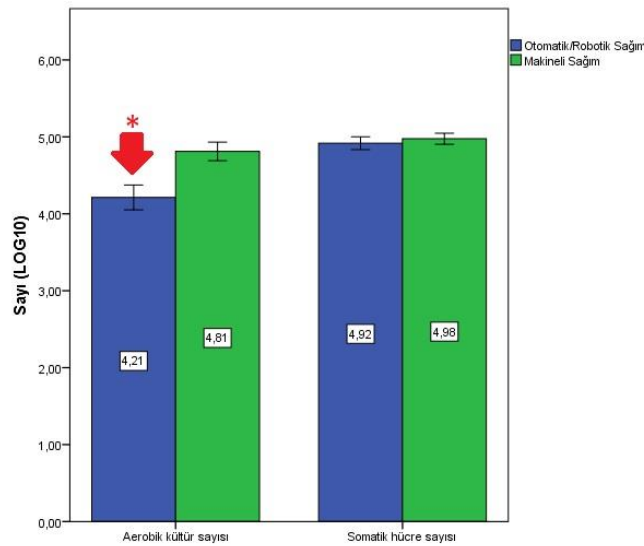
Geleneksel makineli sağım ile otomatik/robotik sağımından elde edilen süt örneklerinde AKS istatistiki olarak anlamlı farklılık göstermiş ( $p=0,002$ ), SHS bakımından ise anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p=0,605$ ). Buna göre süt örneklerinde AKS ( $\text{Log}_{10}$ ) makineli sağımda (4,83) otomatik/robotik sağımdan (4,28) daha yüksek hesaplanmıştır (Tablo 1, Şekil 1).

**Tablo 1:** Sağım şekline göre aerobik kültür ve somatik hücre sayısı

**Table 1:** Number of aerobic plate and somatic cells by milking type

	Sağım sistemi	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	P değeri (Student T Test)
Aerobik kültür sayısı	Otomatik/robotik	43	4,28±0,14	0,002 *
	Makineli	48	4,83±0,10	
Somatik hücre sayısı	Otomatik/robotik	32	4,92±0,08	0,605
	Makineli	27	4,98±0,07	

N:Süt örneği sayısı  $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ : Ortalama± Standart Hata



**Şekil 1:** Sağım şekline göre aerobik kültür ve somatik hücre sayısı

**Figure 1:** Number of aerobic plate and somatic cells by milking type

### 4. Tartışma ve Sonuç

Otomatik sağım sistemlerinin mandıra çiftliğine girmesi ile çığ süt bileşimi, bakteri topluluğu ve dolayısıyla süt mikrobiyotasının değiştiği bildirilmektedir (10). Sağım sistemi tarafından mikrobiyotanın değiştirilmesi, somatik hücre sayıları ve süt bileşimi ile ilişkilidir. Sağım süreci, sağım aralıkları, meme temizleme ve meme ucuna daldırma prosedürleri geleneksel ve otomatik sağım tipleri arasında tamamen farklılık göstermekte ve sağım sürecindeki farklılık çığ süt mikrobiyotasını doğrudan etkileyebilmektedir (10). Ancak yapılan çalışmalarda geleneksel makineli sağım ile otomatik sistemler arasında somatik hücre sayısındaki değişimler konusunda tutarsız sonuçlar

bildirilmektedir. Yaptığımız bu çalışmada otomatik ve makineli sağım grupları arasında sütün somatik hücre sayımlarında Klungel ve ark., (1) ve Abeni ve ark., (12) destekleyecek şekilde fark olmadığı görülmüştür. Ancak otomatik sağım sistemi ile sağımdan sonra somatik hücre sayısının arttığını bildiren araştırmacılar da vardır (8,13). Yapılan bu çalışma ile her ne kadar SHS’de anlamlı bir değişiklik olmasa da AKS’de anlamlı bir artış görülmüştür. Aerobik kültür sayısı SHS gibi sütün kalite kriterlerinden biri olmakla birlikte, çiftlik, çiftlik çalışanları ve sağım hijyeni ile ilişkilidir (11). Yapılan bu çalışma benzer yönetsel standartlarda olan, en önemli farklılıkları sağım sistemi olan iki çiftlikte yürütülmüştür. Dolayısıyla aerobik kültür sayısındaki artışın De Koning ve ark. (2003) yaptıkları çalışmayı destekler şekilde otomatik/robotik sağım sisteminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bahsi geçen çalışmada bunun nedeninin otomatik/robotik sağım cihazının bulaşık olmayan “temiz” olarak tabir edilen kısmı ve bekleme bölümü ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (11).

Yapılan bu çalışmayla otomatik/robotik sağım sisteminin geleneksel sağım sistemi ile kıyaslandığında nispeten daha yeni bir teknoloji olmasına rağmen yine yönetsel faktörlerin kalitesine muhtaç bir sistem olduğu düşünülmektedir. Ancak süt kalitesi ve verimi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarların çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur.

### **Finansal Kaynak Beyanı**

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

### **Yazar Katkısı Beyanı**

Fikir/kavram: Aytaç AKÇAY, Hande GÜRLER

Deney tasarımı: Aytaç AKÇAY

Denetleme/Danışmanlık: Hande GÜRLER

Veri toplama: A.Engin GÖKTEPE

Veri analizi ve yorum: Aytaç AKÇAY

Kaynak taraması: A.Engin GÖKTEPE, Hande GÜRLER

Makalenin yazımı: A.Engin GÖKTEPE, Aytaç AKÇAY, Hande GÜRLER

Eleştirel inceleme: Aytaç AKÇAY, Hande GÜRLER

### **Etik Onay**

Bu makaledeki sunulan verilerin, bilgilerin ve dokümanların akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edildiği, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçlarının bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunulduğuna dair yazarlardan etik beyan alınmıştır.

### **Kaynaklar**

1. Klungel GH, Slaghuis B, Hogeveen H. The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. *J Dairy Sci* 2000;83:1998-2003.
2. Sawa A, Piwczyński D. Frequency of the occurrence of cows with low somatic cell levels in milk during full lactation. (In Polish). *Med Wet* 2003;59:630-633.

3. Dufour S, Fréchette A, Barkema HW, Mussell A, Scholl DT. Invited review: Effect of udder health management practices on herd somatic cell count. *J Dairy Sci* 2011;94(2):563-579.
4. Frössling J, Ohlson, A, Hallén-Sandgren, C. Incidence and duration of increased somatic cell count in Swedish dairy cows and associations with milking system type. *J Dairy Sci* 2017;100(9):7368-7378.
5. Juozaitienė V, Juozaitis A, Brazauskas A, Žymantienė J, Žilaitis V, Antanaitis, R, Stankevičius R, Bobinienė, R. Investigation of electrical conductivity of milk in robotic milking system and its relationship with milk somatic cell count and other quality traits. *J Meas Eng* 2015;3:63-70.
6. Rasmussen MD, M. Bjerring P, Justesen and L. Jepsen. Milk quality on Danish farms with automatic milking systems. *J Dairy Sci* 2002;85:2869-2878.
7. Persson Waller KT, Westermarck T, Ekman K, Svennersten- Sjaunja K. Milk leakage—An increased risk in automatic milking systems. *J Dairy Sci* 2003;86:3488-3497.
8. Hovinen M, Pyörälä S. Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *J Dairy Sci* 2011;94:547-562.
9. Hoque MN., Istiaq A, Clement RA, Sultana M, Crandall KA, Siddiki AZ, Hossain MA. Metagenomic deep sequencing reveals association of microbiome signature with functional biases in bovine mastitis. *Sci Rep* 2019; 9:1-14.
10. Tu PA, Yang M K, Yu-Hsiang Y. Comparison of raw cow milk microbiota in two milking systems: A field study. *Ann Animal Sci* 2022;22(2):785-794.
11. de Koning, K., Slaghuis, B., van der Vorst, Y. Robotic milking and milk quality: effects on bacterial counts, somatic cell counts, freezing point and free fatty acids. *Ital J Anim Sci* 2003;2:291-299.
12. Abeni F, Terzano MG, Speroni M, Migliorati L, Capelletti M, Calza F, Bianchi L, Pirlo G. Evaluation of milk enzymes and electrolytes, plasma metabolites, and oxidative status in twin cows milked in an automatic milking system or twice daily in a conventional milking parlor. *J Dairy Sci* 2008;91:3372-3384.
13. Kruip TA, Morice H, Robert M, Ouweltjes W. Robotic milking and its effect on fertility and cell counts. *J Dairy Sci* 2002;85:2576-2781.



doi 10.33188/vetheder.1252618

Olgu Sunumu / Case Report

## Keratokonjunktivitisli bir tavuktan *Corynebacterium* spp. ve *Arcanobacterium* spp. izolasyonu

**Hüban GÖÇMEN<sup>1,a\*</sup>, Banur BOYNUKARA<sup>1,b</sup>**<sup>1</sup> Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Süleymanpaşa, 59030, Tekirdağ, TürkiyeORCID 0000-0002-2245-5781<sup>a</sup>; 0000-0002-2967-213X<sup>b</sup>

## MAKALE BİLGİSİ /

## ARTICLE INFORMATION:

## Geliş / Received:

17 Şubat 23

17 February 23

## Revizyon / Revised:

22 Mayıs 23

22 May 23

## Kabul / Accepted:

25 Mayıs 23

25 May 23

## Anahtar Sözcükler:

Akciğer

*Arcanobacterium* spp.*Corynebacterium* spp.

Göz

Tavuk

## Keywords:

*Arcanobacterium* spp.

Chicken

*Corynebacterium* spp.

Eye

Lung

©2023 The Authors.

Published by Veteriner

Hekimler Derneği. This is

an open access article

under CC-BY-NC license.

(https://creativecommons.

org/licenses/by-nc/4.0)



## ÖZET

Bu çalışmada, Tekirdağ ilinde bir tavuk çiftliğinde saptanan *Corynebacterium* ve *Arcanobacterium* spp. enfeksiyon olgusu sunuldu. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarına gözde tek taraflı şiddetli keratokonjunktiviteye bağlı kapanma, yüzde ödem ve solunum güçlüğü şikâyetiyle getirilen bir tavuğa nekropsi yapıldı. Tavuğun gözünden alınan irin ve diğer nekropsi materyallerinden (akciğer, kalp, karaciğer, dalak) uygun besi yerlerine ekimler yapıldı. İzole edilen bakterilerin identifikasyonu amacıyla rutin biyokimyasal testler uygulandı. Nekropsi makroskobik incelemede; gözün tamamen kapandığı ve içerisinde irinle dolu olduğu, akciğerde konjeste alanlar ve multifokal renk değişimleri ile kalpte hafif bir büyüme gözlemlendi. Materyallerden yapılan ekimlerde Columbia agar (%5 koyun kanlı) ve Tryptic Soy agarda üreme olurken, Mac Conkey ve Eosin Methylene Blue agarda üreme görülmedi. Karaciğer ve dalaktan yapılan ekimlerde üreme olmadı. Gram boyamada Gram pozitif çomaklar ve kokobasiller tespit edildi. Biyokimyasal testlerle; gözden alınan irinden *Corynebacterium* spp., akciğerden alınan örnekten *Arcanobacterium* spp. ve kalpten alınan örnekten *Corynebacterium* spp. izole ve tanımlandı. İzole edilen bu etkenler kanatlı hayvan türleri için potansiyel hastalık riski oluşturması açısından kayda değer bulundu.

### *Isolation of Corynebacterium spp. and Arcanobacterium spp. from a chicken with keratoconjunctivitis*

## ABSTRACT

In this study, a case of *Corynebacterium* spp. and *Arcanobacterium* spp. infection is presented from a poultry farm in Tekirdağ city. Necropsy was performed on a chicken brought to Tekirdağ Namık Kemal University Veterinary Faculty Microbiology Department Laboratory with complaints of unilateral severe keratoconjunctivitis, facial oedema and respiratory distress. The pus from the eye of the chicken and other necropsy materials (lung, heart, liver, spleen) were inoculated into appropriate media. Routine biochemical tests were performed to isolate and identify the growing bacteria. In necropsy macroscopic examination, a slight enlargement of the heart was observed with congested areas and multifocal colour changes in the lung, in which the eye was completely closed and filled with pus. While bacterial growth was observed on Columbia agar (5% sheep blood) and Tryptic Soy agar, no growth was observed on Mac Conkey and Eosin Methylene Blue agar from inoculated samples. There was no bacterial growth in the liver and spleen samples. The Gram-positive rods and coccobacilli were detected with Gram staining. As a result of biochemical tests; *Corynebacterium* spp. and *Arcanobacterium* spp. from the lung sample, and *Corynebacterium* spp. from the pus sample of the eye were isolated and identified. These isolations were found to be significant in terms of potential disease risk for poultry species.

**How to cite this article:** Göçmen H, Boynuvara B. Keratokonjunktivitisli bir tavuktan *Corynebacterium* spp. ve *Arcanobacterium* spp. izolasyonu. Vet Hekim Der Derg 2023; 94(2):161-167. DOI: 10.33188/vetheder.1252618

\* Sorumlu Yazar e-posta adresi / Corresponding Author e-mail address: hgocmen@nku.edu.tr

## 1. Giriş

*Corynebacterium* spp. ve *Arcanobacterium* spp. gibi Korineform bakteriler Gram pozitif çomak, aerobik ve fakültatif anaerobiktir. Hayvanların doğal mikrobiyotasında yaygın ve konakçıları ile sıkı kommensal ilişkilerde bulunabilirler. Ancak konakçının immun sisteminin zayıfladığı veya başka bir patojenle enfekte olduğu durumlarda fırsatçı patojen olarak özellikle kalp ve akciğer başta olmak üzere çeşitli doku ve organlara yerleşip enfeksiyonlara sebep olabilirler (1,2).

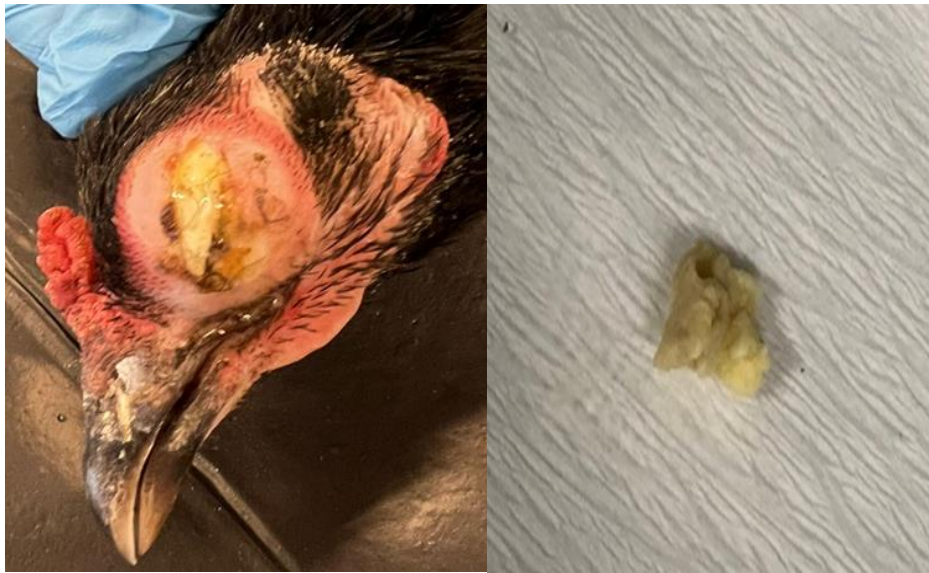
Bu çalışma, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarına gözde tek taraflı şiddetli keratokonjunktivitise bağlı kapanma, yüzde ödem ve solunum güçlüğü şikâyetiyle getirilen bir tavuğa ait nekropsi materyalinin bakteriyolojik olarak incelenmesi amacıyla yapıldı.

## 2. Olgu Tanıtımı

Gözde tek taraflı kapanma, yüzde şişlik ve solunum güçlüğü şikayeti ile Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarına getirilen tavuk usulüne uygun kesilerek nekropsi yapıldı. Bakteriyolojik tanı amacıyla gözden alınan irin ve nekropsi materyalleri Columbia agar (%5 koyun kanlı), Mac Conkey (MC) agar, Eosin Methylene Blue (EMB) agar ve Tryptic Soy agara (TSA) ekildi ve 37 ° C'de aerobik ortamda 24-72 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonrasında besi yerlerinde üreyen kolonilerden hazırlanan preparatlar Gram boyama yöntemiyle boyanarak mikrospta incelendi. İzole edilen bakteriler biyokimyasal testlerle tanımlendi (3, 4).

### Bulgular

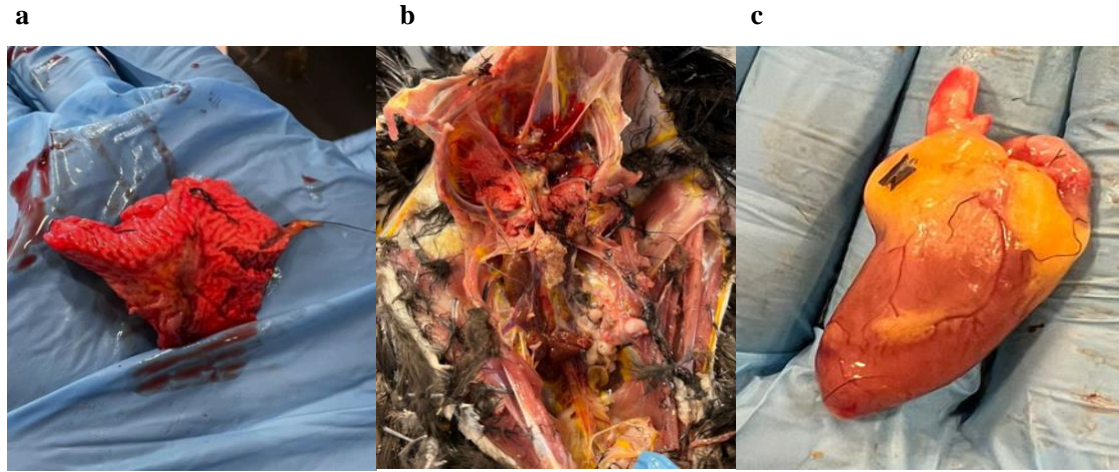
Nekropsi makroskobik incelemede; gözün tamamen kapandığı ve içerisinde irinle dolu olduğu (Şekil 1), akciğerde konjeste alanlar ve multifokal renk değişimleri (Şekil 2a,2b) ile kalpte hafif bir büyüme (Şekil 2c) gözlemlendi.



Şekil 1: Gözde kapanma ve irin

Figure 1: Closure of the eye and the eye pus





**Şekil 2:** (a) Akciğerde konjestive alanlar (b) Multifokal renk değişimleri (c) Kalpte hafif büyüme

**Figure 2:** (a) Congested areas in the lung (b) Multifocal color changes (c) Mild enlargement of the heart

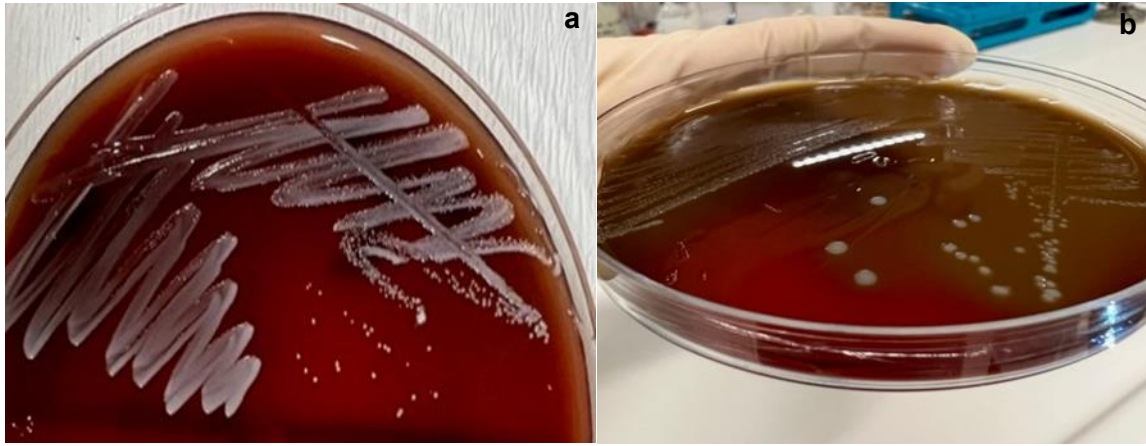
Karaciğer ve dalaktan besiyerlerine yapılan ekimlerde besiyerlerinin hiçbirinde üreme olmadı. Gözden alınan irin, akciğer ve kalpten yapılan ekimlerde Columbia agar (%5 koyun kanlı) ve TSA da üreme olurken, MC ve EMB agarda üreme görülmedi. Gözde irin, akciğer ve kalpten izole edilen bakterilerin % 5 koyun kanlı Columbia agarda üreme, katalaz ve oksidaz özellikleri ile Gram boyama mikroskopik görüntüleri aşağıda (Tablo 1, Şekil 3,4) gösterildi.

**Table 1:** Columbia agarda (%5 koyun kanlı) üreme ve katalaz, oksidaz özellikleri

**Table 1:** Bacterial growth and catalase, oxidase properties on Columbia agar (5% sheep blood)

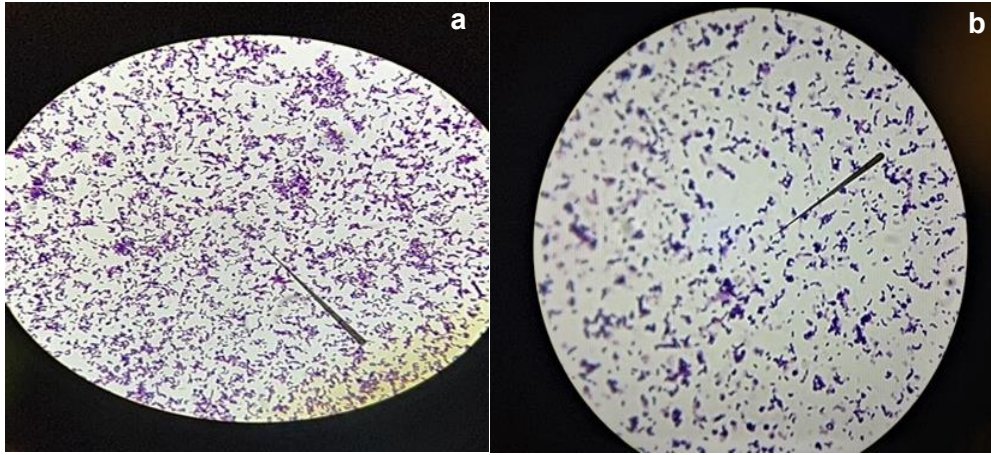
Özellik	Göz (irin materyali)	Akciğer	Kalp
Koloni tipi (%5 koyun kanlı Columbia agar base)	S tipli, beyaz renkte, nonhemolitik koloni	S tipli 24 saatte küçük nonhemolitik 48-72 saatte α hemolitik koloniler	S tipli, beyaz renkte, nonhemolitik koloni
Gram Boyama	Gram pozitif, küçük pleomorfik çomak	Gram pozitif kokobasiller	Gram pozitif küçük pleomorfik çomak
Katalaz	+	-	+
Oksidaz	değişken	-	değişken

İzole edilen bakterilerin identifikasyonu amacıyla diferansiyel besiyerlerine ekimler, Gram boyama yöntemi, katalaz, oksidaz, üre ve SIM (hareket ve indol) testleri uygulandı. Gözden alınan irinden *Corynebacterium* spp., akciğerden alınan örnekten *Arcanobacterium* spp. ve kalpten alınan örnekten *Corynebacterium* spp. bakterileri identifiye edildi.



**Şekil 3:** *Corynebacterium* spp. (a) ve *Arcanobacterium* spp. (b) koloni morfolojileri

**Figure 3:** Colony morphologies of *Corynebacterium* spp. (a) and *Arcanobacterium* spp. (b)



**Şekil 4:** *Corynebacterium* spp.(a) ve *Arcanobacterium* spp.(b) mikroskopik morfolojileri (Gram boyama)

**Figure 4:** Microscopic morphologies of *Corynebacterium* spp.(a) ve *Arcanobacterium* spp.(b) (Gram staining)

### 3. Tartışma ve Sonuç

Kanatlılarda barsak mikrobiyotasının kalitesi hayvan sağlığı ve hastalıklardan korunmada son derece önemlidir (5). *Corynebacterium* ve *Arcanobacterium* cinsinde yer alan pek çok tür, karbonhidratları metabolize ederek laktat ve süksinat gibi organik asitlere çevirebilmekte ve bu özellikleri nedeniyle kanatlı hayvanların barsak florasında yemden yararlanmaya yardımcı mikroflora içerisinde değerlendirilmektedir (6). Bu grup bakteriler aynı zamanda kanatlı hayvanların deri mikrobiyotasında (7), konjunktival mikroflorasında (8-12) bulunur.

*Arcanobacterium pyogenes* (*Corynebacterium* spp. gibi) oportunistik patojenler; memeli ve kanatlı hayvanlarda deri, eklem ve iç organlar gibi çeşitli organlarda suppuratif enfeksiyonlara da sebep olmaktadır (13). Yapılan çalışmalarda, Korineform grubu olarak tanımlanan *Corynebacterium* ve *Arcanobacterium* cinsi bakterilerin kanatlılarda pnömoni, endokarditis, septik artiritis (13), infeksiyöz konjunktivitis (14, 15) ve miiks enfeksiyonlara neden olduğu (16); penguen (14, 17), leylek (18), kartal (19) ötücü kuşlar (20), ağaçkakan (21), kaz (22), papağan (7), turna (10), kanarya (16), pelikan (23) ve tavuk (12) gibi pek çok yabani ve evcil kanatlı hayvan türünden izole edildiği bildirilmektedir. Çalışmamızda, Korineform bakterilerin göz, akciğer ve kalpten saf olarak izole edilmesi araştırmacıların

bulgularını desteklemektedir. Awan ve ark. (24), klinik olarak hasta ticari broylerlerde kan, karaciğer örneklerinden ve diz eklemlerinden elde edilen 132 izolattın %18'inde *Corynebacterium* sp. izole etmişlerdir. Diğer bir vaka da kafeste yetiştirilen yumurtacılar da meydana gelen septisemi, iç organ lezyonları, kutanöz apselerle karakterize bir enfeksiyondan *A.pyogenes* izole edilmiş ve %14'e varan ölüm oranı ve yumurta üretiminde %27'den fazla düşüş meydana gelmiştir. Etkenin giriş yeri, kötü kafes koşullarından kaynaklı olarak deri lezyonları olduğunu öne sürmüşlerdir (25). Çalışmamızda ise; tavuk sürüsünde gözlenen hastalığın neden olduğu etkenin izolasyonu amacıyla, klinik semptomlu bir tavuğun nekropsisi bulgularında gözde ve iç organlarında gözlenen patolojik bulguların tespiti ile ve mikroskopik bulgularının sonucunda sürünün *Corynebacterium* ve *Arcanobacterium* türlerinin neden olduğu enfeksiyonun varlığı ile desteklemektedir ancak deri lezyonları ve eklemlerde bir semptomla rastlanmamıştır.

Sonuç olarak; bu çalışmada, tek taraflı göz lezyonu ve solunum güçlüğü şikâyeti ile Mikrobiyoloji Laboratuvarına getirilen tavuğa ait nekropsisi materyalinden bakteriyel etken izolasyonu ve identifikasyonu gerçekleştirildi. Mikrobiyolojik analizler sonucunda; gözden alınan irinden *Corynebacterium* spp. akciğerden alınan örnekten *Arcanobacterium* spp. ve kalpten alınan örnekten *Corynebacterium* spp. izole ve identifiye edildi. Hasta bir tavuktan izole edilen bu etkenlerin fenotipik ve genotipik olarak daha detaylı incelenmesi, virülens ve patojenik özelliklerinin tespiti ile kanatlı hayvanlarında meydana gelen septisemi vakalarından kaynaklı ölüm oranlarında düşüş ve verim kayıplarında artış için önemli katkılara imkan sağlayacaktır.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makalenin yazar/yazarları, çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması olmadığını bildirmektedir.

### **Finansal Kaynak Beyanı**

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

### **Yazar Katkısı Beyanı**

Bu bölümde makalenin yazar/yazarlarının çalışmaya katkıları aşağıdaki başlıklar yardımıyla yazar(lar)ın isim-soyisimleri kullanılarak belirtilmelidir.

Fikir/kavram: Hüban GÖÇMEN, Banur BOYNUKARA  
Deney tasarımı: Hüban GÖÇMEN, Banur BOYNUKARA  
Denetleme/Danışmanlık: Hüban GÖÇMEN, Banur BOYNUKARA  
Veri toplama: Hüban GÖÇMEN, Banur BOYNUKARA  
Veri analizi ve yorum: Hüban GÖÇMEN, Banur BOYNUKARA  
Kaynak taraması: Hüban GÖÇMEN, Banur BOYNUKARA  
Makalenin yazımı: Hüban GÖÇMEN, Banur BOYNUKARA  
Eleştirel inceleme: Hüban GÖÇMEN, Banur BOYNUKARA

### **Etik Onay**

Bu makaledeki sunulan verilerin, bilgilerin ve dokümanların akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edildiği, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçlarının bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunulduğuna dair yazarlardan etik beyan alınmıştır.

## Kaynaklar

1. İzgür M, Akan M, editör. Kanatlı Hayvan Hastalıkları, 1.Baskı, Medisan Yayınevi, 2002.
2. Aydın N., Paracıkoğlu J., editör. Veteriner Mikrobiyoloji (Bakteriyel Hastalıklar), İlke-Emek Yayınları, 2006.
3. Arda M, Temel Mikrobiyoloji, 5. Baskı, Medisan Yayınevi, 2015.
4. Quinn, PJ, Carter ME, Markey BK, Carter GR. Clinical Veterinary Microbiology, Mosby; 1999.
5. Zhu C, Song W, Tao Z, Liu H, Zhang S, Xu W et al. Analysis of microbial diversity and composition in small intestine during different development times in ducks. *Poult Sci* 2020; 99: 1096-1106.
6. Wen C, Yan W, Mai C, Duan Z, Zheng J, Sun C et al. Joint contributions of the gut microbiota and host genetics to feed efficiency in chickens. *Microbiome* 2021; 9:126. <https://doi.org/10.1186/s40168-021-01040-x>
7. Krumbek JA, Turner DD, Diesel A, Hoffmann AR, Heatley JJ. Skin microbiota of quaker parrots (*Myiopsitta monachus*) with normal feathering or feather loss via next-generation sequencing technology. *J Exot Pet Med* 2022; 42: 26-34.
8. Wolf ED, Amass K, Olsen J. Survey of conjunctival flora in the eye of clinically normal, captive exotic birds. *J Am Vet Med Assoc* 1983; 183: 1232-1234,
9. Dupont C, Carrier M, Higgins R. Bacterial and fungal flora in healthy eyes of birds of prey. *Can Vet J* 1994; 34: 699-701.
10. Miller PE, Langenberg JA, Hartmann FA. The normal conjunctival aerobic bacterial flora of three species of captive cranes. *J Zoo Wildl Med* 1995; 26(4): 545-549.
11. Swinger RL, Langan JN, Hamor R. Ocular bacterial flora, tear production, and intraocular pressure in a captive flock of humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*). *J Zoo Wildl Med* 2009; 40, 430-436.
12. Nardi S, Leoni FP, Monticelli V, Ebani VV, Bertelloni F, Marzoni M *et al.* Tear Production, Intraocular Pressure, Ultrasound Biometric Features and Conjunctival Flora Identification in Clinically Normal Eyes of Two Italian Breeds of Chicken (*Gallus gallus domesticus*). *Animals* 2021; 11: 2987. <https://doi.org/10.3390/ani11102987>
13. Gyles CL, Prescott JF, Songer G, Thoen CO, editors. Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. 4th ed. Blackwell Publishing; 2010.
14. Bayram LÇ, Abay S, Saticiöglü İB, Güvenç T, Ekebaş G, Aydın F. The ocular pyogranulomatous lesion in a Gentoos penguin (*Pygoscelis papua*) from the Antarctic Peninsula: evaluation of microbiological and histopathological analysis outcomes. *Vet Res Com* 2021; 45: 143-158.
15. Liu Q, Fan G, Wu K, Bai X, Yang X, Song W *et al.* Description of *Corynebacterium poyangense* sp. nov., isolated from the feces of the greater white-fronted geese (*Anser albifrons*). *J Microbiol* 2022; 60(7): 668-677.
16. Shivaprasad HL, Kim T, Tripathy D, Woolcock PR, Uzal F. Unusual pathology of canary poxvirus infection associated with high mortality in young and adult breeder canaries (*Serinus canaria*), *Avian Pathol* 2009; 38(4): 311-316.
17. Goyache J, Ballesteros C, Vela AI, Collins MD, Briones V, Hutson RA *et al.* *Corynebacterium sphenisci* sp. nov., isolated from wild penguins. *Int J Syst Evol Microbiol* 2003; 53: 1009-1012.
18. Fernández-Garayzábal JF, Vela AI, Egido R, Hutson RA, Lanzarot MP, Fernández-García M *et al.* *Corynebacterium ciconiae* sp. nov., isolated from the trachea of black storks (*Ciconia nigra*). *Int J Syst Evol Microbiol* 2004; 54: 2191-2195.
19. Fernandez-Garayzabal JF, Egido R, Vela AI, Briones V, Collins MD, Mateos A *et al.* Isolation of *Corynebacterium falsenii* and description of *Corynebacterium aquilae* sp. nov., from eagles. *Int J Syst Evol Microbiol* 2003; 53: 1135-1138.
20. Whittaker DJ, Theis KR. Bacterial communities associated with junco preen glands: preliminary ramifications for chemical signaling. In: Schulte BA, Goodwin TE, Ferkin MH., editors. Chemical Signals in Vertebrates 13, Springer International Publishing; 2016. p. 105–117.
21. Braun MS, Wang E, Zimmermann S, Boutin S, Wink M. *Kocuria uropygioeca* sp. nov. and *Kocuria uropygialis* sp. nov., isolated from the preen glands of great spotted woodpeckers (*Dendrocopos major*). *Syst Appl Microbiol* 2018a; 41(1): 38-43.
22. Braun MS, Wang E, Zimmermann S, Wink M. *Corynebacterium heidelbergense* sp. nov., Isolated from the preen glands of Egyptian geese (*Alopochen aegyptiacus*). *Syst Appl Microbiol* 2018b; 41: 564-569.

- 
23. Lynch GL, Scagliotti RH, Hoffman A, Dubielzig RR. Penetrating keratoplasty in a California Brown Pelican. *Vet Ophthalmol* 2007; 10(4): 254-261.
  24. Awan MA, Matsumoto M. Heterogeneity of staphylococci and other bacteria isolated from six-week-old broiler chickens. *Poult Sci* 1998; 77: 944-949.
  25. Corrales W, Vivo LM, Gutierrez E. Cutaneous abscesses in a flock of caged layers. Report of an outbreak. *Revista Avicultura* 1988; 32: 15-27.





doi 10.33188/vetheder.1298063

Olgu Sunumu / Case Report

## Undertail body wall herniation with abdominal air sac rupture in budgerigar (*Melopsittacus undulatus*)

Eren USLU<sup>1,2,a\*</sup>, Şeyma Sueda BAYRAKTAR<sup>1,2,b</sup>, Zeynep ATEŞ<sup>1,2,c</sup><sup>1</sup> Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, TürkiyeID 0000-0002-1923-2042<sup>a</sup>; 0009-0005-1435-2706<sup>b</sup>; 0009-0004-7256-8719<sup>c</sup>

## MAKALE BİLGİSİ /

## ABSTRACT

## ARTICLE INFORMATION:

## Geliş / Received:

16 Mayıs 23

16 May 23

## Revizyon/Revised:

25 Mayıs 23

25 May 23

## Kabul / Accepted:

04 Haziran 23

04 June 23

## Anahtar Sözcükler:

Muhabbet Kuşu

Melopsittacus undulatus

Fitik

Hava Kesesi Rupturu

Kuyruk Altı

## Keywords:

Budgerigar

Melopsittacus undulatus

Hernia

Air Sac Rupture

Undertail

Ventral abdominal hernia cases are frequently encountered in bird species. These abdominal hernias are usually seen in sexually active female birds. Although the etiopathology is not fully understood, it is believed that the main cause is hyperestrogenism. Among the herniated organs, intestines have been reported most commonly. However, a case of abdominal hernia accompanied by air sac rupture has not been identified in the literature. An 8-year-old female budgerigar presented with a complaint of swelling under the tail and was brought to Ankara University Veterinary Hospital. Clinical examination revealed the presence of a ventral abdominal hernia under the tail. Radiographic evaluation showed that a significant portion of the swelling was filled with air, and the herniated structures were identified as intestines. The swelling was punctured with a 16G gray cannula, and the air was completely drained. Immediately after the air was expelled, it was observed that the air was refilled, indicating air sac rupture. During the surgery, the herniated intestines were reduced, and the abdominal wall was repaired. At the final follow-up examination after 14 days, complete recovery of the patient was observed. In conclusion, the surgical procedure and postoperative follow-up results of a case involving previously unreported ventral abdominal herniation accompanied by air sac rupture are presented.

### *Muhabbet kuşunda (Melopsittacus undulatus) abdominal hava kesesi rupturu ile birlikte seyreden kuyruk altı fitik olgusu*

## ÖZET

Kuş türlerinde ventral abdominal hernia vakalarına oldukça sık olarak rastlanılmaktadır. Abdominal fitiklar genellikle seksüel olarak aktif olan dişi kuşlarda görülmektedir. Bunun etiopatolojisi tam olarak bilinmese de temel nedenin hiperöstrojenizm olduğu düşünülmektedir. Fitiklaşan organlar arasında en sık olarak bağırsaklar bildirilmiştir. Ancak hava kesesi rupturu ile birlikte abdominal herni şeklinde bir vaka literatürde belirlenememiştir. Kuyruk altı şişkinlik şikayetiyle gelen 8 yaşında dişi muhabbet kuşu, Ankara Üniversitesi Hayvan Hastanesi'ne getirildi. Yapılan klinik muayenesinde kuyruk altı fitik olduğu saptandı. Radyografik değerlendirmesinde, bu şişliğin büyük bir kısmının hava olduğu, ayrıca fitiklaşan yapıların da bağırsaklar olduğu saptandı. Şişliğe 16G gri kanül ile punksiyon yapıldı ve hava tamamen boşaltıldı. Hava boşaltıldıktan hemen sonra tekrar havanın dolduğu gözlemlendi ve buna istinaden hava kesesi rupturu olduğu saptandı. Yapılan operasyonda, fitiklaşan bağırsaklar reddedilerek abdominal duvar tamir edildi. 14 gün sonraki son kontrolünde hastanın tamamen iyileştiği gözlemlendi. Sonuç olarak, daha önce literatürde rastlanmamış kuyruk altı herniasyon ile birlikte seyreden hava kesesi rupturu olgusunun operasyonu ve post-operatif kontrol sonuçları paylaşılmaktadır.

©2023 The Authors.

Published by Veteriner

Hekimler Derneği. This is

an open access article

under CC-BY-NC license.

(https://creativecommons.

org/licenses/by-nc/4.0)



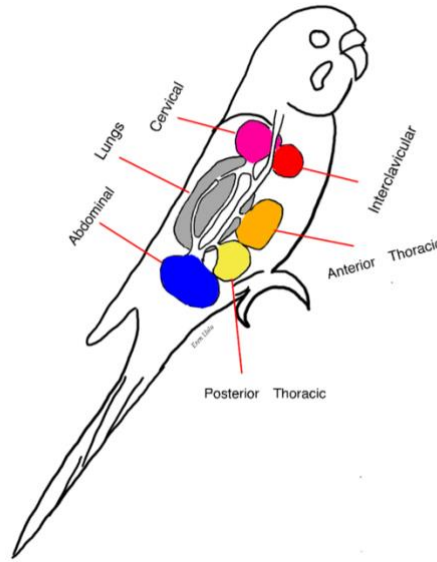
**How to cite this article:** Uslu E, Bayraktar ŞS, Ateş Z. Undertail Body Wall Herniation With Abdominal Air Sac Rupture in Budgerigar (*Melopsittacus undulatus*). Vet Hekim Der Derg 2023; 94(2):168-176. DOI: 10.33188/vetheder.1298063

\* Sorumlu Yazar e-posta adresi / Corresponding Author e-mail address: uslue@ankara.edu.tr

## 1. Introduction

The avian respiratory system includes two morphologically and functionally distinct but concomitant pulmonary structures. The first is the lungs, which provide the main gas exchange, and the other is the air sacs. The parenchymal, gas-exchanging portion of the lung is attached dorsolaterally to the rib cage and most of it is buried between the ribs (1). The lungs connect directly with the air sac system (2).

Air sacs are large, sensitive and transparent air chambers that connect to the lung in areas called ostia located on the cranial, ventral, and distal edges of the lung (Figure 1). Air sacs make up the largest portion of the total volume of the bird's respiratory system (3). The avians have five air sacs of different size and place. These are the cervical, the interclavicular, the craniothoracic, the caudothoracic, and the abdominal air sacs (4).



**Figure 1:** Anatomical positioning of the air sacs in the budgerigar

**Şekil 1:** Muhabbet kuşlarında hava keselerinin anatomik yerleşimi

Compared to the cranial air sacs group, the oxygen concentration is higher and the carbon dioxide concentration is lower in the caudal air sacs (5). The air sacs most commonly come to veterinary attention when infectious agents take root or with rupture of the air sacs causing subcutaneous emphysema (3). Focal damage to any air sac may result in air sac rupture and subsequent subcutaneous emphysema (6).

Budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) are the most common avian patients for abdominal hernias and are thought to be caused by the thinning and gradual separation of muscle fibres (7). Although the aetiology is not known precisely, it is suggested that hyperestrogenism, and changes in calcium metabolism cause abdominal hernias (8). Reproductively active females are more common for hernias caused by straining, possibly from dystocia or chronic ovulation (9). Trauma or intra-abdominal masses can also lead to hernia formation (10). The intestines are the most commonly reported herniated organ in avian abdominal hernias (11).

Affected birds are middle-aged to older birds that usually present with varying degrees of abdominal distension. If the hernia grows, ulceration and bleeding may occur on the skin. Typically, a broad-based stance is observed. Droppings are usually larger in volume and defecation occurs less frequently (8).

The aim of this case report is to describe the clinical findings and post-operative processes of a previously unreported occurrence of gallbladder rupture associated with a subhepatic abdominal hernia. Furthermore, it aims to contribute this unprecedented condition to the existing literature.

## 2. Case Story

An 8-year-old female budgerigar used as a breeder applied for an evaluation of a ventral tail mass that was first noted 1.5 years earlier (Figure 2). The patient was originally seen by another veterinarian, but no diagnosis could be made. Known to have had a history of egg squeezing, the bird had no history of reproductive activity after the event and showed no symptoms other than the present undertail mass. About a month before his admission to our hospital, the patient's owner observed that the swelling in question was filled with air by inflating like a balloon, and this swelling was relieved, especially with sleep, in the evening hours. In addition, it was stated that the patient did not want to fly too much and generally wanted to stay in her cage. During this period, appetite and general condition were evaluated as normal. An application was made to our faculty for the diagnosis and treatment of swelling that reached the size of an egg in the last week.



**Figure 2:** Photographs of an 8-year-old female budgerigar while presenting for an undertail mass caudal to the cloaca during her examination on her first visit to the clinic.

*Şekil 2: Kliniğe ilk getirildiği gün kuyruk altında şişlik belirlenen 8 yaşında dişi muhabbet kuşunun fotoğrafları*

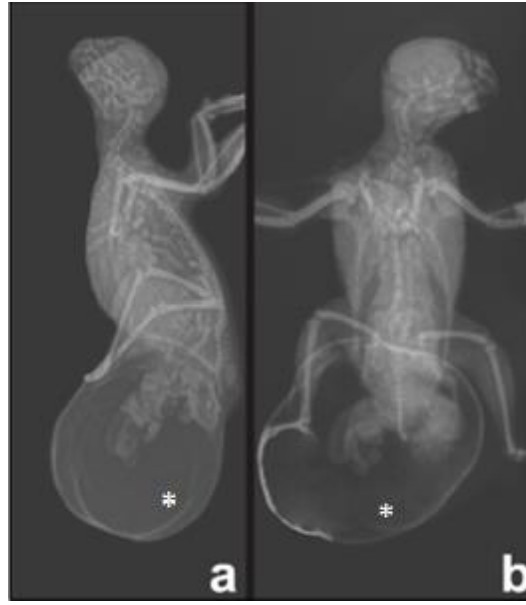
On physical examination at the presentation, the patient was alert and responsive. The body weight was 32 grams and according to Burton et al, (12) the body condition score was 3/7. As a result of the clinical examination, a well-demarcated 6 cm in diameter, fluctuant, gas-filled, keratinized mass with a thick abdominal skin line was observed in the abdominal region (belly).

The radiographic evaluation identified abdominal herniation and showed that the radiolucent area inside the hernia sac may be due to abdominal air sac rupture due to chronic irritation (Figure 3).

A fine needle aspiration (FNA) with a 16G gray cannula of the mass was performed and the accumulated air in the abdomen was evacuated. 2-3 seconds after the completion of the procedure, the evacuated air filled the abdomen more than its former tension (Figure 4). As a result, rupture of the abdominal air sac was determined.

One week later, the budgerigar presented for a mass removal. Due to patient size and the limited blood volume to be sampled, no hematologic testing was performed before the planned surgical removal of this mass.





**Figure 3:** Preoperative right lateral radiograph of a budgerigar with abdominal hernia (a) showing a radiodense protruding pericloacal herniation with radiolucent air. Ventrodorsal radiograph of the same budgerigar showing the protruding mass; hernia and air contents could be visualized (b). Extended skin margin and air opacity between the abdominal wall and skin margin are observed (star).

**Şekil 3:** Pre-operatif olarak çekilmiş abdominal fitiği olan muhabbet kuşunun sağ lateral radyografisi (a), radyolojik olarak yoğun bir şekilde dışarı doğru çıkıntı olarak belirlenmiş perikloakal fitikleşmeyi ve radyolüsent hava içeriği gösterilmektedir.

Aynı muhabbet kuşunun ventrodorsal radyografisi (b). Abdominal karın duvarı ile deri arasında gözlenen radyolüsent hava (yıldız).



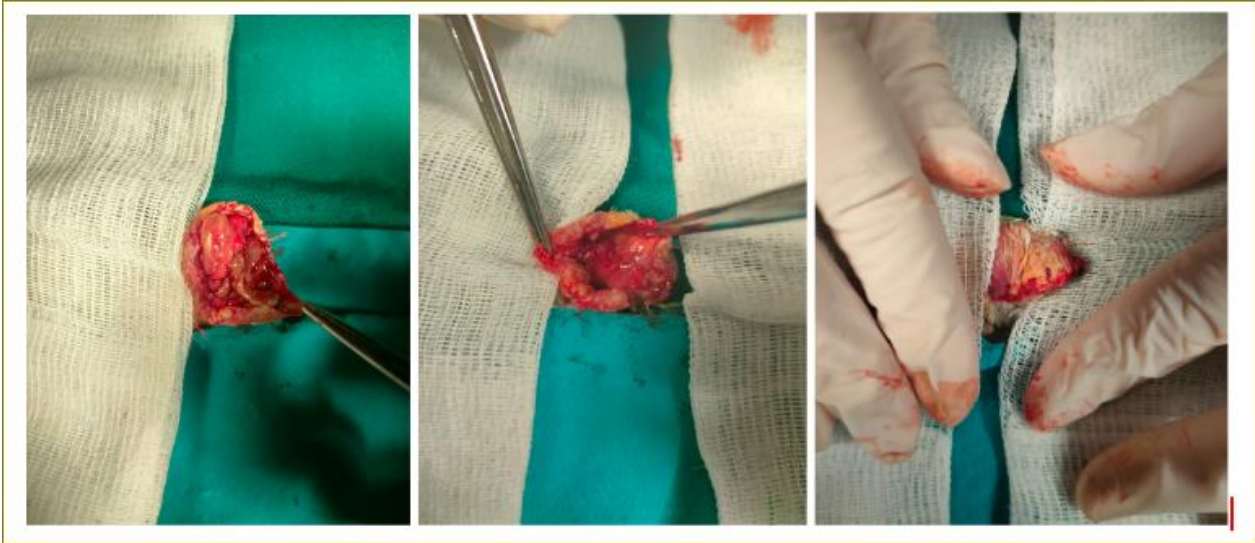
**Figure 4:** Refilling the mass with air as a result of puncture; Evacuation of air by puncture (a), when the air is completely evacuated (b), refilling the air 2-3 seconds after puncture (c)

**Şekil 4:** Karın altındaki havanın püksiyon ile boşaltılması prosedürü; Havanın boşaltılması (a), Hava tamamen boşaltıldığında (b), Boşaltılan havanın 2-3 saniye içinde tekrar dolması (c)

Oxygenation was applied for 10 minutes before the operation. Preoperative analgesia (Tanacetum parthenium, 1 drop/50 gr, PO, Avicare, Turkey) and antibiotics (Enrofloxacin 15 mg/kg, PO, Baytril 5%, Bayer, Turkey) were administered. The bird was induced with isoflurane (5% in 5 L/min of 100% oxygen), (Isoflurane USP, Adeka İlaç, Turkey) via facemask and anesthesia was maintained (SMS Medical Co. Ltd, Turkey). The bird was placed in dorsal recumbency, and a heating bag was used to help maintain normothermia. The feathers around the operation area were removed to cover the abdomen and the site was prepared aseptically with 2% chlorhexidine solution. A melon slice incision was made on the yellow, dry, and keratinized skin with a no15 scalpel. In the surgical evaluation, the mass observed that the intestines were herniated as a result of the rupture of the abdominal muscles (Figure 5).

After the herniated bowel tissue was rejected into the abdomen, the hernia hole was debrided and the muscular defect in the body wall was closed with a simple continuous suture with absorbable suture (5/0 PGLA, Katsan, Turkey). Excess skin tissue was removed and the skin was narrowed and closed in a simple continuous pattern with the same absorbable suture (5/0 PGLA, Katsan, Turkey). With this method, it was expected that the gas leaking from the air sac would accumulate in the abdomen and heal the air sac defect by creating pressure.

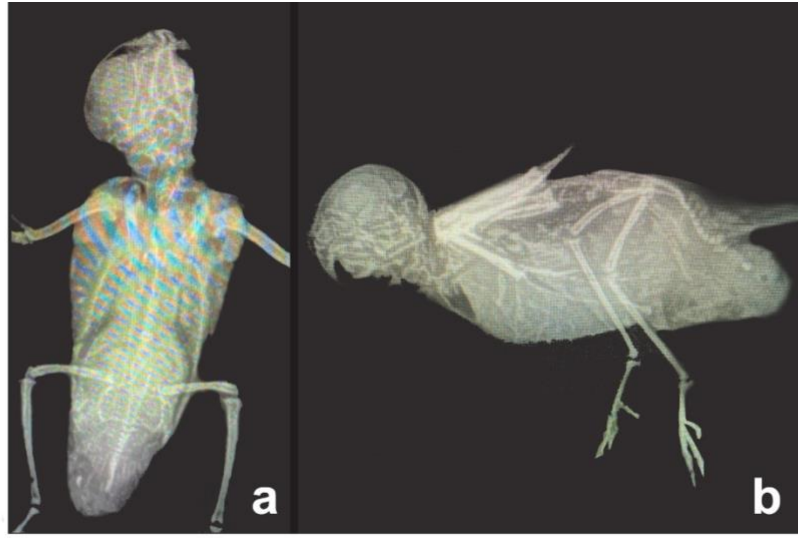
Blood loss in the procedure was minimal and hemostasis was performed using tampons. The patient recovered uneventfully from surgery and passing normal excrements within 1 hour and eating was allowed 3 hours after the operation.



**Figure 5:** Surgical evaluation, the mass observed that the intestines were herniated as a result of the rupture of the abdominal muscles

**Şekil 5:** Cerrahi değerlendirme sonrasında, belirlenen kitlede hava ile birlikte bağırsakların fıtıklaştığı belirlenmiştir.

Postoperative radiographs containing lateral and dorsoventral views were supported (Figure 6). The bird was released to care for its owners with continued enrofloxacin (15 mg/kg, PO, q24h, 7 days, Baytril %5, Bayer, Turkey), analgesic (Tanacetum parthenium, 1 drop/50 gr, PO, q24h, 7 days, Avicare, Turkey), liver support (Silybum marianum, 1 drop/ /50 gr, PO q24h, 7 days, Avicare, Turkey) and multivitamin & amino acid (Multivitamin&Aminoacid, 1 drop/50 gr, PO, Avicare, Turkey).



**Figure 6:** Postoperative right ventrodorsal radiograph of a budgerigar with abdominal hernia operation (a), postoperative lateral radiograph of the same budgerigar (b).

*Şekil 6: Postoperatif olarak çekilen radyografilerde fitiğin tamamen düzeldiği görülmektedir. Ventrodorsal görüntü (a), Laterolateral görüntü (b).*

The owner was instructed to keep the budgerigar in a smaller cage to limit activity for 7 days (Figure 7). Two weeks later, the bird was rechecked and showed no abnormalities in medical history, lifestyle or physical examination.



**Figure 7:** Post-operative 7th day control photograph of an 8-year-old female budgerigar who applied to the clinic with the complaint of an abdominal mass.

*Şekil 7: Post-operatif 7. Günde muhabbet kuşunun herhangi bir şikayeti ve nüks olgusu ile karşılanmamıştır.*

On the 14th postoperative day, the patient was allowed to fly and the treatment process was completed after the controls. To date, 2 months after the procedure, the bird remained healthy and flying performance also increased as reported by the owner over the phone.

### 3. Discussion and Conclusion

This case report describes a unique appearance of the diagnosis and surgical repair of a chronic ruptured abdominal air sac with a ventral abdominal hernia in a budgerigar. Abdominal hernias are common in sexually active female budgerigar (7). However, no case associated with rupture of the abdominal air sac has been reported. The budgerigar in this case was a solid female, moderately overweight, and had a problematic history of laying or breeding.

Ventral abdominal hernias, though commonly seen in budgerigars (7,13), have been reported in other avian species including a common myna (*Acridotheres tristis*) (13), a red lory (*Eos bornea*) (8), a wild Northern pintail (*Anas acuta*) (14), and multiple pigeons (*Columba livia*) (9). Typically, the abdominal muscles are dilated along the line of the linea alba (13) resulting in the representation of a ventral midline hernia (11). However, there are no reports of abdominal hernia and air sac rupture in budgerigars.

Air sac rupture in birds is usually the result of trauma; however, other causes include infectious disease, nutritional deficiencies and significantly difficult breathing. The most common complication of air sac rupture is subcutaneous emphysema, which presents as a painless, soft swelling (15). It is not usually life-threatening, but is a source of pain and discomfort and significantly affects quality of life (15). Although air sac ruptures in budgerigars usually occur as a result of chronic inflammation, it is thought to be caused by intense abdominal pressure formed during egg laying in this case.

Subcutaneous emphysema can be differentiated from other lesions by its characteristic features, which include painless, non-febrile, and balloon-like palpation. It can be easily diagnosed through fine needle aspiration (15). Various techniques have been attempted in previous literature for subcutaneous emphysema, with the most commonly used being subdermal stents. These have been found to provide significant benefits in the clinical improvement of the patient. Different materials are used for these stents, with Teflon or plastic stents being the most commonly used (16). Various underlying causes can lead to subcutaneous emphysema, including trauma, inflammation, infection, and nutritional deficiencies. It is believed that in this budgerigar, subcutaneous emphysema is caused by an increase in abdominal pressure due to continuous egg-laying. Furthermore, it is thought that as the bird ages, the weakening of abdominal muscles and excessive increase in internal pressure can cause the rupture of the air sac and result in subcutaneous emphysema.

The most common complication observed following stent implantation surgeries is usually the formation of debris due to inflammatory reactions in the region, leading to the failure of stents to adhere permanently. The reason for this is the development of foreign body reactions (17). Therefore, in this case, a stent was not implanted during the operation. Despite the absence of a stent, the patient fully recovered and did not develop subcutaneous emphysema again as a result of air sac rupture. The possible reason for the absence of recurrent air sac rupture may be attributed to the internal organs that were replaced during the repair of the parakeet's abdominal hernia, which applied pressure to the abdominal air sac and prevented leakage.

In the present case, surgical management was successful in resolving the budgerigar's chronic recurrent emphysema due to air sac rupture and abdominal hernia. Postoperatively, the patient recovered with no complications. Antibiotic therapy was used due to communication of the surgical site with the respiratory system. Analgesic therapy was limited to meloxicam postoperatively, but was deemed sufficient given the prompt return to normal habits immediately after surgery. Subsequently, there was no need to use a specific analgesic protocol. The patient did not report any problems and did not revisit our clinic during the following 2-month follow-up period.

Birds do not have sweat glands, and under heat stress they use improved evaporation from the respiratory system as the main route for heat dissipation. Air sacs in birds are important structures that provide thermoregulation by evaporating heat (18). In this case, measurements were not made, considering that the patient might be under respiratory stress owing to air sac rupture.

The prognosis for air sac rupture in acute cases is often good with treatment. As previously discussed, air sac rupture is not typically life-threatening but can be a significant source of morbidity for the bird and frustration for clients in chronic cases (19). Advanced therapy may be necessary for a good prognosis for birds with chronic, recurrent air sac rupture. In the present case, the budgerigar had a good surgical outcome with no complications on follow-up 2

months postoperatively.

This case illustrates the potential benefits of utilizing advanced surgical exploration to identify chronic air sac rupture defects with an abdominal hernia in avian species. This case report presents the first documented case of concurrent air sac rupture and an abdominal hernia in budgerigars. This clinical report may serve as a valuable resource for clinicians managing similar cases of chronic air sac rupture with abdominal hernia in budgerigars.

### **Conflict of Interests**

The authors declare that there was not any conflict of interest.

### **Funding**

No financial resource has been received during the execution of the study.

### **Authors' Contributions**

Motivation / Concept: Eren USLU, Şeyma Sueda BAYRAKTAR, Zeynep ATEŞ

Design: Eren USLU, Şeyma Sueda BAYRAKTAR, Zeynep ATEŞ

Control/Supervision: Eren USLU

Data Collection and / or Processing: Şeyma Sueda BAYRAKTAR, Zeynep ATEŞ

Analysis and / or Interpretation: Eren USLU, Şeyma Sueda BAYRAKTAR, Zeynep ATEŞ

Literature Review: Eren USLU, Zeynep ATEŞ

Writing the Article: Eren USLU, Şeyma Sueda BAYRAKTAR

Critical Review: Eren USLU

### **Ethical Statement**

An ethical statement was received from the authors that the data, information and documents presented in this article were obtained within the framework of academic and ethical rules and that all information, documents, evaluations and results were presented in accordance with scientific ethics and moral rules.

### **References**

1. Lawson AB, Hedrick BP, Echols S, Schachner ER. Anatomy, variation, and asymmetry of the bronchial tree in the African grey parrot (*Psittacus erithacus*). *J Morphol* 2021;282(5): 701-719.
2. Graham JL. Approach to the dyspneic avian patient. *Seminars in Avian and exotic pet medicine* 2004;13(3): 154-159.
3. Jaensch S. Inspirational evolution: the avian lower respiratory tract. *Association of Avian Veterinarians Australasian Committee Ltd. Annual Conference* 2015;23: 1-11.
4. Maina JN. Perspectives on the Structure and Function of the Avian Respiratory System: Functional Efficiency Built on Structural Complexity. *F Animal Science* 2022;3.
5. Fedde MR. Relationship of structure and function of the avian respiratory system to disease susceptibility. *Poultry Sci* 1998;77(8): 1130-1138.
6. Clippinger TL. Diseases of the lower respiratory tract of companion birds. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine* 1997;6(4): 201-208.
7. Forbes NA. Avian gastrointestinal surgery. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine* 2002;11(4): 196-207.
8. Langlois I, Jones MP. Ventral abdominal hernia associated with hepatic lipidosis in a red lory (*Eos bornea*). *J Avian Med Surg* 2001;15(3): 216-222.
9. Amer MS, Hassan EA, Torad FA. Radiographic and ultrasonographic characteristics of ventral abdominal hernia in pigeons (*Columba livia*). *J Vet Med Sci* 2018;80(2): 292-296.
10. Parrah JD, Dar KH, Athar H, Qureshi B. Surgical management of abdominal hernia in a duck (*Anas platyrhynchos*). *M J Vetr* 2016;1: 1-4.

11. Anderson K, Brandão J, Mans C. Lateral body wall herniation involving the oviduct in two psittacine birds. *J Avian Med Surg* 2018;32(4): 328-335.
12. Burton EJ, Newnham R, Bailey SJ, Alexander LG. Evaluation of a fast, objective tool for assessing body condition of budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). *J Anim Physiol An N* 2014;98(2): 223-227.
13. Jahromi AR, Dehghani SN, Haddadi S. Ventral abdominal hernia in a common myna (*Acridotheres tristis*) *Vet Arhiv* 2009;79(6): 621-625.
14. Chiba A, Honma R, Toyama M, Watanabe M. Abdominal hernia in a northern pintail *anas acuta* as revealed by necropsy, radiography, and x-ray computed tomography. *Ornithol Sci* 2007;6(2): 137-140.
15. Lee SY, Kim HJ, Kim JW. Deflation treatment for subcutaneous emphysema in a goffin cockatoo (*Cacatua goffini*). *J Vet Clin* 2011;28(5): 519-521.
16. Harris JM. Teflon Dermal Stent for The Correction of Subcutaneous Emphysema. *Proc Annu Conf Assoc Avian Vet* 1991: 20-21.
17. Bennett RA, Harrison GJ. Soft tissue surgery. In: *Avian medicine: principles and application*. 2nd ed. Lake Worth, FL: Wingers Publishing; 2008. p. 1096-1136.
18. Schmidt- Nielsen K, Kanwisher J, Lasiewski RC, Cohn JE, Bretz WL. Temperature regulation and respiration in the ostrich. *The Condor* 1969;71: 341-352.
19. Browning GR, Eshar D, Tucker-Mohl K, Berke K. Diagnosis and surgical repair of a chronic ruptured cervical air sac in a double yellow-headed amazon parrot (*Amazona ochrocephala oratrix*). *J Exot Pet Med* 2019;29: 45-50.



doi 10.33188/vetheder.1203378

Derleme Makale / Review Article

## Veteriner hekimliği alanında karar ağaçları uygulamalarının incelenmesi

Özgecan KORKMAZ AĞAOĞLU<sup>1,2a\*</sup>, İsmayil Safa GÜRCAN<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup> Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, Burdur, Türkiye,

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

0000-0002-7414-1725<sup>a</sup>; 0000-0002-0738-1518<sup>b</sup>

### MAKALE BİLGİSİ /

#### ARTICLE INFORMATION:

##### Geliş / Received:

12 Kasım 22

12 November 22

##### Revizyon/Revised:

12 Ocak 23

12 January 23

##### Kabul / Accepted:

09 Mart 23

09 March 23

##### Anahtar Sözcükler:

Veri madenciliği

Karar ağaçları

Veteriner hekimlik

##### Keywords:

Data mining

Decision tree

Veterinary medicine

### ÖZET

Bilimsel araştırmalar sonucunda elde edilen verilerin analiz edilmesinde istatistiksel yöntemler önemli birer araçtır. Bununla birlikte; elde edilen verinin çok büyük olması gibi durumlarda klasik istatistiksel yöntemler yetersiz kalabilmektedir. Teknolojinin hızla gelişmesi ve bilgilerin depolanabilme kapasitelerinin artması, bilginin önemini daha da arttırmıştır. Bilginin önemli hale gelmesi, toplanan verinin büyük olması ve klasik istatistiksel yöntemlerin bu veriyi analiz etmede yetersiz kalması ise veri madenciliği gibi yöntemlerin doğmasına neden olmuştur. Veri madenciliği, dijital platformlarda depolanan devasa büyüklükteki veriler arasındaki örüntülerin değerlendirilmesi, çıkarımlar yapılması ve bunun sonucunda da anlamlı bilgiler elde edilmesi için uygulanan analizler olarak tanımlanmaktadır. Veteriner hekimliği; hayvan yetiştiriciliği, gıda güvenliği, gıda kalitesinin belirlenmesi, hayvan hastalıklarının yayılımı, hastalıkların teşhis ve tedavisi gibi birçok konuda veri üretilmesi nedeniyle veri madenciliğinin uygulanabileceği bir alandır. Bu derlemede veteriner hekimliği alanında son yıllarda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanan ve önemli bir sınıflandırma modeli olan karar ağaçları modelleme yönteminin içeriği ve kullanım alanlarının tanıtılması amaçlanmıştır.

### *Examination of decision trees applications in the veterinary medicine*

#### ABSTRACT

Statistical methods are important tools in the analysis of data obtained as a result of scientific research. However, in cases where the data obtained is very large, classical statistical methods may be insufficient. The rapid development of technology and the increase in the storage capacity of information have increased the importance of information even more. The fact that information has become important, the data collected is large, and classical statistical methods are insufficient to analyze this data has led to the emergence of methods such as data mining. Data mining is defined as the analysis applied to evaluate the patterns among the huge data stored on digital platforms and to make inferences to obtain meaningful information. Veterinary science is an area where data mining can be applied because it produces data on many subjects such as animal husbandry, food safety, determination of food quality, the spread of animal diseases, diagnosis and treatment of diseases. This review, it is aimed to introduce the content and usage areas of the decision tree modeling method, which has been widely used in the field of veterinary medicine in recent years and is an important classification model.

©2023 The Authors.

Published by Veteriner

Hekimler Derneği. This is

an open access article

under CC-BY-NC license.

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)



**How to cite this article:** Ağaoglu ÖK, GürCAN İS. Veteriner hekimliği alanında karar ağaçları uygulamalarının incelenmesi. Vet Hekim Der Derg 2023; 94(2):177-187. DOI: 10.33188/vetheder.1203378

\* Sorumlu Yazar e-posta adresi / Corresponding Author e-mail address: ozgecanagaoglu@mehmetakif.edu.tr



## 1. Giriş

Bilgi sistemleri ve teknolojinin artan hızla gelişimi ile saklanan ve işlenebilen veri miktarının artması, verilerin farklı analiz yöntemleri ile yorumlanması ihtiyacını gündeme getirmiş, dünya literatüründe “Data Mining” (1) olarak ifade edilen “Veri Madenciliği” kavramını ortaya çıkarmıştır.

Veri madenciliği, dijital platformlarda depolanan devasa büyüklükteki veriler arasındaki örüntüleri keşfederek çıkarımlar yapmak, farklı açılardan analiz ederek anlamlı bilgiler elde edilmesi için uygulanan analizler olarak tanımlanmakla birlikte, son yıllarda strateji odaklı karar desteği sağlamaya yönelik kullanılmaktadır (2-6). Bu bağlamda sağlık bilimleri alanında üretilen ve farklı birçok disiplinden toplanan büyük veri de oldukça dinamik ve karmaşık bir yapıya sahip olması nedeniyle veri madenciliği için kullanılabilir bir alan oluşturmaktadır (7). Veteriner hekimliği alanı da birçok farklı disiplini bünyesinde barındırması ve hayvan yetiştiriciliği, gıda güvenliği, hayvan hastalıklarının yayılımı, teşhis ve tedavisi gibi birçok konuyu kapsamaması nedeniyle veri madenciliğinin uygulanabileceği bir alandır. Veri madenciliği; veteriner hekimlere ve araştırmacılara, araştırılan konu ile ilgili yeni bilgi üretme, hastalık teşhis ve tedavi süreçlerinde daha isabetli kararlar verme, herhangi bir araştırma konusunda yapılacak tahmini modellemelerin daha gerçekçi olmasını sağlama ve hayvan ıslahı programları gibi programların planlanmasında yarar sağlamaktadır (8-10). Bunun yanı sıra veri madenciliği veteriner pratikte; kanatlı mortalitelerinin tahmini, ıslah programlarının geliştirilmesinde yardımcı veriler oluşturulması, mastitis gibi ekonomik önemi olan hastalıkların belirlenmesi, çeşitli hastalıklar için teşhis modelleri ve tedavi stratejilerinin geliştirilmesi, genomik veriler kullanarak hayvanların kimlik teyidi çalışmalarının yapılması, farklı parametreler kullanılarak et kalitesinin değerlendirilmesi, miRNA’ların hedef genlerinin tahmin edilmesi, hayvan davranışları, tür tayini, ekonomik önemi olan verim özelliklerinin tahmin edilmesi gibi birçok farklı konuda kullanım alanı bulmaktadır. Bu amaçlarla kullanılan veri madenciliği için geliştirilmiş yöntemler genel olarak; sınıflandırma (Classification), kümeleme (Clustering) ve birliktelik kuralları (Association Rules) şeklinde gruplandırılmaktadır (3). Bu yöntemler içinde en sık kullanılan yöntem ise sınıflandırma yöntemidir. Başlıca sınıflandırma modelleri; Karar Ağaçları (Decision Trees) (11), Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks) (12), Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms) (13), Naive-Bayes (14) ve Lojistik Regresyon (Logistic Regression)’dur (15).

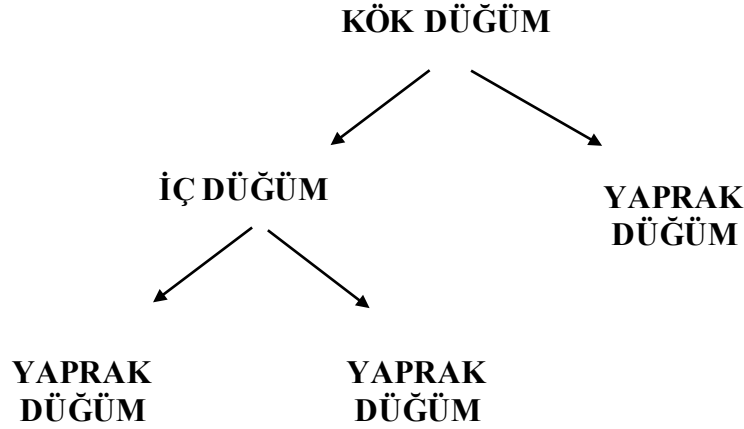
Bu derlemede veteriner hekimlik alanında son yıllarda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanan ve önemli bir sınıflandırma modeli olan karar ağaçları modelleme yönteminin içeriği ve kullanım alanlarının tanıtılması amaçlanmıştır.

## 2. Karar Ağaçları

Veri madenciliğinde güvenilir ve sıklıkla tercih edilen sınıflandırma yöntemlerinden biri olan karar ağaçları, ilk defa Breiman ve arkadaşları (11) tarafından önerilmiştir. Bu yöntem kullanılarak verilerin sınıflandırılması iki aşamalı olarak gerçekleştirilmektedir. Birinci aşama öğrenme aşaması, ikinci aşama ise test verisi aşaması olarak isimlendirilmektedir. Öğrenme aşamasında; bilinen bir öğrenme veri seti, model oluşturmak amacıyla sınıflandırma algoritması ile belirlenmektedir. Öğrenilen model, sınıflandırma kurallarını oluşturur ve karar ağacı şeklinde ifade edilmektedir. Test verisi aşaması ise sınıflandırma kurallarının doğruluğunu belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Sınıflandırma kurallarının doğruluğu kabul edilebilir düzeyde ise elde edilen kurallar elde edilen yeni verilerin sınıflandırılması için kullanılabilir (16,17). Karar ağaçları aynı zamanda regresyon amacıyla da kullanılmaktadır.

Karar ağaçlarında her bir değişken bir düğüm (node) ile temsil edilmektedir. Karar ağacında en üst kısım kök, en alt sınıflandırmayı sağlayan düğüm ise yaprak (leaf) düğüm olarak isimlendirilir. Kök ile yaprak düğümler arasında kalan kısımlara ise dal (branch) adı verilir (18). Karar ağaçlarının genel yapısı Şekil 1’deki gibi görselleştirilebilir.





Şekil 1: Karar ağacı temel yapısı (Adua ve ark, 2021 (19)'den Türkçe'ye uyarlanmıştır)

*Figure 1: The basic structure of decision tree (adapted to Turkish from Adua et al., 2021 (19))*

Karar ağaçları oluşturulması için farklı algoritmalarından yararlanılabilmektedir. Seçilen algoritmaya göre oluşturulan karar ağacının şekli de değişebilmektedir (20). Karar ağaçlarında kökün ne olacağı, dallanmaların hangi kriterlere göre yapılacağı kullanılan algoritmaya göre belirlenmektedir. Karar ağacı oluşturmak için kullanılan ilk algoritma Morgan ve Sonquist, 1963 (21) tarafından bildirilen otomatik etkileşim belirleme analizi (Automatic Interaction Detector; AID) algoritmasıdır. Daha sonra bu alanda yapılan çalışmalar sonucunda; otomatik Ki-kare etkileşim belirleme analizi (Chi-squared automatic interaction detector; CHAID) (22), sınıflama ve regresyon ağaçları (classification and regression trees; CART) (11), tekrarlı ikililikçi ağacı (iterative dichotomiser 3; ID3 ağacı) (23), ayrıntılı otomatik Ki-kare etkileşim belirleme analizi (Exhaustive Chi-squared automatic interaction detector; CHAID) (24), çok değişkenli adaptif regresyon eğrileri (multivariate adaptive regression splines; MARS) (25), C4.5 karar ağacı (26), C5 karar ağacı (26), CAL5 karar ağacı algoritması (27), QUEST'te denetimli öğrenme (supervised learning in QUEST, SLIQ) (28), karar ağaçlarının ölçeklendirilebilir paralel indüksiyonu (scalable parallelizable induction of decision trees; SPRINT) (28), çabuk, önyargısız, etkin istatistiksel ağaç, (quick, unbiased, efficient statistical tree; QUEST) (29), rastgele orman (Random Forest) (30), arttırılmış ağaçlar (boosted trees) (31), J48 ağacı (C4.5'in Weka'daki uygulaması) (32), döndürme ağacı (rotation forest) (33) gibi farklı algoritmalar geliştirilmiştir.

Karar ağaçlarının oluşturulması aşamasında üzerinde durulması gereken en kritik aşama; veri setinde bulunan her bir değişkenin sınıflandırılmasını sağlayacak dallanmanın hangi kriterlere göre yapılacağını belirlemesidir (20). Ağaç oluşturulurken belirsizliği en fazla olan değişkene karar verilmesi ve ağacın kök düğümü için test edilmesi önem arz etmektedir. Değişkenin belirlenmesine yönelik olarak ilgili literatürde entropiye dayalı olan; bilgi kazancı ve bilgi kazanç oranı (34-36), gini kriteri (11), twoing kuralı (11) ve ki-kare olasılık (37) tablo istatistiği gibi farklı metodolojilerin kullanılabileceği bildirilmiştir.

Ağaç oluşturulması sırasında bazen basit bir veri kümesinden büyük bir ağaç oluşabilmektedir. Karar ağacı oluştururken istenmeyen bir durum olarak oluşan bu olaya aşırı öğrenme (**overfitting**) adı verilmektedir (38). Aşırı öğrenme; veri yığını üzerinde gürültü olması ve/veya seçilmiş veri kümesinin o durumu temsil etmemesi sonucunda oluşmaktadır. Ayrıca; aşırı öğrenme test veri setine ait hata oranının yüksek çıkmasına neden olabilmektedir. Ağaç oluşturma amacıyla kullanılan algoritmalar sıklıkla aşırı öğrenme oluşturabilmektedirler. Oluşan ağacın çok büyük olması bu etkiyi fazlasıyla arttırmaktadır. İstenmeyen bir durum olarak şekillenen aşırı öğrenmenin önüne geçmek için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden biri budama (pruning) yapmaktır. Budama işlemi iki farklı şekilde gerçekleştirilebilmektedir (34). Bu yöntemlerin ilki, ağaç yapısı oluşturulması sırasında belli bir oranda büyüyen ağacın daha çok büyümesine engel olmak için bölünmeyi durdurup ön budama (prepruning) işlemi yapmaktır. Bu yöntemde dezavantaj olarak çelişkili sonuçlar elde edildiğini bildiren görüşler bulunmaktadır (11). Budama için kullanılan diğer

yöntem ise ağaç oluşturulduktan sonra şekillendirilmiş olan bölünme noktalarının çıkarılması ile yapılan son budama işlemidir (postpruning).

Bahse konu edilen veri madenciliği yöntemlerinin uygulanabilmesi için kullanılması gereken verilerin dijital ortamda olması gerekmektedir. Birçok farklı alanda yaşanan dijitalleşmeye veteriner hekimlik alanı da ayak uydurmuş ve hızlı bir dijitalleşme sürecine girilmiştir. Örneğin; veteriner klinikleri, hayvan hastaneleri, süt ineği işletmeleri, kanatlı hayvan işletmeleri ve yem üreticileri gibi birçok farklı alanda artık veriler periyodik olarak dijital ortamlara aktarılmakta ve yazılım programları ile işlenmektedir. Bu gelişmeler sonucunda veteriner hekimlik alanında da veri madenciliği çalışmalarının ham maddesini oluşturan dijital veri kaynağı oluşmuş ve oluşmaya devam etmektedir. Verilerin toplanmasında yaşanan bu hızlı değişim ile eş zamanlı olarak da veteriner hekimlik alanında veri madenciliği üzerinde yapılan çalışmalar ivme kazanmıştır. Bu bağlamda; veteriner hekimliği alanında kullanılan veri madenciliği yöntemlerinden biri olan karar ağaçlarının kullanıldığı çalışmalarından bir kısmı bir sonraki bölümde özetlenmiştir.

### 3. Veteriner Hekimliği Alanında Karar Ağacı Uygulamaları

Vale ve ark. (39), ısı dalgası insidansının broiler tavuklarının mortaliteleri üzerindeki etkisini hesaplamak için karar ağaçlarını (J48 algoritması) kullanmışlardır. Bu amaçla broiler mortalitesi ile iç ve dış çevresel faktörleri (sıcaklıklar, nispi nem, nemlilik indeksi vb gibi) kullanarak bir model oluşturup; 29 ve 42 günlük broilerler için zararlı çevresel koşul aralıklarını belirlemişlerdir. Bu verileri kullanarak da broiler mortalitelerinin karar ağaçları ile tahmin edilebileceğini ortaya koymuşlardır.

Piwczyński, (40) 2-8 yaşlarında 6586 Polonya Merinos koyununda anaç koyunların büyütmüş olduğu yavruların sayısında değişime neden olan faktörleri belirlemek için sınıflandırma ağaçlarını (Gini indeksi) kullanmıştır. Yavru sayısındaki varyasyon; koyun canlı ağırlığı, üretim sektörü, doğum ve yetiştirme tipi, doğum ve kuzulama yılı, koyun yaşı ve sürü odaklı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada sürü faktörünün yavru sayısını etkileyen oldukça önemli bir etken olduğu ayrıca veri alt kümelerini oluşturan en önemli faktörün de canlı ağırlık olduğu belirlenmiştir.

Pinzón-Sánchez ve ark. (41) yaptıkları araştırmada; laktasyonun erken döneminde farklı patojenlerin etkisiyle oluşan hafif veya orta şiddette klinik mastitis olgularında uygulanan meme içi tedavi sürelerinin ekonomik etkilerinin değerlendirilmesi için karar ağacı geliştirmişlerdir. Olgular meme lobu düzeyinde değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, karar ağacının ticari sütçü sürülerde ekonomik olarak en uygun tedavinin seçilmesinde kullanılabilecek etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

Židek ve ark., (42) Avusturya ve Slovakya orijinli 412 baş Pinzgau sığırının DNA'ları ile hayvanlara ait kimlik kontrolü/teyidi amacı ile sınıflandırma modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada toplam 412 baş sığır orijinlerine göre 1. sınıf (n=346) ve 2. sınıf (n=66) olmak üzere ayırmışlardır. Hayvanların genetik örüntüleri 20 farklı veri madenciliği metodu ile modellenmiştir. Üç model yüksek belirleme başarısı değerlerine göre seçilmiştir. En küçük algoritma hatası karar ağaçları uygulanan modelde bulunmuştur. Sonuç olarak; veri madenciliği yöntemlerinin kullanımı ile genetik örüntülere dayalı bilinmeyen örneklerin sınıflandırılabilirliği gösterilmiştir.

Wylie ve ark., (43), atlarda laminitis ile diğer topallık nedenlerinin prevalanslarını karşılaştırmak ve laminitisleri ayırt edebilmek için karar ağaçlarının kullanılabilirliklerini araştırmışlardır. Çalışmada önce atların göstermiş olduğu semptomlar değerlendirilerek, atlar laminitis olan ve olmayan olarak ayrılmıştır. Ayrıca; veriler oluşturulan laminitis değerlendirme formuna işlenmiş, duruş özellikleri, topallık durumu, etkilenen ayaklar ve laminitise bağlı oluşan akut ya da kronik belirtiler olmak üzere 5 bölüme ayrılmıştır. Daha sonra semptomlara bakarak konan teşhisler ve form değerlendirmeleri karşılaştırılmış, her klinik semptom ile olgu arasındaki ilişki %95 güven aralığında düzeltilmiş olasılık oranları kullanılarak lojistik regresyon modeli ile değerlendirilmiştir. Kaydedilen klinik semptomlar kullanılarak i) topallık, ii) duruş, iii) etkilenen ayaklar, iv) akut semptomlar, v) akut ve kronik semptomlar olmak üzere 5 adet ön ağaç modeli oluşturulmuştur. Daha sonra beş ön ağaç değerlendirmesinden laminitis için en büyük belirteç olarak tanımlanan değişkenler kullanılarak iki birleşik ağaç modeli oluşturulmuştur. İlk kombine ağaç modeli; kronik laminitis belirtisi olmayan atlarda akut klinik belirtiler gözlemlenen ayaklar ve duruş özelliklerinden oluşturulmuş, ikinci kombine ağaç modeli ise kronik laminitis olan atlarda akut ve kronik klinik belirtiler gözlemlenen ayaklar ve duruş özelliklerinden oluşturulmuştur. Sonuç olarak; karar ağacı modellerinin laminitis gibi bazı

hastalıkların tespitinde kullanılabileceği ancak geliştirilmesi gerektiği belirlenmiştir.

Velásquez ve ark. (44) yaptıkları çalışmada; karar ağacı yöntemini kullanarak sığır etinin hiperspektral görüntü analizine dayalı olarak mermerleşme derecesini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla; 29 dişi ve 6 erkek sığır karkasında *M. longissimus dorsi* kasından örnek alınmıştır. Alınan örnekler -18 °C'de 24 saat süreyle tutulmuş ve 2 cm kalınlığında parçalar kesilmiştir. Kesitler 2 °C'de 24 saat bekletilerek çözdürülmüş ve hiperspektral görüntüleme kamerası (Pica XC, Resonon Inc., ABD) ile taranmışlardır. Örnekler 0.5 cm/s hızla satır satır taranarak hiperspektral görüntüler elde edilmiştir. Görüntüler; referans değerler kullanılarak MATLAB 7.1 R2010a yazılımı ile düzeltilmiştir. Alınan kesitlerde etin farklı bölümleri (yağlı ve yağsız alanlar) MATLAB 7.1 R2010a programı kullanılarak tanımlanmıştır. Elde edilen sığır eti görüntülerinde mermerleşme dağılımını analiz edebilmek için görüntülerde oluşturma (building) ve sınıflandırma işlemleri yapılmıştır. Oluşturma aşamasında kullanılmak üzere alınan hiperspektral görüntülerden rastgele 10 görüntü seçilmiştir. Bu görüntüler üzerinde yağ ve et pikselleri seçilmiştir. Seçilen piksellerin spektral profilleri ile bir veri tabanı oluşturulmuştur. Veri setinden aykırı değerler ayıklanmıştır (45). Sonuç olarak karar ağacında kullanmak için 20.000 piksellik (10.000 yağ, 10.000 et) bir veri seti oluşturulmuştur. Karar ağacı; alınan görüntülerdeki piksellerin spektral verilerine dayanarak etin yağlı mı yağsız mı olduğunu belirlemek amacıyla oluşturulmuştur. Son olarak tüm örnekler; geleneksel değerlendirme yöntemi (46) ile 25 farklı kişi tarafından değerlendirilmiştir. Hiperspektral görüntülerin değerlendirilmesi ve geleneksel değerlendirme yöntemi ile derecelendirilen örnekler karşılaştırıldığında elde edilen verilerin istatistiksel bir fark oluşturmadığı görülmüştür. Bu nedenle; et mermerleşmesinin derecelendirilmesinde karar ağacına dayalı değerlendirme sisteminin; hızlı, makine öğrenmesi yolu ile geliştirilebilir ve yüksek doğruluk oranına sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Gagaoua ve ark. (47), karar ağacı temelli öğrenme yöntemi kullanarak karkas özelliklerinin tahmin edilebilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada farklı ırklardan (Charolais n=116, Salers n=93, Limousin n=74, Blond d'Aquitaine n=25) 308 sığır kullanılmıştır. Kullanılan sığırlar; 10 farklı yetiştirme faktörü kullanılarak karakterize edilmiştir. Bu faktörler sırasıyla; kesim yaşı (ay), besi süresi (gün), besi başlangıcındaki canlı ağırlık (kg), besi sonu canlı ağırlık (kg), günlük kuru madde alımı (KM; kg/gün), kaba yem ve konsantre yem oranları (rasyondaki KM oranları), günlük enerji alımı (Mcal/gün), besi dönemindeki ortalama günlük canlı ağırlık artışı, besleme verimliliği (günlük canlı ağırlık artışı/günlük kuru madde alımı) olarak belirlenmiştir. Çalışmada kesim sonrası 2-4 °C'de 24 saat bekletilen karkasların *M. longissimus thoracis* kası çıkartılmıştır. Kasın çevresini saran bağ doku diseke edilmiş ve kalan kas 2 cm kalınlığında dilimlenmiştir. Kesilen her bir dilim plastik vakumlu pakete alınıp 14 gün 4°C'de olgunlaştırılmıştır. Olgunlaştırma sonrasında -20°C'de dondurulmuştur. Karkaslar AB karkas sınıflandırma kriterlerine göre sınıflandırılmışlardır (EU Commission Regulation EC 1249/2008, EUROP). Bu kriterlere göre karkaslar E (çok kaslı) harfinden P harfine doğru (az kaslı) 5 farklı tipte derecelendirilmişlerdir. Ayrıca yağlılık için de 1'den (yağsız) 5'e (çok yağlı) kadar bir numara verilmiştir. Karkas kompozisyonunun hesaplanabilmesi için; kas/karkas oranı, yağ/karkas oranı ve kemik/karkas oranı belirlenmiştir. Etin gevrekliğinin belirlenebilmesi için; 14 gün olgunlaştırılıp -20°C'de saklanan etler pişirilmeden 48 saat önce 5°C'lik soğutuculara alınıp çözdürülmüştür. Etler 300°C'ye ısıtılmış ızgara üzerine konmuş ve 2 dakika süreyle merkezi ısıları 55°C'ye çıkana kadar pişirilmiştir. Tadım ve skorlama için pişirilen etler 12 değerlendiriciye sunulmuştur. Skorlama 0 (aşırı sert) ile 10 (aşırı yumuşak) arasında puan verilerek yapılmıştır. Alınan veriler SAS v. 9.4 (SAS Institute Inc. Cary, NY, ABD) ve XLSTAT 2017.19.6 (AddinSoft, Paris, Fransa) yazılım programları kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrenme araçları olarak; hiyerarşik küme analizleri (hierarchical cluster analysis, HCA), k-ortalamarı (k-means) ve k-medoids kümeleme algoritmaları kullanılmıştır. Ölçülen gevreklik puanlarının; Z puanları hesaplanarak herhangi bir kümeleme analizi yapılmadan önce ortalamarı alınmıştır. Bu ortalamalar; ırk veya deneyden bağımsız olarak ortalamanın karşılık geldiği hayvanda her bir özellik için yapılan gözlemin sapmasını temsil etmektedir. K-ortalamarı, bir veri kümesini otomatik olarak k kümelerine bölmek için kullanılan yinelemeli bir kümeleme yöntemidir. Bu algoritma iki ayrı aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama; her küme için bir tane k merkez noktası tanımlanmasıdır. İkinci aşama; veri kümesine ait her noktayı alıp en yakın merkezi değer ile ilişkilendirmektir. Hiyerarşik küme analizi ise; veriler arasında bir hiyerarşi oluşturularak veri kümesinden ikili bir ağaç oluşturmayı sağlamaktadır. Hiyerarşik küme analizi, veriler arasındaki benzerliği veya farklılığı ölçmeye dayalı bir şekilde grupları homojen ya da harici olarak izole edilmiş olarak sınıflandırmaya olanak sağlamaktadır. Yapılan kümelemelerin sonuçlarının doğrulanması için siluet genişliği (S<sub>i</sub>) kriteri kullanılmıştır. S<sub>i</sub> değeri -1 ile +1 arasında

değişen bir değerdir.  $S_i$  değerinin 1'e yaklaşması gözlemlerin iyi kümelendiğini, 0'a yaklaşması gözlemlerin iki küme arasında bulunduğunu, -1'e yaklaşması ise gözlemlerin muhtemelen yanlış kümelere bölündüğünü göstermektedir. Daha sonra sınıflandırma analizlerinin yapılabilmesi için; besi dönemi özellikleri, karkas özellikleri veya her ikisinin de kullanılmasıyla, CHAID, CART ve QUEST yöntemlerinden yararlanılarak farklı karar ağaçları oluşturulmuş ve k-ortalamları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada en iyi sonuçlar CART yönteminden elde edilmiştir. Çalışma sonucunda farklı yetiştirme faktörlerinin ve karkas özelliklerinin karar ağaçlarında güvenilir ve uygulanabilir olduğu belirlenmiştir.

Ekiz ve ark., (48) yaptıkları çalışmada; oğlak karkaslarında doku kompozisyonunun değerlendirilmesinde, klasik aşamalı regresyon (step-wise regression, SWR) analizi ile CHAID algoritması (karar ağacı) ve yapay sinir ağı (artificial neural network, ANN) yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Bu amaçla; 57 baş oğlak kullanılmıştır. Tahmin değişkeni olarak kesim öncesi ağırlığı, sıcak karkas ağırlığı, karaciğer ağırlığı, omental yağ ağırlığı, boş vücut ağırlığı, soğuk karkas ağırlığı, karkas uzunluğu, bacak uzunluğu, göğüs genişliği, göğüs derinliği, göğüs çevresi, but genişliği, but çevresi, internal karkas uzunluğu, arka bacak uzunluğu ölçülmüştür. Ayrıca; sıcak karkas ağırlığının internal karkas uzunluğuna oranı hesaplanarak karkas kompaktlığı, bacak uzunluğunun arka bacak uzunluğuna oranı belirlenerek arka bacak kompaktlığı, göğüs genişliğinin göğüs derinliğine oranı hesaplanarak göğüs kafesi yuvarlaklık indeksi belirlenmiştir. Ayrıca son torasik vertebra ile ilk lomber vertebra arasında yer alan longissimus dorsi kasının kesit alanı ölçülmüştür. Yapay sinir ağı, karar ağacı ve klasik çoklu regresyon analizleri ile karkas dokusu kompozisyonunun tahmini için analizler yapılmıştır. Karar ağacı algoritması SPSS Modeler v.18. kullanılarak tasarlanmıştır. İlk analizde; kas, kemik, deri altı yağ, kaslar arası yağ veya toplam yağ oranlarını tahmin eden en iyi karar ağacı modelini belirlemek için CHAID ve CART algoritmaları karşılaştırılmıştır. Karar ağacında kullanmak üzere CHAID algoritmasının kullanılmasının uygun olacağı belirlenmiştir. Çalışma sonunda kas oranını en iyi tahmin eden sistemin yapay sinir ağı olduğu ortaya konmuştur. Kemik oranı açısından karar ağacı ve yapay sinir ağının benzer sonuçlar verdiği tespit edilmiş klasik regresyon modelinin düşük  $R^2$  değerlerine sahip olduğu bulunmuştur.

Tamura ve ark. (49), sığırların davranışları ile ivme ölçer sensörlerden elde edilen veriler arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu amaçla; 38 baş sığira üç eksenli ivme ölçerler takılmıştır. İvme ölçerden alınan sinyal verilerinden; yem yeme, geviş getirme ve yatma davranışları için ayrı ayrı veri setleri oluşturulmuştur. Tespit edilen her bir değer için; ileri geri, yukarı aşağı ve sağa sola hareketlerin birleşimi olan üç boyutlu hareketler için skalar değer hesaplanmıştır. Eşik değerlerin hesaplanabilmesi için yem yeme, geviş getirme ve yatma aktiviteleri seviyesi ile oluşturulan veri seti kullanılarak karar ağacı öğrenmesi yapılmıştır. Karar ağacı oluşturulurken CART algoritması (11) kullanılmıştır. Çiftliklerden alınan veri setleri, oluşturulan karar ağacına uygulandığında tüm verilerin doğru sınıflandırıldığı, duyarlılık ve özgüllüğün %100 olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda ineklerin boynuna takılan üç eksenli ivme ölçer ile yem yeme, geviş getirme ve yatma davranışlarının sınıflandırılması, seviyesi ve varyasyonlarının makine öğrenmesi ve karar ağaçları ile belirlenebileceği ortaya konulmuştur. Bu yöntemin ileride süt ineği yetiştiriciliğinde sürü idaresi için önemli ve faydalı bir araç olduğu ortaya konulmuştur.

Piwczyński ve ark. (50), otomatik sağım sistemi kullanılan işletmelerde karar ağaçları kullanarak süt verimlerinin tahmin edilebilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla; sağım robotu kullanılan 27 süt ineği işletmesinden toplam 3778 baş inekten veri alınmıştır. 2011 ile 2014 yılları arasında doğum yapan ineklerin ardışık süt verimleri analiz edilmiştir. Süt verimini etkileyen faktörleri; laktasyon sayısı, buzağılama yaşı, sağıldığı ay, doğurduğu yıl, sağım durumu, buzağılama ve sağım mevsimi, mevsim durumu, laktasyon ayı, barınak tipi, altlık materyali, sağım sıklığı, sağım hızı, sağılan meme lobu sayısı, sağım robotu başına düşen inek yoğunluğu olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu faktörlerin süt verimi üzerindeki olası etkileri karar ağaçları kullanılarak analiz edilmiştir. Kullanılan 36.005 verinin %60'ı öğrenme veri seti, %40'ı ise test veri seti olarak kullanılmıştır. Ağacın son düğümü/dalının boyutunun 30 gözlemden az olmaması, derinliğinin (dalların sayısı) ise 5'ten derin olmayacağı varsayılmıştır. Bu varsayımla karar ağacı; minimum sayıda örnek (30 inek) veya maksimum sayıda bölüm (5 inek) elde edilene kadar bölünmüştür. Test veri seti içindeki rastgele ilişkileri yansıtan verilerin hatalı olarak öğrenme veri setine aşırı uyum göstermesini önleyebilmek için yaprak boyutu ve derinliği için kriterler belirlenmiştir. Test edilen değişken olan süt veriminin süreklilik arz eden bir özellikte olması nedeniyle F testi istatistiği ve varyans azaltma olmak üzere iki farklı bölme kriteri kullanılmıştır. Belirtilen bu bölme kriterlerine göre karar ağacı modellerinin ortalama kare hatasına dayalı olarak

yüksek süt verimini tahmin etme kalitesi araştırılmıştır. Çalışma sonunda karar ağaçları robotik sağım sistemine sahip olan işletmelerde süt verimini etkileyen en önemli faktörleri önem sırasına göre; sağım sıklığı, bir sonraki laktasyon, sağımın yapıldığı ay ve altık/yatak tipi olarak belirlemiştir. Ayrıca yine karar ağacı yöntemi ile bahsedilen faktörler arasında birçok interaksiyon olduğu ortaya konulmuştur. Karar ağaçları yönteminin; yetiştiricinin sahip olduğu sürünün maksimum süt üretimini sağlaması, çevresel faktör ve parametrelerin belirlenmesi ve kontrol altında tutulmasına olanak vereceği belirtilmiştir. Elde edilen veriler sağım süresinin sağım üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu nedenle sağım süresinin seçim kriterlerine alınması gerektiği belirtilmiştir. Karar ağaçları; barınak koşullarının önemini de ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlara göre; sığ durakların süt verimini azalttığı bildirilmiştir. Derin yataklı durakların verimler yönünden yararlı olduğu belirlenmiştir. Bu veriyi doğrulamak ve çevresel faktörleri elimine etmek için çevresel faktörlerden bağımsız olarak çalışmanın farklı sürülerde yapılması gerektiği bildirilmiştir.

Pascottini ve ark., (51), yaptıkları çalışmada ineklerde karar ağaçlarından yararlanarak geçiş dönemi koşulları ve hastalıkların fertilitite ile ilişkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Makine öğrenmesi yöntemleri; mastitis kontrol programları (52), östrus belirleme (53, 54), üreme takibi (55, 56) vb. gibi değerlendirmelerde süt ineği sürü yönetim programlarında kullanım alanı bulmaktadırlar. Makine öğrenmesi veya karar ağaçlarının kullanılmasının; süt ineği yetiştiriciliğinde büyük önem taşıyan geçiş dönemi hastalıkları ile çok sayıda farklı faktörün interaksiyonunun belirlenmesinde yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda yapılan çalışmada; geçiş dönemi hastalıkları ile karmaşık olmayan, karmaşık ve toplam geçiş dönemi hastalıklarının kısa dönem (sağılan gün sayısı 120'ye kadar) ve uzun dönem (sağılan gün sayısı 210'a kadar) döl tutmama riski ile ilişkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla; konvansiyonel Kaplan-Meier ve Cox orantısal modelleme ile karar ağacı ve makine öğrenmesi yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada toplam 2450 ineğe ait veri işlenmiştir. Karar ağacı; tekil, karmaşık ve toplam geçiş dönemi hastalıkları, buzağılama mevsimi, parite (primipar veya multipar) ve ilk 60 günlük süt verimi (düşük veya yüksek) verileri kullanılarak oluşturulmuştur. Çalışma sonunda konvansiyonel yöntem ve karar ağacı yöntemi karşılaştırıldığında sonuçların benzer olduğu belirlenmiştir. Ancak makine öğrenmesinin özellikle çok sayıda değişkenin kullanıldığı ya da eksik değerlerin bulunduğu konvansiyonel yöntemin uygulanmasının çok mümkün olmadığı durumlarda daha geçerli bir yaklaşım olduğu sonucuna varılmıştır.

Romero ve ark. (57) yaptıkları çalışmada; sığır tüberkülozis hastalığının kontrolünde karar ağaçlarının kullanımını araştırmışlardır. Sığır sürülerinde tüberkülozis için risk faktörlerinin belirlenmesi hastalığın kontrolü için büyük önem taşımaktadır. Bu risk faktörlerinin ortaya konulmasında makine öğrenmesi ve karar ağaçları yöntemlerinin kullanılması ile hastalığın etiolojisinde yer alan ve doğrusal olmayan birçok ilişki ve etkileşim ortaya çıkartılabilir. Çalışmada 2016 yılında İngiltere'de bulunan sığır işletmelerinden alınan; sürülerin demografik özellikleri, kayıt sisteminde bulunan tüberkülozis geçmişleri, hayvan hareketleri, iklim değişiklikleri, yaban hayvanı varlığı, arazi sınıflandırma verileri kullanılmıştır. Veriler ArcMap (ESRI) yazılım programı kullanılarak sürü düzeyinde düzenlenmiştir. Karar ağacı algoritmasının hızını ve performansını iyileştirmek için önemli olmayan değişkenler çıkartılmıştır. Bu amaçla; her bir tahmin edici veri (predictor) ile sonuç arasında tek değişkenli lojistik regresyon analizi yapılmış ve  $p > 0.1$  olan değişkenler çıkartılmıştır (58). 0.79'un üzerinde bir korelasyon katsayısı ile yüksek korelasyona sahip değişkenler belirlenmiştir (59). Yüksek korelasyon katsayısına sahip çiftler arasından, bu tahmin edici veri ile diğer tüm değişkenler arasında en düşük ortalama korelasyona sahip olan predictor seçilmiştir (60). Yüksek oranda korelasyona sahip olan ve olmayan seçilmiş değişkenlerden veri setleri oluşturulmuştur. Sıfıra yakın varyasyon değerine sahip predictorler çıkartılmıştır. Karar ağacı modeli CART algoritması kullanılarak geliştirilmiştir (61). Çalışmada 52.668 sığır sürüsünden gelen veri işlenmiştir. Toplam 65 predictor kullanılmıştır. 2016 yılında İngiltere'de sığırlarda görülen tüberkülozis hastalığının insidensini belirlemek için 13 düğüm içeren bir karar ağacı oluşturulmuştur. Yüksek riskli alanların belirlenmesi için ise 19 düğümünden oluşan bir karar ağacı oluşturulmuştur. Çalışma sonunda tüberkülozis ile ilişkili risk faktörlerinin farklı prevalansa sahip alanlarda hastalığın oluşumuna etkisini belirlemede geleneksel tüberkülozis analizlerine oranla karar ağaçlarının kullanılmasının daha başarılı sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur.

Tyasi ve ark., (62) yaptıkları çalışmada; CART, CHAID ve kapsamlı CHAID algoritmaları ile karar ağacı modeli kullanılarak, tavukların morfolojik özelliklerine göre canlı ağırlıklarının tahmin edilebilirliğini araştırmıştır. Çalışmada; kanat uzunluğu, omurga uzunluğu, incik uzunluğu, göğüs çevresi, gaga uzunluğu, vücut uzunluğu, ayak

parmağı uzunluğu, vücut çevresi, sırt uzunluğu, incik çevresi ve kanat açıklığı ölçülerek veri setleri oluşturulmuştur. Daha sonra bu veriler; CART, CHAID ve kapsamlı CHAID algoritmaları ile karar ağacı modeli kullanılarak değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Test edilen algoritmalar içerisinde CART algoritmasının canlı ağırlık tahmininde doğruluk oranı en yüksek algoritma olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonunda CART algoritması kullanılarak en ağır tavukları üreten morfolojik özellikler belirlenmiştir. Bu özellikler gözetilerek tavuk yetiştiriciliği yapılmasının önerilebileceği belirtilmiştir.

Zhao ve Xue, (63), bazı miRNA'ların hedef tahmini için karar ağaçlarının kullanılabilirliğini araştırmışlardır. miRNA hedef belirleyicisi olarak; miranda (64), MİRDB (65) ve PITA isimli makine öğrenmesi ile ilişkili tahmin ediciler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bireysel tahmin edici uygulamalara oranla, çoklu eşikli karar ağaçlarının en az yüzde otuz daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Swain ve ark. (66), tek bir türü doğru olarak tanımlayabilmek için evrimsel olarak ilişkili birkaç türde kullanılabilir SNP barkodu dizilerinin üretilmesinde karar ağaçlarının kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla; 64 adet *Anopheles* türü sivrisineğin mitokondriyal sitokrom oksidaz I (COI) geni analiz edilmiş ve toplam 32 adet SNP belirlenmiştir. Bu çalışmada ilk olarak; farklı *Anopheles* türlerinden 64 COI dizisi NCBI Gen Bankası kullanılarak belirlenmiştir. Belirlenen dizilerin uzunluklarındaki değişikliklerden dolayı belirlenen tüm COI dizileri, MEGA X yazılımında Clustal W uygulaması (67) kullanılarak hizalanmıştır. Ayrıca aynı dizi uzunluğunu sağlayabilmek için 5' ve 3' uçları kısaltılmıştır. İkinci aşama olarak; aynı uzunluktaki M nükleotidlerine sahip N türlerinin hizalanmış dizilerinden oluşan X destek verilerinin ifadesi formüle edilmiştir. Karar ağacı tabanlı barkodlama algoritması ile 64 *Anopheles* sivrisinek türünü ayırt edebilmek için 127 düğüm ve 32 lokus üretilmiştir. 64 tür için ilgili dizi etiketleri karar ağacı algoritmasına dayalı olarak tanımlanmıştır ve ağaç çizilmiştir. Karar ağacı algoritması ile üretilen türe özgü COI SNP'leri daha sonra bir boyutlu barkod desenlerine dönüştürülmüştür. Sonuç olarak karar ağacı algoritmasının *Anopheles* sivrisinek türlerinin ayrımı ve tanımlanması amacıyla kullanılan dizilerin etiketlerini oluşturmak için etkili bir yöntem olduğu ortaya konulmuştur.

#### 4. Sonuç

Veri madenciliğinin veteriner hekimliği alanında kullanımı, sunulacak hizmetlerin daha etkin olmasını ve kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlaması yönünden önem arz etmektedir. Derlemenin konusu olan ve veri madenciliği yöntemlerinden biri olup karar verme mekanizmalarında öne çıkan karar ağaçları ivme kazanan bir şekilde uygulama alanı bulmaktadır.

Bu derleme ile değinilen bilgiler; karar ağaçlarının özellikle; veteriner hekimliği alanında teşhis bakımından farklı hastalık belirtileri ile hasta sahiplerine bilgi vermek, erken müdahale gerektiren durumlar ile tedavi değişiklikleri, kanatlı mortaliteleri düzeyleri, ıslah programları, mastitis gibi ekonomik önemi olan hastalıkların belirlenmesi, teşhis modeli geliştirme ve tedavi stratejilerinin etkin hale getirilmesi, genomik veriler kullanarak hayvanların kimlik teyidi çalışmaları, farklı parametreler açısından et kalitesi değerlendirmesi, miRNA'ların hedef tahmini, hayvan davranışları, tür tayini, ekonomik önemi olan verim özelliklerinin tahmini gibi birçok alanda kullanılabilirliği ve kullanılabilirliği hususunda bilgi birikimine katkı sunmaktadır. Öyle ki; işaret edilen ve veteriner hekimliği alanında değerlendirilen daha çok teşhis koyma amacıyla kullanılan farklı karar ağacı algoritmaları günümüzde bilimsel arenada da üzerinde durulan konular olarak güncelliğini korumaktadır.

Buradan hareketle; bilimsel arenada ulaşılabilen literatürler özelinde değerlendirilen karar ağaçları ve veteriner hekimliği alanında karar ağaçlarının kullanımının konu hakkında yapılan çalışmalara temel dayanak oluşturacağı ve fikir vermesi açısından da anlamlı olacağı öngörülmüştür.

## Kaynaklar

1. Lovell MC. Data Mining. *Rev Econ Stat* 1983; 65(1): 1–12.
2. Coenen F. Data Mining: Past, Present and Future, *The Knowledge Engineering Review*, Cambridge University Press; 2004.
3. Fayyad UM, Piatetsky-Shapiro G, Smyth P, Uthurusamy R. *F Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, AAAI Press/The MIT Press; 1996.
4. Ganesh SH. Data Mining: Should It Be Included In The 'Statistics' Curriculum? ICOTS6, 2002.
5. Koyuncugil A.S., Özgülbaş N. Veri Madenciliği: Tıp ve Sağlık Hizmetlerinde Kullanımı ve Uygulamaları, *Bilişim Teknolojileri Dergisi* 2009; 2(2): 21-32.
6. Ogunleye JO. The Concept of Data Mining. In: Thomas C, editor. *Data Mining - Concepts and Applications* [Internet]. London: IntechOpen; 2021.
7. Rojas E, Munoz-Gama J, Sepúlveda M, Capurro D. Process mining in healthcare: A literature review *J Biomed Inform* 2016; 61, 224-236.
8. Grzesiak W, Zaborski D Examples of the use of data mining methods in animal breeding. In: Karahoca A, editör *Data mining applications in engineering and medicine*, [Internet]. London: IntechOpen; 2012.
9. Hsiao T-C, Shieh S-L, Chen T-L, Liu C-H, Yeh Y-C. Data Analysis of Medical Records in Veterinary Hospital Using Clustering Method and Association Rule. *App Math Info Sci* 2015; 9(6):59.
10. Pandey SC. Data mining techniques for medical data: a review. 2016; *SCOPES*; 972-982.
11. Breiman L, Friedman JH, Stone CJ, Olshen RA. *Classification and regression trees*, 1st ed. New York: Chapman and Hall; 1984.
12. McCulloch W, Walter P. A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity. *Bull Math Biophys* 1943; 5 (4): 115–133.
13. Holland JH. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan; 1975.
14. Duda RO, Hart PE. *Pattern Classification and Scene Analysis*. Wiley, New York; 1973.
15. Joseph B Application to the Logistic Function to Bio-Assay. *J Am Statist Assoc* 1944; 39: 357–365.
16. Han J, Kamber M. *Data mining: concepts and techniques*. Morgan Kaufmann, San Francisco, ABD; 2000.
17. Lewis RJ. An Introduction to Classification and Regression Tree (CART) Analysis. The 2000 Annual Meeting Of The Society For Academic Emergency Medicine, San Francisco, California, ABD; 2000.
18. Song Y, Lu Y. Decision tree methods: applications for classification and prediction. *Shangai Arch Psychiatry* 2015; 27(2):130-135.
19. Adua E, Kolog EA, Afrifa-Yamoah E, Amankwah B, Obirikorang C, Anto EO, Acheampong E, Wang W, Tetteh AY. Predictive model and feature importance for early detection of type II diabetes mellitus. *Transl Med Commun* 2021; 6:17.
20. Song Y, Lu Y. Decision tree methods: applications for classification and prediction. *Shangai Arch Psychiatry* 2015; 27(2):130-135.
21. Morgan JN, Sonquist JA. Problems in the analysis of survey data, and a proposal. *J Amer Statist Assoc* 1963; 58:415-434.
22. Kass GV. An explanatory technique for investigating large quantities of categorical data. *Appl Statist* 1980; 29(2):119-127.
23. Quinlan JR. Induction of decision trees. *Mach Learn* 1986; 1:81-106.
24. Biggs D, Ville BD, Suan E. A method of choosing multiway partitions for classification and decision trees. *J Appl Stat* 1991; 18:49-62.
25. Friedman J. Multivariate adaptive regression splines (with discussion), *Ann Stat* 1991; 19:1-141.
26. Quinlan JR. *C4.5: Programs for machine learning*, Morgan Kaufmann Publishers, 1993; 17-55.
27. Michie D, Spiegelhalter DJ, Taylor CC. *Machine learning, neural and statistical classification*. Ellis Horwood Limited, 1994.
28. Shafer J, Agarwal R, Mehta M. SPRINT: A scalable parallel classifier for data mining. *Proc. of 22nd International Conference on Very Large Databases*, 1996.
29. Loh W-Y, Shih Y-S. Split selection methods for classification trees. *Stat Sinica* 1997; 7:815-840.
30. Breiman L. Random Forests. *Mach Learn* 2001; 45: 5–32.
31. Friedman JH. Stochastic Gradient Boosting. *Comput Stat Data An*, 2002; 28:367-378.

32. Witten IH, Frank E, Hall MA. Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques 3<sup>rd</sup> Edition, Morgan Kaufmann Publishers, Burlington, MA, ABD, 2011.
33. Rodriguez JJ, Kuncheva L, Alonso CJ. Rotation forest: A new classifier ensemble method. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell* 2006; 28(10):1619-30.
34. Quinlan JR. Simplifying decision trees. *Int J Man-Mach Stud* 1987; 27: 221- 234.
35. Quinlan JR. Learning logical definition from relations. *Mach Learn* 1990; 5:239-266.
36. Quinlan JR. C4.5: programs for machine learning. Amsterdam: Elsevier, 2014.
37. Mingers J. An empirical comparison of pruning methods for decision tree induction. *Mach Learn* 1989; 4:227–243.
38. Webb GI. Overfitting. In: Sammut C, Webb GI, editors. *Encyclopedia of Machine Learning*. Springer, Boston, MA, ABD; 2011.
39. Vale MM, Moura DJ, Nääs IA, Oliveira SRM, Rodridues LHA. Data mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave. *Sci Agric* 2008; 65(3):223-229.
40. Piwczyński D. Using Classification Trees in Statistical Analysis of Discrete Sheep Reproduction Traits. *J Cent Europ Agri* 2009; 10 (3): 303-309.
41. Pinzón-Sánchez C, Cabrera VE, Ruegg PL. Decision tree analysis of treatment strategies for mild and moderate cases of clinical mastitis occurring in early lactation. *J Dairy Sci* 2011; 94:1873-1892.
42. Židek R, Šidlová V, Kasarda R, Fuerst-Waltl B. Methods for Distinction of Cattle Using Supervised Learning. *Int J Biol Vet Agri Food Engin* 2014; 8(5):500-502.
43. Wylie CE, Shaw DJ, Verheven KLP, Newton JR. Decision tree analysis of clinical data to aid diagnostic reasoning for equine laminitis. *Vet Record* 2016; 178(17):420.
44. Velásquez L, Cruz-Tirado JP, Siche R, Quevedo R. An application based on the decision tree. to classify the marbling of beef by hyperspectral imaging. *Meat Science* 2017; 133:43-50.
45. Wold JP, Kermit M, Woll A. Rapid nondestructive determination of edible meat content in crabs (*Cancer pagurus*) by near-infrared imaging spectroscopy. *Applied Spectroscopy* 2010; 64(7): 691-699.
46. López Osornio MM, Hough G, Salvador A, Chambers IV E, McGray S, Fiszman S. Beef's optimum internal cooking temperature as seen by consumers from different countries using survival analysis statistics. *Food Qual Prefer* (2008; 19(1):12-20.
47. Gagaoua M, Monteils V, Picard B. Decision tree, a learning tool for the prediction of beef tenderness using rearing factors and carcass characteristics. *J Sci Food* 2019; 99:1275-1283.
48. Ekiz B, Baygül O, Yalçın H, Özcan M. Comparison of the decision tree, artificial neural network and multiple regression methods for prediction of carcass tissues composition of goat kids. *Meat Sci* 2020; 161:108011.
49. Tamura T, Okubo Y, Deguchi Y, Koshikawa S, Takahashi M, Chida Y, Okada K. Dairy cattle behavior classifications based on decision tree learning using 3 axis neck mounted accelerometers. *Anim Sci J* 2019; 90:589-596.
50. Piwczyński D, Sitowska B, Kolenda M, Brzozowski M, Aerts J, Sshork PM. Forecasting the milk yield of cows on farms equipped with automatic milking system with the use of decision. trees. *Anim Sci J* 2020; 91:e13414.
51. Pascottini OB, Probo M, Leblanc SJ, Opsomer G, Hostens M. Assessment of associations between transition diseases and reproductive performance of dairy cows using survival analysis and decision tree algorithms. *Prevent Vet Med* 2020; 176:104908.
52. Kamphuis C, Mollenhorst H, Feelders A, Pietersma D, Hogeveen H. Decision-tree induction to detect clinical mastitis with automatic milking. *Comput Electron Agric* 2010a; 70:60–68.
53. Firk R, Stamer E, Junge W, Krieter J. Improving oestrus detection by combination of activity measurements with information about previous oestrus cases. *Livest Prod Sci* 2003; 82:97-103.
54. Sun Z, Samarasighe S, Jago J. Detection of mastitis and its stage of progression by automatic milking systems using artificial neural networks *J Dairy Res* 2010; 77:168-175.
55. Caraviello DZ, Weige KA, Craven M, Gianola D, Cook NB, Norlund KV, Fricke PM, Wiltbank MC. Analysis of reproductive performance of lactating cows on large dairy farms using machine learning algorithms. *J Dairy Sci* 2006; 89:4703-4722.
56. Shahinfar S, Page D, Guenther J, Cabrera V, Fricke P, Wigel K. Prediction of insemination outcomes in Holstein dairy cattle using alternative machine learning algorithms. *J Dairy Sci* 2014; 97:731-742.



- 
57. Romero MP, Chang Y-M, Brunton LA, Parry J, Prosser A, Upton P, Rees E, Tearne O, Arnold M, Stevens K, Drewe JA. Decision tree machine learning applied to bovine tuberculosis risk factors to aid disease control decision making. *PreventVet Med* 2020; 175:104860.
  58. Hilbe JM. *Logistic Regression Models*, 1st ed. Chapman & Hall/CRC; 2009.
  59. Campbell MJ, Swinscow TDV. *Statistics at Square One*, 11th ed. BMJ Publishing Group Ltd, UK; 2009.
  60. Kuhn M. Building predictive models in R using the caret package. *J Stat Softw* 2008; 28.
  61. Therneau, T, Atkinson E. *An Introduction to Recursive Partitioning Using the Rpart Routines*. Boca Raton, Florida: Chapman; Hall/CRC; 2019.
  62. Tyasi TL, Eydurán E, Celik S. Comparison of tree-based regression tree methods for predicting live body weight from morphological traits in Hy-line silver brown commercial layer and indigenous Potchefstroom Koekoek breeds raised in South Africa. *Trop Anim Health and Pro* 2021; 53:7
  63. Zhao B, Xue B. Improving prediction accuracy using decision tree based meta strategy and multi-threshold sequential voting exemplified by miRNA target prediction. *Genomics* 2017; 109:227-232.
  64. Enright AJ, John EB, Gaul U, Tuschl T, Sander C, Marks DS. MicroRNA targets in drosophila, *Genome Biol* 2003; 5:R1.
  65. Wang X. Improving microRNA target prediction by modeling with unambiguously identified microRNA-target pairs from CLIP-ligation studies. *Bioinformatics* 2016; 32:1316–1322.
  66. Swain SN, Makunin A, Simanchal Dora A, Barik TK. SNP barcoding based on decision tree algorithm: A new tool for identification of mosquito species with special reference to Anopheles. *Acta Tropica* 2019; 199: 105152.
  67. Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz M, Tamura K. MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Mol Biol Evol* 2018; 35: 1547–1549.



doi 10.33188/vetheder.1246102

Derleme Makale / Review Article

## Arıcılık sektöründeki risk faktörlerinin incelenmesi

Alperen VARALAN<sup>1,a\*</sup>, Mustafa Bahadır ÇEVİRİMLİ<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği Anabilim Dalı, 25240, Erzurum, Türkiye

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği Anabilim Dalı, 42250, Konya, Türkiye

0000-0002-0509-0514<sup>a</sup>; 0000-0001-5888-242X<sup>b</sup>

### MAKALE BİLGİSİ /

### ARTICLE INFORMATION:

#### Geliş / Received:

01 Şubat 23

01 February 23

#### Revizyon/Revised:

23 Mart 23

23 March 23

#### Kabul / Accepted:

25 Nisan 23

25 April 23

#### Anahtar Sözcükler:

Arıcılık

Küresel iklim değişikliği

Risk faktörleri

Sürdürülebilirlik

#### Keywords:

Beekeeping

Global climate change

Risk factors

Sustainability

©2023 The Authors.

Published by Veteriner

Hekimler Derneği. This is

an open access article

under CC-BY-NC license.

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)



### ÖZET

Bu çalışmanın amacı; Türkiye’de ve Dünya’da arıcılık sektöründe yer alan işletmelerde arıcılık ürünlerinin üretim aşamasından pazarlama aşamasına kadar geçen süreçte karşılaştıkları risk faktörlerinin incelenmesidir. Arıcılık sektörü, doğa olaylarına daha hassas olması sebebiyle hayvancılığın diğer alt sektörlerine kıyasla küresel ısınma ve iklim değişikliğinden daha fazla etkilenmektedir. Bu yüzden, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin arıcılık sektörü için bir risk faktörü olduğu söylenebilir. Arıcılık sektöründe bu risk faktörünün dışında birçok risk faktörü mevcuttur. Bu risk faktörleri hastalık ve zararlılar, ana arı, pestisit kullanımı, hırsızlık ve kovan çalınması kaynaklı risk faktörleri olarak sıralanabilir. Ayrıca arıcılık sektörünü olumsuz etkileyen finansal, ekonomik ve pazarlama kaynaklı risk faktörleri de mevcuttur. İncelenen bu risk faktörleri arıcılık sektöründe sürdürülebilirliği tehdit etmektedir. Bu nedenle bu risk faktörlerine karşı önlemler alınmalıdır. Üreticiler bu önlemleri alırken risk faktörlerini doğru bir şekilde analiz etmelidir. Sigorta, arıcılığın daha profesyonel hale gelmesi için üreticilere verilecek eğitimler, kooperatiflerin artırılarak üreticilere daha fazla destek verilmesi gibi unsurlar bu risk faktörlerini azaltabilecek veya ortadan kaldıracak önerilerdir. Bu sayede arıcılık sektörünü sürdürülebilir kılmak mümkün olacaktır.

### Investigation of risk factors in the beekeeping sector

#### ABSTRACT

The objective of this study is to examine the risk factors of beekeeping products in the process from the production stage to the marketing stage in the enterprises in the beekeeping sector in Turkey and in the World. Since the beekeeping sector is more sensitive to natural events, it is more affected by global warming and climate change than other animal husbandry sub-sectors. Therefore, global warming and climate change are risk factors for the beekeeping sector. In the beekeeping sector, there are many risk factors apart from this risk factor. These risk factors can be examined as risk factors arising from diseases and pests, queen bees, pesticide use, theft and hive theft. There are also financial, economic and marketing-related risk factors that negatively affect the beekeeping sector. These examined risk factors threaten sustainability in the beekeeping sector. Therefore, precautions should be taken against these risk factors. Producers should analyze risk factors accurately when taking these precautions. Factors such as insurance, trainings to be given to producers to make beekeeping more professional, more support to producers by increasing cooperatives are suggestions that can reduce or eliminate these risk factors. In this way, it will be possible to make the beekeeping sector sustainable.

**How to cite this article:** Varalan A, Çevirimli MB. Arıcılık sektöründeki risk faktörlerinin incelenmesi. Vet Hekim Der Derg 2023; 94(2):188-202. DOI: 10.33188/vetheder.1246102

\* Sorumlu Yazar e-posta adresi / Corresponding Author e-mail address: [alperenvaralan@atauni.edu.tr](mailto:alperenvaralan@atauni.edu.tr)

\*\* Bu çalışmanın özeti, 20-23 Ekim 2022 tarihinde düzenlenen IV. Ulusal Hayvancılık Ekonomisi Kongresi’nde poster bildiri olarak sunulmuştur.

## 1. Giriş

Risk sözcüğü Fransızca kökenli olan “riziko” kelimesinden gelmekte olup, Türk Dil Kurumu’na ait olan güncel Türkçe sözlükte “zarara uğrama tehlikesi” olarak tanımlanmaktadır (1).

Riskler temelde sistematik ve sistematik olmayan riskler olarak sınıflandırılmaktadır. Sistematik riskler, sistem kaynaklı ve aynı zamanda kontrol edilemeyen riskleri açıklarken; sistematik olmayan riskler ise faaliyette bulunulan riskleri ifade etmektedir. Ancak hareketli piyasalar, artan küreselleşme ve gelişen teknolojiler yeni risklerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (2). Ortaya çıkan yeni risklerle birlikte çeşitlilik gösteren riskler, işletmeler için her zaman tehdit unsurudur. Bu yüzden, işletmelerin kuruluş aşamasından pazarlama aşamasına kadar gerek sektörel gerek sektör dışı faktörler kaynaklı karşılaşılabileceği bu riskler iyi analiz edilmelidir. Böylece, var olan ve olabilecek risklere karşı işletmeleri önceden hazır hale getirmek mümkün olabilir.

Tüm sektörlerdeki işletmeler gibi tarım ve hayvancılık sektöründeki işletmeler de risklerle karşı karşıyadır. Tarımsal ve hayvansal üretim yapılan bu sektörde, üreticilerin kontrol altına alabildiği ya da üreticilerin kontrolü dışında gerçekleşen çeşitli risk ve belirsizlikler mevcuttur. Bunlara örnek olarak; değişen piyasa koşulları, işletmecinin geleceğe yönelik kararları, hükümetin kararları gibi değişkenler verilebilir (3). Bu sektördeki işletmeler, mevcut veya gelecekte karşılaşılabileceği riskleri çeşitli amaçlara göre yönetmektedir. Bu amaçlar; işletmeden elde edilen gelirin devamlılığı, organizasyon ve finansal iyileşmenin süreklilik arz etmesidir (4).

Ana üretim kaynağı canlı süje olan hayvancılık sektörü özelinde çeşitli risklerin mevcudiyetinden bahsetmek mümkündür. Riskler genel olarak incelendiğinde; hayvanlardaki genetik bozukluklar, hastalıklar, işletme koşullarının yetersizliği, işletmede çalışan bireylerdeki bilgi eksiklikleri gibi olumsuz durumlar sektörde değer kayıpları oluşturan risklere örnektir. Bunlar ve bunlara benzer riskler, işletmelere yük oluşturarak işletmelerin sürdürülebilirliğini tehdit edebilmektedir. Hayvancılık sektörü özelinde, işletmelerin karşılaştıkları risk faktörlerine yönelik çeşitli çalışmalar mevcuttur. Amasya’da yapılan bir çalışmada büyükbaş hayvancılık işletmelerinde fiyat riski ve verim riskinden oluşan faaliyet riski üreticilerin temel risk kaynağı olarak tespit edilmiştir (3). Macaristan’da küçükbaş hayvancılık işletmelerine yönelik yapılan risk analizi çalışmasında, işletmelerde finansal risk, insan riski, fiyat riski, üretim riski ve teknolojik riskler belirlenmiştir (5). Antalya ilinde yapılan bir çalışmada ise, büyükbaş hayvancılık sektöründeki risk faktörleri devlet politikası, maliyet ve üretim riski, kişisel risk, finansman riski, çevresel risk, teknoloji riski olarak incelenmiştir (6). Arıcılık sektöründeki risk analizine yönelik yapılan bir çalışma sonuçlarında ticari ve ekonomik olumsuzluklar şeklinde sosyopolitik riskin mevcut olduğu tespit edilmiştir (7). Nijerya’da kanatlı hayvancılık işletmelerinde yapılan bir çalışmada ise; işletmecilerin üretim riski, teknoloji risk, finansal risk, sosyal risk, politik risk, pazar riski gibi risklerle karşı karşıya kaldığı bildirilmiştir (8). Su ürünleri işletmeleri özelinde Muğla ili Milas ilçesinde yapılan bir çalışmaya göre de riskler; üretim ve işletme riskleri, finansal riskler, politik ve sosyal riskler, kişisel riskler başlıkları altında incelenmiştir (9). Büyükbaş hayvancılık işletmelerinde yapılan bir başka çalışmaya göre, riskler 8 faktör altında incelenmiştir. Bu riskler; teknoloji ve maliyet riski, üretim ve pazarlama riski, politik ve ekonomik riskler, veterinerlik hizmetleri ve insan kaynakları kaynaklı riskler, fiyat riski, arazi değeri ve sigorta riskleri, finansal riskler, yem kıtlığı ve düşük kapasite kaynaklı riskler başlıkları altında ifade edilmiştir (10). Arıcılık işletmelerine yönelik yapılan bir başka risk analizi çalışmasında ise ekonomik, sosyal ve doğal risklerin varlığından söz edilirken; politik, teknolojik, finansman, üretim ve iklim kaynaklı risklerle de karşılaşılabileceği ifade edilmiştir (11). Konu hakkında yapılmış bir diğer çalışma ise Güneybatı Nijerya’da gerçekleşmiştir. Kanatlı hayvancılık işletmelerinde yapılan çalışmanın sonuçlarına göre risk faktörleri; finansal risk, üretim riski ve kişisel risk olarak bildirilmiştir (12). Büyükbaş, küçükbaş, kanatlı hayvancılık işletmeleriyle birlikte su ürünleri ve arıcılık işletmeleri özelinde yapılan bu çalışmalarda ortak risk faktörleri vardır. Özellikle üretim riski, ortak risk faktörlerinden biri olarak tespit edilmiştir. Yine her geçen gün gelişen dünyamızda teknoloji gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu açıdan; teknoloji riski de yapılan çalışmalar genelinde işletmeler için dikkat çeken ortak bir risk faktörü haline gelmiştir. Ancak ortak risk faktörlerinin mevcudiyetine rağmen işletmeleri diğerlerinden daha fazla etkileyen, farklı risk faktörleri de mevcuttur. Örneğin; su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmeler için suyun hijyeni önemli bir risk faktörü olarak tespit edilmiştir (13). Bu risk faktörü diğer hayvancılık işletmeleri için o kadar önemli olmayabilir. Yine arıcılık işletmeleri de diğer hayvancılık işletmelerine kıyasla farklı risk faktörlerine sahiptir.

Bu çalışmanın amacı; Türkiye’de ve Dünya’da arıcılık sektöründe yer alan işletmelerde arıcılık ürünlerinin üretim aşamasından pazarlama aşamasına kadar geçen süreçte karşılaştıkları risk faktörlerinin incelenmesidir. Bu sayede; arıcılık işletmelerinin sürdürülebilirliğinin önündeki engeller tespit edilip bu engellere yönelik var olan çözüm yolları iyileştirilebilir veya yeni çözüm yolları geliştirilebilir.

## 2. Türkiye’de ve Dünya’da Arıcılık Sektöründeki Mevcut Durum

Arıcılık, bal ve diğer arıcılık ürünleri olan arı, balmumu, propolis, arı sütü, arı zehri gibi ürünlerinin üretimini sağlamanın yanı sıra bitkilerin polinasyonunda da aktif rol oynayarak bitkisel üretime katkı vererek insanlığa hizmet eden bir üretim faaliyetidir (14-15). Arıcılık, aynı zamanda diğer hayvancılık alt sektörlerine kıyasla daha az işgücü gerektirmesi ve büyük sermayeler istememesi gibi özellikleriyle de avantajlı bir üretim koludur (16).

Arıcılık sektörü, işletmelere ve ülkelere önemli faydalar sağlamaktadır. Bu faydalar; mikro ve makro düzeyde olmak üzere iki şekilde incelenebilmektedir. Sektör, mikro düzeyde üreticiye ek veya ana gelir sağlayarak fayda oluşturur. Makro düzeyde ise, ülkelerin ekonomisine doğrudan katkı sağlarken aynı zamanda polinasyonda aktif rol oynayarak üretim miktarının ve meyve kalitesinin artırılmasını sağlayarak dolaylı olarak da katkı vermektedir (17).

Arıcılık sektöründe üretimin doğaya bağımlılığı göz önünde tutulduğunda; Türkiye, gerek coğrafi konumu gerek de bitkisel flora çeşitliliği ile birlikte Dünya ülkeleri arasında avantajlı bir yere sahiptir (18). Ancak Türkiye, bu avantajını arılı kovan sayısı ve üretilen toplam bal miktarı açısından kullanmasına rağmen; kovan başına bal verim ortalamasında beklenen seviyede değildir (19). Bu hususa yönelik; Tablo 1’de Türkiye’de 1991-2021 yılları arasındaki arıcılık verileri incelenirken; Tablo 2’de Dünya’da 1991-2020 yılları arasındaki arıcılık verileri incelenmektedir (20-21).

**Tablo 1:** Türkiye’de 1991-2021 yılları arasında arıcılık sektörüne ilişkin veriler

**Table 1:** Data on the beekeeping sector in Turkey between the years 1991-2021

Yıllar	Arılı Kovan Sayısı (Adet)	Endeks	Bal Üretim Miktarı (Ton)	Endeks	Kovan Başına Bal Verimi (Kilogram)	Endeks
1991	3.428.442	100,00	54.655	100,00	15,94	100,00
1996	3.964.718	115,64	62.950	115,18	15,88	99,62
2001	4.115.353	120,04	60.190	110,13	14,63	91,78
2006	4.851.683	141,51	83.842	153,40	17,28	108,41
2011	6.011.332	175,34	94.245	172,44	15,68	98,37
2016	7.900.364	230,44	105.727	193,44	13,38	83,94
2020	8.179.418	238,58	104.077	190,43	12,72	79,80
2021	8.733.394	254,73	96.344	176,28	11,03	69,20

Tablo 1 incelendiğinde; Türkiye’de 1991-2021 yılları arasında arılı kovan sayısında artış olduğu gözlenmektedir. Aynı yıllarda Türkiye’deki bal üretim miktarı ise zaman zaman işletme sahipleri kaynaklı, mevsim kaynaklı sebeplerden dolayı azalış gösterse de genel olarak artış eğiliminde olmuştur. Ancak; Türkiye’de 1991-2021 yılları arasında arılı kovan sayısında sürekli bir artış ve bal üretim miktarındaki genel olarak bir artışa rağmen kovan başına bal veriminde aynı istikrar sağlanamamıştır. Türkiye’de arılı kovan sayısının sürekli artış göstermesinin yanında özellikle 2006 yılından itibaren bal üretim miktarı da sürekli artış gösterirken; kovan başına bal verimi bu yıldan itibaren sürekli azalma eğilimindedir. Bu durum; bal üretim miktarındaki artışın kovan başına bal veriminden değil de artan arılı kovan sayısından olduğunu göstermektedir.

**Tablo 2:** Dünya’da 1991-2020 yılları arasında arıcılık sektörüne ilişkin veriler**Table 2:** Data on the beekeeping sector in the World between the years 1991-2020

Yıllar	Arılı Kovan Sayısı (Adet)	Endeks	Bal Üretim Miktarı (Ton)	Endeks	Kovan Başına Bal Verimi (Kilogram)	Endeks
1991	69.950.986	100,00	1.241.151	100,00	17,74	100,00
1996	65.990.867	94,34	1.107.733	89,25	16,79	94,61
2001	70.391.755	100,63	1.241.500	100,03	17,64	99,40
2006	75.515.692	107,96	1.506.419	121,37	19,95	112,43
2011	80.400.880	114,94	1.614.002	130,04	20,07	113,14
2016	90.183.346	128,92	1.871.398	150,78	20,75	116,95
*2020	93.999.656	134,38	1.770.119	142,62	18,83	106,13

\*Dünya 2021 yılı arıcılık verileri temin edilemediğinden en son 2020 yılı ele alınmıştır.

Tablo 2’de ise; Dünya’da 1991-2020 yılları arasında arılı kovan sayısı, bal üretim miktarı ve kovan başına bal veriminde genel olarak artış gözlenmiştir. Özellikle kovan başına bal verimi; Tablo 1’de ve Tablo 2’de karşılaştırmalı olarak incelenecek olursa Türkiye’nin kovan başına bal verimin Dünya ortalamasının altında kaldığı tespit edilmiştir. Dünya’da 2016-2020 yılları dışında 2006 yılından itibaren 5’er yıllık incelemelerde artan kovan başına bal verimliliğine rağmen Türkiye’deki kovan başına bal verimliliğinin 2006 yılından itibaren sürekli azalış göstermesi dikkat çekmektedir.

### 3. Türkiye’de ve Dünya’da Arıcılık Sektöründeki Risk Faktörleri

Arıcılık sektöründe mevcut verimi etkileyen çeşitli risk ve belirsizlikler vardır. Var olan bu riskler, arıcılık sektörünü tehdit ederek sektörün sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir. Arıcılık sektörü; büyükbaş hayvancılık sektörü, küçükbaş hayvancılık sektörü başta olmak üzere hayvancılığın diğer alt sektörlerinden farklı olarak üretimi bitki varlığına bağlı olmasının yanında aynı zamanda iklim şartlarına da duyarlı bir hayvancılık faaliyeti olması sebebiyle küresel ısınma ve iklim değişikliği arıcılık sektörü için önemli bir risk faktörüdür (22). Bu risk faktörünün yanı sıra arı hastalık ve zararlıları ile yanlış mücadele yöntemleri, bölgeye uygun arı ırkının kullanılmaması ve zirai mücadelede kullanılan ilaçlar gibi birden çok risk faktöründen bahsedebilmek mümkündür (11). Sürdürülebilir bir arıcılık için, mevcut risk ve belirsizlikler belirlenerek, buna yönelik önlemler alınmalıdır.

Özellikle küresel ısınma ve iklim değişikliği, bu sektörü direk etkileyen risk faktörlerinin başında gelmektedir. Yıllar geçtikçe önemini ve güncelliğini koruyan bir konu olan küresel ısınma ve iklim değişikliğinin arıcılık sektörüne etkileri konusunda çeşitli çalışmalar aşağıda ilgili başlıkta incelenmiştir.

#### Küresel ısınma ve iklim değişikliği kaynaklı risk faktörleri

Küresel ısınmanın neden olduğu küresel iklim değişikliği; deniz seviyesinin yükselmesi, buzulların erimesi, tatlı su kaynaklarının kuruması ve dahası canlıların yok olmasına kadar birtakım olumsuzluklara sebep olmaktadır (34). Bu durum ekonomik bir faaliyet olan arıcılık sektörüne ulusal ve uluslararası ticarete önemli bir faktör olan üretimin değişiklik göstermesine sebebiyet vererek yansımaktadır (30).

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, ekonomik olarak önemli bir gelir kaynağı olan bal arılarının fizyolojisini ve davranışını değiştirerek gelişim döngülerini etkileyebilmektedir. İklim değişikliğinin bal arıları üzerindeki etkisi farklı seviyelerdedir (23). Yapılan araştırmalara göre; arılar, ekolojik hayatta ortam ısısının 29-33 °C referans aralığında oldukça aktif olmasına rağmen; ortam ısının 10 °C altında veya 37 °C üstünde durağandır (35). Adapte olduğu sıcaklıktan daha yüksek bir sıcaklıkla karşılaşan arılar, bu sıcaklıktan kaçınmaya çalışmaktadır. Arıların kaçınma sırasındaki sergilediği davranışlar polinasyonu etkileyebilmektedir. Bal arıları vücut ısısında dengeyi

sağlamak için bir zaman harcamaktadır. Harcanan bu süre aynı zamanda yiyecek arama maliyetine karşılık gelmektedir. Önemli bir tozlayıcı olan bal arılarının aşırı ısınma riskiyle karşı karşıya kaldığı durumlarda enerji rezervlerini biriktirme ve koloni yönetme özellikleri önemli ölçüde baskılanmaktadır. Bunun sonucunda; popülasyondaki bal arıları, depodaki stoklarını oldukça hızlı tüketmektedir. Bu durum; kolonilerin açlıktan ölmesine neden olabilmektedir (24). Yapılan bir çalışmada kış sıcaklıklarının arı türlerinin canlı ağırlığına etkisi ve arıların gelişimleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada 9 adet arı türü kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, kışlama sıcaklıkları düşük olan aylarda arıların ölüm oranının etkilenmediği gözlenirken; artan kışlama sıcaklığı ile birlikte arıların kovandan çıkış tarihinin ve ağırlıklarının etkilendiği gözlenmiştir. Artan kış sıcaklıkları; türlerin çoğu için kilo kaybına neden olmaktadır. Kilo kaybindaki bu artışın sebebinin ise yüksek metabolik hız ve enerji kaybı olduğu tahmin edilmektedir (25). Yine İspanya’da yapılan bir çalışmada; oldukça kurak geçen ve daha uzun bir yaz dönemi yaşanan 2017 yılında çiçeklenmenin kısaldığı ve arıların depo rezerv olanaklarının azaldığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca yapılan bu çalışma, 2017 yılı için CCD (Koloni Çöküş Bozukluğu) hastalığındaki artışın bu sebepten kaynaklanabileceğini göstermiştir (29). Yine, Muğla’da 2021 yılında bir önceki yıla oranla bal üretim miktarı %37,4 oranında azalma göstermiştir. Bal üretim miktarındaki bu azalmanın sebebi, çam balı üretimi için ihtiyaç duyulan bir böcek olan koşnil böceklerinin azalmasıdır. Koşnil böceklerinin azalmasına sebep olan durumlar ise, iklimsel olumsuzluklar ve aynı yıl bölgede meydana gelen orman yangınlarıdır (17).

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin bal verimine etkisi konusunda da çeşitli çalışmalar mevcuttur. Yapılan bir çalışmanın sonuçları incelendiğinde, sıcaklık artışının bal verimini azalttığı sonucuna ulaşılrken (36); yapılan başka bir çalışmada ise son dönemde artan koloni sayısına rağmen bal üretiminin azalmasının sebebinin çevresel kirleticiler ve küresel iklim değişikliği olduğu ileri sürülmüştür (37).

### **Hastalık ve zararlılar kaynaklı risk faktörleri**

Türkiye’de ve Dünya üzerindeki ülkeler için arıcılıktaki hastalık ve zararlılar ciddi koloni kayıplarına neden olmaktadır. Ortaya çıkan koloni kayıpları ise işletmeler için ekonomik yük oluşturmaktadır (38).

Türkiye’de yapılan çeşitli çalışmaların sonuçlarına göre; yetiştiricilerin en fazla karşılaştıkları zararlı *Varroa destructor* olarak tespit edilirken; bu çalışmalarda yetiştiricilerin en çok karşılaştıkları hastalıkları ise yavru çürüklüğü, kireç hastalığı, Nosema hastalığı olarak sıralamak mümkündür (39-44). Ayrıca yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre; yetiştiricilerin arı kuşları, yaban arıları, ayılar gibi çeşitli zarar vericilerden de muzdarip olduğu sonucu elde edilmiştir (42).

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’nde yapılan bir çalışmada; son yıllarda artan koloni kayıplarının sebebi olarak CCD gösterilirken; Doğu ABD’de yapılan bir çalışmada ise, *Varroa* akarları ve *Nosema* sporlarına ek olarak genelde bilinmeyen bir kuluçka sendromu olan İdiopatik Kuluçka Hastalığı Sendromu (İKHS) ’nun koloni kayıplarını 3.8 kat arttırdığı sonucu elde edilmiştir (45-46). İspanya’da yapılan bir çalışmada ise *Nosema ceranae*’ nin varlığı dikkat çekicidir (47). Ayrıca, Kuzey Batı İspanya’da yapılan bir başka çalışmanın sonuçlarına göre de *Nosema ceranae*’nin varlığı dikkat çekici olmuştur (48). Yapılan bir çalışmada; *Nosema ceranae*’ya maruz kalan kolonilerde, maruziyet yaşamayan kolonilere göre nüfus azalmasının 10 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (47). Avrupa kıtasında ise yavru kayıplarına yönelik yapılan bir araştırmanın sonuçları kayıpların iki ana sebebinin Amerika Yavru Çürüklüğü ve Avrupa Yavru Çürüklüğü hastalığından kaynaklandığını göstermektedir (49).

### **Ana arı kaynaklı risk faktörleri**

Genç analı arı koloniler, arıcılıkta daha fazla bal üretiminin yanında sağlıklı koloni olarak değerlendirilmektedir. Ana arıların 2 yaşından sonraki hayatında yumurtlama kapasitesi azalmaktadır ve dolayısıyla da kovanların verimliliği azalmaktadır. Yumurtlama kapasitesi azalan ana arının bulunduğu kolonilerde bu azalmayla doğru oranda işçi arı sayısı azalmaktadır. Birbirini takip eden bu durumlar; kovandaki erkek arı sayısının artmasına ve tarlacı arı popülasyonunun azalmasına sebep olmaktadır (50). Bu noktada üreticilerin genç ve kaliteli ana arı kullanma

alışkanlıklarının olmaması öne çıkan bir risk faktörü olarak incelenebilmektedir (51). Kolonideki ana arıların yaşlı, verimsiz veya hastalığa duyarlı olması özellikle erken ilkbahar ve yaz aylarındaki koloni kayıpları için bir sebeptir (52).

Türkiye’de ana arı yaşının bal arısı kolonilerine etkisini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada, yaşlı ana arıların bulunduğu kolonilere kıyasla genç ana arıların kullanıldığı kolonilerde kışlama yeteneği ve hayatta kalma oranları daha iyi bulunmuştur. Bu duruma ek olarak; genç ana arılar tarafından yönetilen kolonilerde, Türkiye ortalamasından %150 daha fazla bal üretimi gerçekleşmiştir. Türkiye’deki bal veriminin düşük olmasına sebep olarak kolonilerin yaşlı ana arılar tarafından yönetilmesi bir sebeptir ve bu durum aynı zamanda bir risk faktörüdür (53).

ABD’de 2007-2008 yıllarını kapsayan bir çalışmada arı koloni ölümleri araştırılmıştır. Araştırmanın sonuçları incelendiğinde ise; kolonilerin ölümüne neden olan ilk beş nedenden biri olarak düşük kaliteli ana arı gösterilmiştir (54). Ayrıca, ABD’nin doğusunda yapılan bir çalışmada da ana arı yetersizliği ve değişimindeki başarısızlığın koloni kayıp riskini 3,1 kat arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır (46).

### Gezginci arıcılık kaynaklı risk faktörleri

Büyük ölçekli yapılan gezginci arıcılık faaliyetleri, uzun vadede koloni kayıpları için incelenen bir diğer risk faktörüdür. Çünkü gezginci arıcılık esnasında birçok koloninin uzun mesafeli hareketleri, bir yandan genetik kirliliğe neden olurken diğer yandan bölgeye uyumu iyi olan yerel ekotiplerin kaybına yol açmaktadır. Buna ek olarak, gezginci arıcılık esnasında kovanların rastgele dağıtılması, yan yana yakın kovanların olmasına müsaade ederek dirençli akarlar, hastalıklar, parazitlerin yayılmasını ve bulaşmasını hızlandırmaktadır. Bu noktada uygun arılık yerinin seçiminde yönlendirme yapılmaması ve arıların uzun mesafeli hareketleri arıcılık sektörü için bir diğer risk faktörüdür (52,55).

ABD’nin doğusunda bulunan Kuzey Carolina eyaletinde gezginci, izole sabit ve açıkta durup maruziyetle karşılaşan sabit arıcılık yapılan her biri 16 koloniden oluşan 3 grup halinde toplam 48 adet koloni seçilmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre; genel olarak göç koşullarının koloni koşullarını olumsuz etkilediği ve hastalık yükünü arttırabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda yapılan bu çalışmada, gezginci kolonilerin göç koşullarının Siyah Kraliçe Hücre Virüsü (SKHV) ’nun sebep olduğu enfeksiyonların şiddetini arttırabileceği ve kolonilerin daha yavaş büyümesine neden olabileceği öne sürülmektedir (56). İspanya’da yapılmış olan bir çalışmada ise, gezginci arıcılığın stres geliştirdiği ve gelişen strese bağlı olarak gezginci arı kolonilerinde daha yüksek bir şekilde *Varroa destructor* ve *Nosema ceranae* istilasına maruziyet yaşandığı saptanmıştır. Yine yapılan bu çalışmada, Mayıs ve Haziran aylarında gezginci ve sabit arı kolonileri benzer şekilde düşük bir oranda *Varroa destructor*’a maruz kalırken; yaz döneminden sonra gezginci arı kolonilerinin, sabit arı kolonilerine kıyasla daha yüksek bir oranda *Varroa destructor*’a maruz kaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca gezginci arı kolonilerinin kovanlarının taşınmasını takip eden iki hafta sonra ise *Nosema ceranae* daha yaygın bir şekilde görülmüştür (57). Sonuç olarak arı kolonilerinin göçüyle birlikte *Varroa destructor*, *Nosema ceranae*, Akdeniz arı kolonilerinde bal kaybına sebebiyet veren *Aethina tumida* böceğinin yayılma riskinin artmasının söz konusu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.(58). Bu nedenle gezginci arıcılık sektörü için önemli bir risk faktörüdür.

### Pestisit kullanımı kaynaklı risk faktörleri

İnsektisit, fungisit, herbisit olarak kullanılan ve sentetik veya doğal kökenli kimyasal maddeler olan pestisitler, insan veya hayvanlara zarar veren canlıları kontrol altına almak, uzaklaştırmak veya öldürmek amacıyla kullanılmaktadır. Ancak bitkilerdeki pestisit kullanımı bal arılarında akut veya kronik zehirlenmelere yol açarak arıcılık sektörü için ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır (59).

Pestisitlerin arılara etkisi üzerine yapılmış olan bir çalışmada, bal arısı kolonilerine çeşitli pestisitler uygulanmış ve arıların yaşam sürelerinde gerçekleşen değişiklikler araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, uygulanan bazı pestisitlerin 24 veya 48 saat sonunda bal arılarının ölümüne neden olduğu tespit edilirken; bu süreler zarfında bal arılarının ölümüne sebep olmayan pestisitlerin de var olduğu saptanmıştır. Bu noktada her ne kadar bazı pestisitler bal arılarının ölümüne neden olmasa da maruziyet yaşayıp kovana döndükleri zaman kalıntılı arı ürünlerine sebebiyet vermektedir (60). Yapılan bir başka çalışmada ise, bir pestisit olan ‘‘Cypermethrin’’in bal arıları ve yaban

arıları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, ilk ölümlerin 60. dakikada yaban arılarında başladığı tespit edilirken; bal arılarındaki ilk ölümlerin 110. dakikada başladığı tespit edilmiştir. Yapılan bu tespite göre; bal arılarının yaban arılarına göre daha dayanıklı olduğu söylenilebilir (61).

ABD’de de koloni ölümlerinin sebeplerini araştıran bir çalışmada, pestisitlerin kolonilerde ölümlere neden olduğu tespit edilmiştir (54). Yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre; bal arılarının neonikotinoidlere kronik ölümcül olmayan bir şekilde maruziyeti sebebiyle kolonilerdeki performansların olumsuz etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır (62). Yapılan başka bir çalışmada ise Bombus arı kolonileri neonikotinoid grubunda olan imidaklopride maruz bırakılmıştır. Bunun sonucunda, maruziyet yaşayan kolonilerde maruziyet yaşamayan kolonilere göre büyümede önemli ölçüde azalma gözlenmekle birlikte, ana arı üretiminde de %85’lik bir azalma meydana gelmiştir (63). Yine, imidaklopride maruz kalma ve Nosema sporları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla da bir çalışma yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre ise, imidaklopride öldürücü düzeyde maruz kalan kolonilerdeki arıların Nosema spor üretimi açısından etkileşimi açıkça gözlenmiştir (64).

### **Arıcılıkta ekonomik, finansal ve pazarlama kaynaklı risk faktörleri**

Arıcılık sektöründeki üreticiler, başta bal olmak üzere arı ve birçok üründen gelir elde etmek amacıyla bu sektör içinde yer almaktadır. Ancak her sektörde olduğu gibi arıcılık sektöründe de üretim maliyetleri başta olmak üzere birçok katlanılması gereken zorluklar vardır. Girdi maliyetlerinin yüksekliği, ürün satış fiyatındaki istikrarsızlık, ekipman yetersizlikleri gibi faktörler işletmeler için ekonomik, finansal ve pazarlama kaynaklı risk oluşturmaktadır. Bu nedenle bu risk faktörü, arıcılık sektörünün devamlılığı için de önem arz etmektedir.

Türkiye’nin bal başta olmak üzere diğer arıcılık ürünlerine yönelik pazarlama yapısı genel olarak gelenekseldir. Bu durum pazarlamada etkinliği azaltırken aynı zamanda üretici için tatmin edici bir gelir kaynağı olamamaktadır (22). Elazığ’da yapılan bir çalışmada; bölge arıcılığı için sorunların en başında %28,9 oranıyla pazarlama sorunları gelmektedir. Bu sorun işletmeler için aynı zamanda bir risk faktörüdür. İldeki üreticiler ürünlerini pazarlarken çeşitli problemlerle karşılaşmaktadır. Bunlar; ürünlerin hak edilen değerinden satılamaması, ürünlerin piyasaya dışarıdan kontrolsüz girişi, tüketicilerin ürünler hakkındaki tedirginliği, pazarlamada etkili olacak kooperatiflerin olmayışı, ürünlerde fiyat standartının oluşmaması olarak çalışmada verilmiştir (65). Yine Ardahan’da da yapılan çalışmada pazarlama riski olarak balın hak edilen değerden satılamaması riski dikkat çekmektedir (66). Arı ürünlerindeki fiyat istikrarsızlıkları ise, Akdeniz bölgesinde yapılan bir çalışmada %31,65 oranıyla dikkat çeken bir risk faktörüdür (67). Bu risklerden farklı olarak Adana’da yapılan bir çalışmada, üreticilerin %33,9’unun karşılaştığı risk faktörü vadeli satışlar ve üreticilerin dolandırılması şeklinde saptanmıştır. Ayrıca, ülkeye kaçak bal girişi de bir diğer pazarlama riski olarak bildirilmiştir. (68). Ülkeye kaçak balların girişi, pazarlama noktasında tüketiciler açısından ballara karşı güvensiz bir bakış oluşturmaktadır. Bu güvensizliğin oluşmaması adına bu konudaki önlemlerin genişletilmesi önem arz etmektedir. Bu başlık altında incelenebilecek bir diğer risk faktörü ise işletmeler için sorun teşkil eden girdi maliyetleridir. Muğla ili Milas ilçesinde yapılan bir çalışmaya göre göçer arıcılık ön plandadır. Bu nedenden dolayı üreticilerin girdi maliyetlerinden biri nakliye masrafıdır ve bu durum arıcılık işletmelerinde sürdürülebilirliğin önünde bir tehdit unsurudur (38). Ege bölgesinde yapılan bir çalışmada; üreticilerin büyük bir çoğunluğunun mevcut destekleme politikasını yeterli bulmadığı saptanırken; üreticilerin nakliye, pazarlama gibi konular noktasında daha fazla destek beklediği sonucuna ulaşılmıştır (43). Ayrıca, Aydın, Muğla, Denizli illerini içeren bir çalışmaya göre; finansman tedariki amacıyla kredi alma noktasında üreticilerin %35’inin bankalar tarafından yüksek miktarda teminat istenmesi sebebiyle bu imkândan yararlanamadığı sonucuna ulaşılmıştır (14). Bu sonuçtan hareketle bölgede azımsanamayacak derecede finansman riskinin mevcudiyetinden de bahsetmek mümkündür.

Yapılan bir çalışmada; Türkiye’nin ihraç ettiği bal miktarında dalgalanmaların mevcut olduğu bildirilmiştir (22). Bu durumun birçok sebebi vardır. Bunları, bal akım döneminde arıların nişasta ve ticari glikozlarla beslenmesi sonucunda ihraç edilen balların gümrüklerden dönmesi, bal üretim miktarının gün geçtikçe artan iç piyasa talebini ancak karşılaması, arılarda ruhsatsız ilaç kullanımına bağlı olarak balda kalıntı oluşması şeklinde sıralamak mümkündür (14).



Yurtdışında yapılan çalışmaya göre; Etiyopya'daki üreticilerin yaşadığı sorunlardan birisi bölgede sektör için resmi kredi kurumlarının yetersizliğidir. Aynı çalışmada dikkat çeken bir diğer faktör ise; ülkenin çoğu yerinde bal işleme kuruluşlarının eksikliğidir. Yapılan çalışmaya göre, bu eksiklik balın kalitesiz olmasına yol açarken aynı zamanda bal fiyatlarının düşük olmasına neden olmaktadır (69). Batı Etiyopya'da yapılan bir çalışmada ise; arıcılık sektörünün gelişmesinin önündeki engellerden bir tanesinin arıcılığın modern bir şekilde yapılmasını sağlayan ekipmanların maliyetinin yüksek olması olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada dikkat çeken bir diğer faktör ise; ülkenin çoğu yerinde bal işleme kuruluşlarının eksikliğidir. Yapılan çalışmaya göre, bu eksiklik balın kalitesiz olmasına yol açarken aynı zamanda bal fiyatlarının düşük olmasına neden olmaktadır (70). Hindistan'da yapılan bir çalışmada ise, üreticilerin finansal kısıtlamalar nedeniyle kaybettiği kolonileri yenileyemediği ve bu nedenden dolayı da arıcılığı ekonomik olarak tekrar uygulanabilir seviyeye getirmede zorluk çektiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada üreticilerin %46,72'si bal ve diğer arı ürünlerinin pazarlanmasında risklerle karşı karşıya kaldıklarını belirtmişlerdir. Üreticiler, pazarlama konusunda kooperatif ve kurumsal destek alamadıkları için ürünlerini toptancılara çok düşük fiyattan satmak zorunda olduklarını dile getirmişlerdir (71). Batı Uganda'da yapılan bir çalışmada ise, üreticilerin çoğunun kalitesi yüksek balları düşük fiyatlarla sattığı tespit edilmiştir. Ayrıca bölgede arıcılık için gerekli ekipmanların fiyatları da yüksektir. Bu iki durum sektördeki üreticileri caydırmakta ve sektör için risk faktörü oluşturmaktadır (72).

### **Arıcılık sektöründeki diğer risk faktörleri**

*Beslenme yetersizliği kaynaklı oluşan riskler:* Yeterli beslenme, canlıların tümü ve dolayısıyla arılar ve arıcılık sektörü için önem taşımaktadır. Ardahan ilinde yapılan bir çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde; gıda eksikliği kaynaklı ortaya çıkan yetersiz beslenme faktörü üreticilerin kolonilerinde kayıplara neden olan bir risk faktörüdür. Bu faktörün koloni kayıplarındaki payı %15,49 olarak tespit edilmiştir (73). Bingöl ilinde koloni kayıplarının sebebinin araştırılan bir çalışma sonucunda ise; besin yetersizliğinin hastalık ve olumsuz iklim koşullarından sonra üçüncü sırada önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir (41). ABD'de yapılan bir çalışmada ise, 2007-2008 yıllarını kapsayan koloni kayıplarının ilk beş nedeninden biri açlık veya besin yetersizliği kaynaklı olduğu bildirilmektedir (54). Yapılan çalışmalar, beslenme yetersizliğinin kolonilerde kayıplar oluşturduğunu göstermektedir.

*Kışlatma kayıpları kaynaklı oluşan riskler:* Kışlatma kayıpları da önemli bir risk faktörüdür ve çeşitli çalışmalara konu olmuştur. Akdeniz bölgesinde yapılan bir çalışmada kışlatma kayıplarının oranı ortalama olarak %17,31 olarak tespit edilmiştir. Bölgede bu durumun en önemli iki sebebi; hastalık ve parazitlerin yanında aşırı soğuk havalar olarak saptanmıştır (67). Ardahan ilinde yapılan bir çalışmada ise kışlatma kayıpları birden çok faktöre bağlanmıştır. Bu faktörler; açlık, kışa zayıf kolonilerle girilmesi, kışlatma koşullarının kötü olması, hastalık ve zararlılar, sonbahar bakımının yetersiz oluşu, iklim değişiklikleri olarak sayılabilmektedir (74). Avrupa ülkelerinin 19'unda 2012-2013 yılları kış dönemini kapsayan bir çalışma yapılmıştır. Çalışmaya katılım gösteren 15.850 tane arıcının 15.720 tanesi koloni kaybına yönelik veri sağlamıştır. Arıcılar, bu dönemde 277.609 adet koloniyi kışlatmıştır ve bu kışlatma sonucunda kolonilerin %16,10'unun kayba uğradığı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada Varroa zararlısına yönelik tedavi stratejisinin kayıplarda önemli olduğu saptanmıştır (75). Avrupa ülkelerinin 27'sine ek olarak Meksika, Cezayir ve İsrail'i de kapsayan ve 2016-2017 kış dönemini kapsayan bir çalışmanın sonuçlarına göre ise; kolonilerini kışlatan 14.813 tane arıcıdan veri elde edilmiştir. Bu 14.813 tane arıcı toplamda 425.762 adet koloniyi kışlatmıştır. Elde edilen verilere göre ise, kolonilerin %14,15'inin kış aylarında kayba uğradığı tespit edilmiştir (76). Toplamda 36 ülkeyi kapsayan ve 2017-2018 kış dönemini kapsayan bir çalışmada ise 25.363 tane arıcı tarafından kışlatılan 544.879 adet koloni incelenmiştir. İncelenen kolonilerin %10 oranında kaybedilen kısmının kış sonrası kaybedildiği sonucuna ulaşılmıştır (77). Yapılan bu çalışmalarda kışlatma kayıplarını etkileyen nedenleri; tedavi stratejisi, hava şartlarının olumsuz olması sebebiyle besine ulaşma zorluğu, ana arı sorunları, arıcılığın yapılaş şekli olarak tespit edilmiştir (75-77).

*Hırsızlık ve kovan çalınması kaynaklı riskler:* Hırsızlık ve kovan çalınması, arıcıların karşılaştığı bir diğer risk faktörüdür. Muğla, Denizli ve Aydın il ve ilçelerinde yapılan bir çalışmada; 73 tane arıcının 27 tanesi yani arıcıların

%36,98'i hırsızlık ve kovan çalınmalarına karşı oluşan riskin Tarım Sigortaları Havuzu (TARSİM) tarafından mevcutta var olan arıcılık sigortası kapsamına alınmasını beklemektedir (78). Yine Güney Marmara Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada üreticilerin %80'inin çeşitli sorunlu ve risklerle karşılaştığı tespit edilmiştir. Üreticilerin karşılaştıkları bu sorun ve riskler faktörlerinden bir tanesi ise hırsızlık olarak saptanmıştır (79). Tanzanya' da yapılan bir çalışmada ise; hırsızlık faktörünün %53 oranla arıcıların en çok karşılaştığı risklerden ikincisi olduğu belirtilmiştir (80).

*Doğal afetler kaynaklı riskler:* Doğal afetler, doğa koşullarına hassas bir sektör olan arıcılık sektörü için bir tehdit unsurudur. Bu doğal afetlerden birisi erozyondur. Yapılan bir çalışmada, erozyonun etkisi Bingöl ili özelinde incelenmiştir. Bu çalışmaya göre; birçok faktör tarafından tetiklenen erozyonun şiddetli hale gelebileceği ve bunun sonucunda bitki oluşum ve yayılımının zayıfladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum doğaya karşı hassas olan arıların verimini olumsuz bir şekilde etkilemektedir (81).

Arılar için önemli bir diğer risk faktörü ise orman yangınları olarak ele alınabilir. Özellikle 2021 yılı yaz aylarında Türkiye'de ve Dünya'daki ormanlarda ortaya çıkan yangınlar, ormanların tahrip olmasına sebebiyet vererek (82) arılar için tehdit oluşturmuştur. Ormanlardaki bozukluk veya orman yangınları, önemli bir polinatör böcek olan arıların yoğunluğunu ve çeşitliliği azaltmaktadır. Polinatör bir böcek olan arılarda gelişen kayıplar; ticari kayıplara ve ürün kalitesinde azalmaya sebep olmakla birlikte ekosistemin bozulmasına sebebiyet vermektedir. Bu da ekonomik ve ekolojik sürdürülebilirliğin önünde engel oluşturmaktadır (83). Bunun yanında her ne kadar tek sebep olmasa da orman yangınlarını, arıcılığın ticari olarak yapılmasını da engelleyebilir. Bu durum Tanzanya'da yapılan bir çalışma sonucunda tespit edilmiştir (84).

## Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada Türkiye ve Dünya üzerinde bulunan diğer ülkelerin arıcılık sektöründe karşılaştığı risk faktörleri incelenmiştir.

Türkiye ve Dünya üzerinde bulunan ülkelerin arıcılık sektöründe karşılaştığı risklerin en başında küresel ısınma ve iklim değişikliği yer almaktadır. Bunun sebebi, bal arıların doğaya daha bağımlı ve daha hassas olmasıdır. Sektörde var olan bir diğer risk faktörü ise hastalık ve zararlılardır. Hastalık ve zararlılarla mücadelenin etkili ve bilinçli yapılamaması kolonilerde büyük kayıplara neden olmaktadır ve mücadelenin bilinçsiz yapılması aynı zamanda balda kalıntı problemi oluşturmaktadır. Arıcılık sektöründeki bir diğer risk faktörü olarak ise, çiftçiler tarafından zamansız ve habersiz pestisit kullanımı ve zirai ilaç kullanımı ele alınabilir. Böyle bir kullanımda önlem alınmadığı takdirde, bazı pestisitler kolonilerin kaybına neden olmaktadır. Ana arı, bu sektör için önemli bir faktördür. Sektör özelinde yaşlı ana arıları uygun zamanda ve uygun şekilde kaliteli ana arılarla değiştirmek gereklidir. Arıcılık sektörü de diğer sektörlerde olduğu gibi bilgi ve emek isteyen bir sektördür. Yetersiz bilgiyle arıcılık yapılması, eksik veya hatalı uygulamaları beraberinde getirmektedir. Arıcılık sektöründe risk oluşturabilen bir diğer faktör arıcılığın yapılaş şekliyle ilgilidir. Çünkü gezginci arıcılık, arılarda taşıma stresi oluşturmasının yanında taşıma esnasından bölgeden bölgeye hastalık ve zararlıların yayılmasına sebep olmaktadır. Ayrıca gezginci arıcılıktaki bölgeler arası transferle genetik kirlilik de oluşturmaktadır. Bu durum bölgenin saf ırkları için tehdit unsurudur. Arıcılık sektörü de tıpkı diğer sektörler gibi belirli girdilerle çıktılar sağlayarak kazanç elde etmeye yöneliktir. Bu durumdan dolayı ekonomik, finansal ve pazarlama riskiyle karşı karşıya kalmaktadır. İşletmeler, bu risk faktörünün etkisini azaltmak veya engellemek amacıyla öncelikli olarak arı ürünlerindeki verimi arttırmaya yönelik çaba gösterebilir. Yine bunun dışında, üreticiler kooperatifler aracılığıyla kendi içinde örgütlenme düzeyini arttırabilir. Böylece ürünlerinin satışını belirli bir fiyat üzerinden yaparak refah düzeylerini arttırabilirler.

Arıcılık sektöründe yer alan işletmeler karşılaştıkları ve karşılaşılabilecekleri bu riskleri iyi analiz etmelidir. Böylece, risk faktörlerine karşı, var olan yöntemleri geliştirerek veya yeni yöntemler ortaya koyarak daha iyi stratejiler belirleyebilir. Risklerin analizini yaparken ise işletmede kayıt tutma önem arz etmektedir. Bu yüzden üreticiler bu konuda teşvik edilmelidir. Kayıt tutma işlemi, kolonilerin yönetiminde kolaylık sağlamaktadır. Koloni yönetimi açısından bir diğer önemli husus ise ana arıların ya yıllık ya da iki yılda bir değiştirilmesidir. Bunun sebebi ise ana arıların iki yaşından sonra değiştirilmesinin verimlerde azalmaya yol açmasıdır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, her ne kadar doğal bir olay gibi gözükse de insanların çevreye duyarsızlığı bu durumu daha da tetiklemektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği, yaşadığımız Dünya için ve hayvancılık özelinde özellikle arıcılık sektörü için tehdit unsuru olduğu için insanlar bu konuda daha çok bilinçlendirilmeye çalışılmalıdır.

Sigorta uygulamaları, arıcılık sektöründe karşılaşılan risklerin üreticiyi olumsuz etkilememesi adına ve arıcılığın sürdürülebilirliği için gereklidir. Sigorta uygulamaları olan ancak teminat kapsamı yetersiz olan ülkelerde üreticinin isteği doğrultusunda genişletme yapılabilir. Bu sayede üreticiler daha fazla teşvik edilerek sigorta yaptıran üretici sayısı artırılabilir. Örneğin, Türkiye’de hırsızlık ve kovan çalınmasına yönelik bir uygulama sigorta kapsamında değildir. Ancak yapılan çalışmalarda üretici böyle bir uygulamanın sigorta kapsamına alınmasını istemektedir. Hırsızlık ve kovan çalınmasına yönelik uygulamaların sigorta kapsamına alınmasıyla üreticinin sigorta yaptırmada konusunda daha çok teşvik olacağı tahmin edilmektedir. Yine arıcılıkla uğraşan ancak arıcılık sektörüyle ilgili bir sigorta kapsamına sahip olmayan ülkelerin hükümetleri de sigorta faaliyetleri planlayarak hayata geçirmelidir.

Arıcılık sektöründe özellikle *Varroa* akarı ve *Nosema cerenae* kaynaklı hastalık ve zararlılar yaygındır. Bu durum, işletmelerde ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bundan dolayı; arıcılara hastalık ve zararlılar yönünden eğitimler verilerek hastalık ve zararlılar hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanabilir. Ayrıca kolonilerde ortaya çıkan hastalık ve zararlılarla mücadelede uzman personele ulaşarak destek almaları sağlanmalıdır. Bu sayede eksik veya hatalı tedavi uygulamalarından kaçınılabilir. Böylece hastalık ve zararlılarla daha etkin ve bilinçli mücadele imkânı sağlanabilir.

Gezgin arıcılık esnasında kovan hareketliliği kısıtlanarak ve kovanlar arası mesafeler denetimli bir şekilde artırılarak hastalık ve zararlıların yayılması azaltılabilir hatta bu yayılmanın tamamen önüne geçilebilir.

Pazarlamaya yönelik markalaşma ve reklam çalışmaları önem arz etmektedir. İşletmeler, bu sayede tanıtımlarını daha iyi yapabilecek ve gelir miktarını daha çok arttırabilecektir. Yapılacak olan bu çalışmalarla birlikte işletmeler ulusaldan uluslararası genişliğe ulaşabilir. Bu sayede ulusların ihracat gelirleri artabilir.

Gıda denetimleri artırılarak denetimlerin ardından kusurlu üretim yapan işletmelere çok ciddi cezaların uygulanması gerekli bir durumdur. Böylece kalıntı gibi büyük bir problemin önüne geçilerek gıda güvenliği sağlanabilir. Böylece ürünlerin homojen olması, kalitenin artırılmasıyla birlikte ulusların ihracatta eli güçlenebilecektir.

Sonuç olarak; Türkiye ve Dünya üzerindeki ülkeler için arıcılık sektöründe çeşitli risk faktörleri mevcuttur. Bu risk faktörlerinin bazıları doğal sebeplerden kaynaklansa da bu risklerden alınabilecek olumsuz durumlar en aza indirilebilir. Risk faktörlerinin bazıları ise, üretici tarafından tamamen ortadan kaldırılabilir. Üreticinin bilinçlendirilmesiyle arıcılık daha profesyonel yapılabilir. Profesyonel arıcılar ise, diğer arıcıları teşvik ederek sürdürülebilir arıcılık için önemli rol oynayabilir.

## **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makalenin yazarları arasında bu derleme çalışması kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## **Finansal Kaynak Beyanı**

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

## Yazar Katkısı Beyanı

Fikir/kavram: Alperen VARALAN, Mustafa Bahadır ÇEVİRİMLİ  
 Denetleme/Danışmanlık: Mustafa Bahadır ÇEVİRİMLİ  
 Kaynak taraması: Alperen VARALAN, Mustafa Bahadır ÇEVİRİMLİ  
 Makalenin yazımı: Alperen VARALAN, Mustafa Bahadır ÇEVİRİMLİ  
 Eleştirel inceleme: Mustafa Bahadır ÇEVİRİMLİ

## Etik Onay

Bu makaledeki sunulan verilerin, bilgilerin ve dokümanların akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edildiği, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçlarının bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunulduğuna dair yazarlardan etik beyan alınmıştır.

## Kaynaklar

1. Türk Dil Kurumu. Türk Dil Kurumu sözlükleri, Güncel Türkçe sözlük. <https://sozluk.gov.tr/>. Erişim tarihi: 23.03.2022
2. Özbilgin İG. Risk ve risk çeşitleri. *Bilişim Derg* 2012;7:86-93.
3. Hazneci E, Ceyhan V. Amasya ili Merzifon ilçesinde süt sığırcılığı yapan tarım işletmelerinde risk analizi. *Akdeniz Üniv Ziraat Fak Derg* 2011; 24(2): 109-114.
4. Janowicz-Lomott M, Łyskawa K. The new instruments of risk management in agriculture in the European Union. *Procedia Econ Finan* 2014;9:321-330.
5. Nábrádi A, Mdai H, Nemessályi Z. Risk and risk management in Hungarian livestock production with a special regard to sheep production. *AAEA Annual Meeting. 2004 August 1-4; Denver, Colorado.*
6. Kızılay H, Akçaöz H. Antalya ilinde süt sığırı yetiştiricileri birliğine üye olan ve olmayan işletmelerde risk analizi. *Anadolu J of AARI* 2008; 18(1): 66-92.
7. vanEngelsdorp D, Meixner MD. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *J Invertebr Pathol* 2010; 103: 80-95.
8. Akinola BD. Risk preferences and coping strategies among poultry farmers in Abeokuta Metropolis, Nigeria. *Glob J Sci Front Res* 2014; 14(5): 23-30.
9. Çobanoğlu F, Çoban D, Yıldırım Ş, Kırım B, Tunalioglu R, Cankurt M. Milas (Muğla-Türkiye) yöresinde deniz balığı yetiştiriciliği yapan toprak havuz işletmelerinin risk kaynakları ve risk yönetim stratejileri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 2015; 32(2): 89-97
10. Hayran S, Gül A. Risk perception and management strategies in dairy farming: a case of Adana Province of Turkey. *Turk J Agric Food Sci Tech* 2015; 3(12): 952-961.
11. Karadas K, Birinci A. Identification of risk factors affecting production of beekeeping farms and development of risk management strategies: A new approach. *Rev Bras Zootec* 2018; 47.
12. Adeyonu AG, Otunaiya AO, Oyawoye EO, Okeniyi FA. Risk perceptions and risk management strategies among poultry farmers in south-west Nigeria. *Cogent Soc Sci* 2021; 7(1): 1891719
13. Alam MA, Guttormsen AG. Risk in aquaculture: farmers' perceptions and management strategies in Bangladesh. *Aquac Econ Manag* 2019; 23(4): 359-381.
14. Çevrimli MB. Arıcılık işletmelerinin teknik ve ekonomik analizi: Ege Bölgesi Örneği. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2017, Ankara, Türkiye.
15. Semerci A. Türkiye arıcılığının genel durumu ve geleceğe yönelik beklentiler. *Mustafa Kemal Üniv Ziraat Fak Derg* 2017; 22(2): 107-118.
16. Erkan C, Aşkın Y. Van ili Bahçesaray ilçesinde arıcılığın yapısı ve arıcılık faaliyetleri. *YYÜ Tar Bil Derg* 2001; 11(1), 19-28.
17. TEPGE, 2022. Arıcılık Ürün Raporu 22. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü, TEPGE. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/>. Erişim tarihi 25.08.2022
18. Kekeçoğlu M, Gürcan EK, Soysal Mİ. Türkiye arı yetiştiriciliğinin bal üretimi bakımından durumu. *Tekirdağ Ziraat Fak*

Derg 2007; 4(2): 227-236.

19. Kutlu MA, 2019. Uludere ilçesi arıcılık işletmelerinin genel yapısı ve arıcılık faaliyetleri üzerine bir çalışma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Derg* 6(3): 511-517.
20. FAO. Food and agricultural organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>. Erişim tarihi: 27.03.2022
21. TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/>. Erişim tarihi: 23.03.2022
22. Çevrimli MB, Sakarya E. Türkiye arıcılık sektöründe mevcut durum, sorunlar ve çözüm önerileri. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 2018; 15(1): 58-67.
23. Le Conte Y, Navajas M. Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Rev Sci Tech Off Int Epiz* 2008; 27(2): 499-510.
24. Reddy PR, Verghese A, Rajan VV. Potential impact of climate change on honeybees (*Apis spp.*) and their pollination services. *Pest Manag Hortic Ecosyst* 2012; 18(2): 121-127.
25. Fründ J, Zieger SL, Tschardtke T. Response diversity of wild bees to overwintering temperatures. *Oecologia* 2013; 173(4): 1639-1648.
26. Topal E, Özsoy N, Şahinler N. Küresel ısınma ve arıcılığın geleceği. *Mustafa Kemal Üniv Ziraat Fak Derg* 2016;21(1).
27. Demirhan SA, Şahinler N. Effects of global warming on animal breeding. *Int J Agric For Life Sci* 2019; 3(1), 157-160.
28. Demirpolat A, Kılıç Ö, Çobanoğlu DN. İklim değişikliğinin arıcılık üzerine etkileri. *Uluslararası Arıcılık Araştırmaları ve Sürdürülebilir Kırsal Kalkınma Stratejileri Kongresi*; 2019 Ekim 11-13, 414-419, Bingöl, Türkiye.
29. Flores JM, Gil-Lebrero S, Gámiz V, Rodríguez MI, Ortiz MA, Quiles FJ. 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. *Sci Total Environ* 2019; 653:1111-1119.
30. Kutlu MA, Özdemir A, Gül A. Küresel iklim değişikliğinin arıcılık faaliyetleri üzerine etkileri. *Uluslararası Arıcılık Araştırmaları ve Sürdürülebilir Kırsal Kalkınma Stratejileri Kongresi*; 2019 Ekim 11-13, 343-350, Bingöl, Türkiye.
31. Rai SN, Ravuiwasa K. Impact of climate change on honey bee population and diseases with special reference To Fiji Islands. *Haya: Saudi J Life Sci* 2019; 4(10): 335-339.
32. Giannini TC, Costa WF, Borges RC, MirandamL, da Costa CPW, Saraiva AM, Imperatriz Fonseca VL. Climate change in the Eastern Amazon: crop-pollinator and occurrence-restricted bees are potentially more affected. *Reg Environ Change* 2020;20(1):1-12.
33. Vercelli M, Novelli S, Ferrazzi P, Lentini G, Ferracini C. A qualitative analysis of beekeepers' perceptions and farm management adaptations to the impact of climate change on honey bees. *Insects* 2021; 12(3): 228.
34. Varol N, Ayaz M. Küresel iklim değişikliği ve zeytincilik. *Türk Bilimsel Derlemeler Derg* 2012; 5(1):11-
35. Tunçel H. Türkiye'de (1966-1986 yılları arasında) arıcılığa genel bir bakış. *Türkiye Coğrafyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Derg* 1992; 1: 97-126.
36. Duru S, Parlakay O. Türkiye'de iklim değişikliğinin bal verimine etkisi: ARDL sınır testi yaklaşımı. *MKU.Tar Bil Derg* 2021; 26(3): 791-800.
37. Karakaş G, Gülse Bal HS. The relationship between honey yield and environmental pollutants in Turkey. *Turkish JAF Sci Tech* 2019; 7(11): 2018-2024.
38. Çukur F. Muğla İli Milas İlçesinde Arıcılık Faaliyetinin Sürdürülebilirliği Üzerine Bir Değerlendirme. *XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*; 2014 Eylül 3-5, Samsun, Türkiye.
39. Özmen Özbakır G, Doğan Z, Öztokmak A. Adıyaman ili arıcılık faaliyetlerinin incelenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg* 2016; 20(2): 119-126
40. Karahan A, Karaca İ. Adana ve Konya illerindeki arıcılık faaliyetleri ve koloni kayıpları. *SDÜ Fen Bil Enst Der* 2016; 20(2).
41. Söğüt B, Şeviş HE, Karakaya E, İnci H, Yılmaz HŞ. Bingöl İlinde arıcılık faaliyetinin mevcut yapısı üzerine bir araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Derg* 2019; 6(2): 168-177.
42. Balkaya İ, Kaplan H, Güven E, Avcıoğlu H. Erzurum yöresi arıcılarının karşılaştıkları bal arısı hastalıkları. *Atatürk University J Vet Sci* 2016; 3: 273-281.
43. Çevrimli, MB, Sakarya E. Arıcılık işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları; Ege Bölgesi örneği. *Eurasian J Vet Sci* 2018; 34(2): 83-91.

44. Küçük A, Saylam A, Akın AL, Şahinoğlu OY. Orman köylerinde arıcılık sorunları ve çözüm önerileri (Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü örneği). *Ormancılık Araştırma Derg.* 2022; 9(2): 15-27.
45. Ellis JD, Evans JD, Pettis J. Colony losses, managed colony population decline and Colony Collapse Disorder in the United States. *J Apic Res* 2010; 49(1): 134-136.
46. vanEngelsdorp D, Tarry DR, Lengerich EJ, Pettis JS. Idiopathic brood disease syndrome and queen events as precursors of colony mortality in migratory beekeeping operations in the eastern United States. *Prev Vet Med* 2013; 108: 225–233.
47. Higes M, Martín-Hernández R, Martínez-Salvador A, Garrido-Bailón E, González-Porto AV, Meana A, Bernal, JL, Del Nozal MJ, Bernal J. A preliminary study of the epidemiological factors related to honey bee colony loss in Spain. *Environ Microbiol Rep* 2010; 2: 243–250.
48. Meana A, Llorens-Picher M, Euba A, Bernal JL, Bernal J, García-Chao M, Dagnac T, Castro-Hermida JA, González-Porto AV, Higes M, Martín-Hernández R, 2017. Risk factors associated with honey bee colony loss in apiaries in Galicia, NW Spain. *Span J Agric Res* 2017; 15(1): e0501
49. Chauzat MP, Jacques A, Laurent M, Bougeard S, Hendrikx P, Ribiere-Chabert M. Risk indicators affecting honeybee colony survival in Europe: one year of surveillance. *Apidologie* 2016; 47(3): 348-378.
50. Saner G, Engindeniz S, Çukur F, Yücel B. İzmir ve Muğla illerinde faaliyet gösteren arıcılık işletmelerinin teknik ve ekonomik yapısı ile sorunları üzerine bir araştırma. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 126, ISBN: 975- 407-169-1, 2005 Mart, Ankara, 126 s.
51. Kösoğlu M, Yücel B, Özsoy N, Topal E, Engindeniz S. Türkiye arıcılığında ana arının koloni gelişimine ve arıcılık ekonomisine etkisi. *Turkish Journal of Agricultural Economics* 2017; 23(1).
52. Çakmak I, Seven Çakmak S. Beekeeping and recent colony losses in Turkey. *Uludag Bee J* 2016; 16(1): 31-48.
53. Akyol E, Yeninar H, Korkmaz A, Çakmak I. An observation study on the effects of queen age on some characteristics of honey bee colonies. *Ital J Anim Sci* 2008; 7(1), 19-25.
54. vanEngelsdorp, D, Hayes Jr J, Underwood RM, Pettis, J, 2008. A survey of honey bee colony losses in the US, fall 2007 to spring 2008. *PloS one*, 3(12), e4071.
55. Çevrimli MB, Tuncel L. Türkiye’de gezginci arıcılıkta yeni uygulamalar. *Veteriner Hekimler Derneği Bülteni* 2015; 10(1): 7-12
56. Alger SA, Burnham PA, Lamas ZS, Brody AK, Richardson LL. Home sick: Impacts of migratory beekeeping on honey bee (*Apis mellifera*) pests, pathogens, and colony size. *PeerJ* 2018; 6: e5812.
57. Jara L, Ruiz C, Martín-Hernández R, Muñoz I, Higes M, Serrano J, De la Rúa P. The effect of migratory beekeeping on the infestation rate of parasites in honey bee (*Apis mellifera*) colonies and on their genetic variability. *Microorganisms* 2020; 9(1): 22.
58. Pilati L, Prestamburgo M. Sequential relationship between profitability and sustainability: The Case of Migratory Beekeeping. *Sustainability* 2016; 8(1): 94.
59. Ünal HH, Oruç HH, Sezgin A, Kabil, E. Türkiye’de 2006-2010 yılları arasında, bal arılarında görülen ölümler sonrasında tespit edilen pestisitler. *U Arı D* 2010; 10(4): 119-125.
60. Karahan, A, Kutlu MA, Gül A, Karaca İ. The Effect of pesticides on honey bees. In 6th International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress; 2018 October 15-19; 84-90, Muğla, Türkiye.
61. Karahan A, Kutlu MA, Karaca İ. Cypermethrin’in bal arısı (*Apis mellifera*) ve yaban arısı (*Vespa germanica*) üzerine etkileri. *Arıcılık Araştırma Derg* 2018; 10(1): 1-8.
62. Sandrock C, Tanadini M, Tanadini LG, Fauser-Misslin A, Potts SG, Neumann P. Impact of chronic neonicotinoid exposure on honeybee colony performance and queen supersedure. *PLOS one* 2014; 9(8): e103592.
63. Whitehorn PR, O’connor S, Wackers FL, Goulson D. Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science* 2012; 336(6079), 351-352.
64. Pettis JS, Vanengelsdorp D, Johnson J, Dively G. Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen Nosema. *Naturwissenschaften* 2012; 99(2): 153-158.
65. Seven İ, Akkılıç ME. Elazığ’daki arıcılık işletmelerinin üretim ve pazarlama problemlerinin tespiti ve çözüm önerileri. *Lalahan Hay Araşt Enst* 2005; 45(2), 41-52.
66. Serhat Kalkınma Ajansı (SERKA). Ardahan Kafkas arı ırkı ve arıcılık çalışmayı sektör raporu 2012; 58-59 Kars, Türkiye.
67. Öztürk C, Subaşı OS, Uysal O, Seçer A, Alemdar T, Ören MN. Akdeniz bölgesinde arıcılık işletmelerinin teknik ve ekonomik yapısının belirlenmesi. *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü Yayın* 2014; (254).

68. Seğmenoğlu N. Adana ilinde arıcılığın genel yapısı ve arıcılık faaliyetleri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2018, Elazığ, Türkiye
69. Faji M, Begna F. Review of opportunity and challenges of beekeeping in Ethiopia. *Advan Res J Plant Ani Sci* 2017; 3(3): 053-060.
70. Abebe A, Yilma T, Yohannes E, Mulisa F, Habtamu A. Analysis of honey production systems in three agro-ecologies of Benishangul-Gumuz, Western Ethiopia. *J Agric Ext Rural Dev* 2016; 8(3): 29-38.
71. Monga K, Manocha A. Adoption and constraints of beekeeping in district Panchkula (Haryana), India. *Livest Res Rural Dev* 2011; 23(5): 3
72. Kalanzi F, Nansereko S, Buyinza J, Kiwuso P, Turinayo Y, Mwanja C, et al. Socio-economic analysis of beekeeping enterprise in communities adjacent to Kalinzu forest, Western Uganda. *Int J Res land-use Sustain.* 2015;2:81–90
73. Cengiz MM, Yazıcı K. Ardahan yöresinde bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinde kışlama kayıpları ve muhtemel sebepleri üzerine bir anket. *U Arı D* 2018; 18(2): 111-122
74. Aydın A. Ardahan ilinde arıcılık faaliyetleri ve sorunları. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014, Erzurum, Türkiye.
75. van der Zee R, Brodschneider R, Brusbardis V, Charriere JD, Chlebo R, Coffey MF et al. Results of international standardised beekeeper surveys of colony losses for winter 2012–2013: analysis of winter loss rates and mixed effects modelling of risk factors for winter loss. *J Apic Res* 2014; 53(1): 19-34.
76. Brodschneider R, Gray A, Adjlane N, Ballis A, Brusbardis V, Charrière JD et al. Multi-country loss rates of honey bee colonies during winter 2016/2017 from the COLOSS survey. *J Apic Res* 2018; 57(3): 452-457.
77. Gray A, Brodschneider R, Adjlane N, Ballis A, Brusbardis V, Charrière JD et al. Loss rates of honey bee colonies during winter 2017/18 in 36 countries participating in the COLOSS survey, including effects of forage sources. *J Apic Res* 2019; 58(4): 479-485.
78. Çevrimli MB, Sakarya E. TARSİM arılı kovan sigortası uygulamaları; TR32 bölgesi örneği. *MAKÜ Sag Bil Enst Derg* 2017; 5(1): 1-10.
79. Çakmak İ, Aydın L, Seven S, Korkut M. Güney Marmara Bölgesi'nde arıcılık anket sonuçları. *U Arı D* 2003; 3(1): 31-36.
80. Wagner K, Meilby H, Cross P. Sticky business-Why do beekeepers keep bees and what makes them successful in Tanzania? *J Rural Stud* 2019; 66: 52-66.
81. Demir Y. Erozyon Arıcılık İçin Bir Tehdit mi? Bingöl İli Örneği. *BinBee Arı ve Doğal Ürünler Dergisi*, 2021, 1: 45-53.
82. Anadolu Haber Ajansı. <https://www.aa.com.tr/en/world/wildfires-ravaging-forestlands-in-many-parts-of-globe/2322512>. Erişim tarihi: 15.09.2022.
83. Bağrıaçık N. Polinatör böcekler ve küresel tozlaşma krizi. *Journal of the Institute of Science and Technology* 2017; 7(4): 37-41.
84. Tutuba, NB, Vanhaverbeke W. Beekeeping in Tanzania: why is beekeeping not commercially viable in Mvomero?. *Afrika focus* 2018; 31(1): 213-239.



## VETERİNER HEKİMLER DERNEĞİ DERGİSİ YAYIM KOŞULLARI

1. Dergi, Veteriner Hekimler Derneğinin yayın organı olup, yılda iki kez (Ocak ve Haziran) yayımlanır. Derginin kısaltılmış resmi adı “**Vet Hekim Der Derg**”dir.
  2. Derginin yayım dili Türkçe veya İngilizce’dir.
  3. Dergide, tamamı daha önce başka bir yerde yayımlanmamış güncel konulara ilişkin özgün bilimsel araştırmalar, derlemeler, olgu sunumları ve kısa bilimsel çalışmalar yayımlanır. Derleme niteliğindeki çalışmalar, ilgili bilim insanlarından davet usulü ile talep edilir.
  4. Dergide yayımlanmak üzere gönderilen makaleler Editörler Kurulunca değerlendirilerek konu ile ilgili hakemlere gönderilir. Hakemlerin görüşü alındıktan sonra önerilen değişiklik ve düzeltmelerin yapılması için makale yazarı/yazarlarına geri gönderilir; düzeltmeler yapıldıktan sonra yayımlanır. Hakemlerin önerileri dışında makalelerde sonradan ekleme ve çıkartma yapılamaz.
  5. **Dergide yayımlanması istenen yazılar uygun formata göre hazırlanmış "şablon"a göre düzenlenmelidir. İlgili makale formatına göre hazırlanan şablonlar “<https://dergipark.org.tr/pub/vetheder>” adresinden indirilebilir. Yazar; Dergide yayımlanması istenen yazıyı ilgili şablonu kullanarak uygun formata getirdikten sonra Dergipark sistemini kullanarak 1 Tam metin, 1 Ek makale dosyası ile 1 Etik Beyanname formu , 1 Yayın Hakkı Bilgilendirme ve Yazar Katkı Beyanı olmak üzere toplam 4 dosya yükleyecektir. Belirtilen makale dosyalarının sisteme ne şekilde yükleneceği ile ilgili bilgilere dergi web sitesi üzerinden erişilebilir (<https://dergipark.org.tr/pub/vetheder/writing-rules>).**
  6. Yazıların tamamı, şekil ve tablolar dâhil olmak üzere orijinal bilimsel araştırmalarda ve derlemelerde **15**, kısa bilimsel çalışmalarda **10**, olgu sunumlarında **8** sayfayı geçmemelidir.
  7. Makalenin başlığı kısa ve açık olmalı; ilk sözcüğün başlangıcı büyük, diğerleri küçük harflerle olacak şekilde, yazılmalıdır (“Köpek ve kedilerde uterus patolojileri” gibi). Varsa çalışmaya ilişkin açıklama dipnot işareti ile gösterilmelidir.
  8. Yazar/yazarların, ad ve soyadları makale başlığının altına yazılmalıdır; adresleri ve unvanları ilk sayfada dipnot şeklinde belirtilmelidir. Yazarların ORCID numaralarını belirtmeleri zorunludur.
  9. Özet, makalenin önemli noktalarını içerecek tarzda kısa ve açık olmalıdır. Türkçe Özet, en az 150, en fazla 250 sözcük olmalıdır. Anahtar sözcükler MeSH (Medical Subject Headings) terimlerine uygunluk açısından Türkiye Bilim Terimleri’nden seçilmeli ve en az 3, en fazla 5 adet olacak şekilde alfabetik olarak sıralanmalıdır. Yabancı dilde Özet (Abstract), en az 200, en fazla 300 sözcük olmalıdır. Yabancı dilde anahtar sözcükler MeSH terimlerine uygun olmalı ve en az 3, en fazla 5 adet olacak şekilde alfabetik olarak sıralanmalıdır. Anadili Türkçe olmayan yazarlardan Türkçe özet istenmez.
  10. Giriş bölümünde, çalışma ile doğrudan ilgili kısa literatür bilgisi ve çalışmanın orijinalliği ile ilgili bilgi verildikten sonra, son paragrafta çalışmanın amacı vurgulanmalıdır. Bu bölüm 2 sayfayı geçmemelidir.
  11. Gereç ve Yöntem, gereksiz ayrıntıya girilmeden, öz ve anlaşılır biçimde yazılmalıdır. Etik kurul izni gerekli ise mutlak suretle belirtilmelidir. (Kurum, Tarih, sayı numarası ile)
  12. Bulgular bölümünde, veriler kısa bir şekilde açıklanmalıdır. Tablolarda verilen bulguların metinde tekrarından kaçınılmalıdır. İstatistik analiz sonuçlarının gösteriminde P değerleri tam olarak raporlanmalıdır. P değeri için virgülden sonra 3 hane, tanımlayıcı istatistiklerin raporlanmasında ise virgülden sonra 2 hane yeterlidir. Anadili Türkçe olan makaleler için ondalık ayracı olarak virgül (,), İngilizce olanlar için ise nokta (.) kullanılmalıdır.
  13. Bölüm başlıkları sola yaslı biçimde, kalın yazı karakteri ile sözcüklerin ilk harfleri büyük olacak şekilde yazılmalıdır. İkinci derecedeki alt başlıklar sola dayalı olarak kalın yazı karakteri ile sadece ilk harf büyük olacak şekilde küçük harflerle yazılmalıdır. Üçüncü derecedeki başlıklar ise paragraf başında yer almalı ve italik olarak sadece ilk harf büyük olacak şekilde küçük harflerle yazılmalıdır (Bkz. Şablon).
  14. Tablo ve şekil başlıkları, Türkçe ve yabancı dilde dergi formatı dikkate alınarak yazılmalıdır. Başlıkların tabloyu yeterli düzeyde açıklayıcı olmasına özen gösterilmelidir. Tablolarda dikey çizgi kullanımından kaçınılmalıdır. Yatay çizgiler ise gerektiğinde yalnızca tablonun ilk satırı ve son satırından sonra kullanılabilir.
  15. Yazarlar her bir bilimsel kısaltmanın açılımını metinde ilk geçtiği yerde açıklamalıdır. Latince cins ve tür isimleri italik yazı tipi ile yazılmalıdır. Tüm ölçüler SI (Système Internationale)’ye göre verilmelidir.
  16. Tartışma ve Sonuç bölümünde, veriler literatür bilgilerinin ışığında tartışılmalı ve yorumlanmalıdır.
  17. Kaynakça gösteriminde Vancouver stili kullanılmalıdır. Kaynakça gösterimi ile ilgili detaylara aşağıda yer verilmiştir. (Dergi yazım kuralları ile uyumlu Endnote stili, dergi web sitesinden indirilebilir)
- Metninizde atıfta bulunulan her eser, alıntı sırasına göre atanan benzersiz bir numaraya sahip olmalıdır. Metin içerisinde örnek kaynak gösterimi: Metninizde bir esere birden fazla atıf yapıyorsanız, aynı atıf numarası kullanılmalıdır. Numarayı parantez içinde yazabilirsiniz. Aynı cümle içinde birkaç eserden alıntı yapmak istiyorsanız, her eser için atıf numarasını eklemeniz gerekecektir. Kapsayıcı sayıları bağlamak için kısa çizgi ve sayıların ardışık olmadığı durumlarda virgül kullanılmalıdır.*
- Aşağıda 6, 7, 8, 9, 13 ve 15 numaralı eserlere metin içinde aynı yerde atıfta bulunulan bir örnek verilmiştir:*



"Daha önce yapılan çalışmalarda (6-9,13,15), kanatlılarda prebiyotiklerin büyüme performansına etkisine ilişkin bilgi verilmiştir."

Yazarın adını metninizde kullanabilirsiniz, ancak alıntı numarasını da girmelisiniz.

Ör. "Watkins ve ark. (2), yaptıkları çalışmada, FOS'un broilerlerde büyüme performansına anlamlı etkisi olduğunu göstermiştir."

Bazı kitaplar farklı yazarlar tarafından yazılmış bölümler içerebilir. Böyle bir kitaptan esere atıf yapılırken kitabın editörüne değil, bölümü yazan yazara atıfta bulunulmalıdır.

Kaynaklar kısmında gösterim: Çok yazarlı çalışmalarda yazar adlarının arasına sadece virgül konulmalıdır.

Kaynaklar atfın metin içerisindeki ilk yapıldığı dizin dikkate alınarak sıralanmalı ve numaralandırılmalıdır.

Kaynak yazımında yazar adları ve konu başlığı normal yazı tipi ile yazılmalıdır. Yazar Soyisimlerinin ilk harfi büyük sonraki harfleri küçük, isimlerin ise yalnızca başharfleri arada nokta olmaksızın büyük harfle yazılmalıdır. Dergi adlarının kısaltılması kullanılmalı ve dergilerin kısaltılmış adlarında "Periodical Title

Abbreviations: By Abbreviation"ın son baskısı esas alınmalıdır. Dergi kısaltması içinde nokta kullanılmamalıdır. Kaynakta belirtilen yazar isimlerinin tamamı verilmeli, yalnızca 6'dan fazla yazar varsa sonraki yazarlar için et al. veya ve ark. şeklinde kısaltma kullanılmalıdır.

### Çeşitli kaynak gösterimlerine örnekler

*Eğer kaynak, bilimsel bir dergide yayınlanmış bir çalışma ise:*

Kasperowicz A, Michalowski T. Assessment of the fructanolytic activities in the rumen bacterium Treponema saccharophilum strain S. J Appl Microbiol 2002;92:140-146.

Christy RC, Thirunavukkarasu M. Emerging importance of animal health economics: A note. Turk J Vet Anim Sci 2006;2(3):113-117.

Russell FD, Coppell AL, Davenport AP. In vitro enzymatic processing of radiolabelled big ET-1 in human kidney as a food ingredient. Biochem Pharmacol 1998;55:697-701.

*Kaynak, kitap ise:*

Lodish H, Baltimore D, Berk A, Zipursky SL, Matsudaira P, Darnell J. Molecular cell biology. 3rd ed. New York: Scientific American; 1995.

Fauci AS, Braunwald E, Isselbacher KJ, Wilson JD, Martin JB, Kasper DL, et al, editors. Harrison's principles of internal medicine. 14th ed. New York: McGraw Hill, Health Professions Division; 1998.

*Kaynak kitaptan bir bölüm ise:*

Porter RJ, Meldrum BS. Antiepileptic drugs. In: Katzung BG, editor. Basic and clinical pharmacology. 6th ed. Norwalk (CN): Appleton and Lange; 1995. p. 361-80.

*Kaynak bir bildiri ise:*

Kimura J, Shibasaki H, editors. Recent advances in clinical neurophysiology. Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

*Kaynak internette yer alıyor ise erişim tarihi ile yazılmalıdır:*

Morse SS. Factors in the emergence of infectious disease. Emerg Infect Dis [serial online] 1999 Jan-Mar [cited 1999 Dec 25]; 1(1):[24 screens]. Available from: URL: <http://www.cdc.gov/ncidoc/EID/eid.htm>

Garfinkel PE, Lin E, Goering P. Should amenorrhoea be necessary for the diagnosis of anorexia nervosa? Br J Psych [serial online] 1996 [cited 1999 Aug 17]; 168(4):500-6. Available from: URL:<http://biomed.niss.ac.uk>

National Organization for Rare Diseases [Online]. 1999 Aug 16 [cited 1999 Aug 21]; Available from: URL:<http://www.rarediseases.org/>

**18.** Yazışma adresi, çalışmada şablon içerisinde verilen kısımda yer almalıdır. Çok yazarlı çalışmalarda yazarlardan sadece birinin adı, yazışma adresi olarak belirtilmelidir.

**19.** Veteriner Hekimler Derneği Dergisinde yayımlanacak olan, hayvan deneylerine dayalı bilimsel çalışmalarda "Etik Kurul Onayı Alınmıştır" ifadesi aranır.

**20.** Araştırmaya konu olan maddelerin ve ürünlerin ticari adları kullanılmamalıdır.

**21.** Dergide yayınlanan her türlü makalede yer alan ifade veya görüşlerin sorumluluğu yazarlarına aittir. Editörler, Editör Kurulu ve yayıncı bu tür materyaller için herhangi bir sorumluluk kabul etmemektedir.

**22.** Gönderilen makaleler geliş tarihine göre hakeme gönderilir ve yayım kurulunun aldığı kararla yayımlanır.

**23.** Makale Veteriner Hekimler Derneği Dergisi tarafından yayımlanmak üzere kabul edilirse, yazar(lar), makalenin Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Uluslararası Lisansı (CC-BY-NC) kapsamında lisanslanacağını kabul eder.

\*Yazarlar dergi etik ilke ve yayım politikasına ilişkin bilgilere aşağıdaki bağlantıdan erişebilirler:

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/vetheder/policy>

\*Yazarlar Dergi ücret politikasına ilişkin bilgilere aşağıdaki bağlantıdan erişebilirler:

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/vetheder/price-policy>



## AUTHOR GUIDELINES / INSTRUCTIONS TO AUTHORS

1. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi (Journal of the Turkish Veterinary Medical Society) is published biannually (January, June) and its abbreviation is "Vet Hekim Der Derg".
  2. The language of the journal is Turkish or English.
  3. The journal publishes original scientific research, reviews, case studies, and short communication studies on current issues not previously published anywhere else. Review studies are requested by invitation.
  4. The Editorial Board decides whether to publish the paper, considering peer reviews, scientific significance, and manuscript quality. Except for the referees' comments, the articles cannot be changed or deleted after acceptance.
  5. **Manuscripts should be prepared using the template given in the web page of the journal (<https://dergipark.org.tr/en/pub/vetheder/writing-rules>) After preparing the manuscript according to the template; the author(s) are expected to upload 4 documents via the Dergipark submission system (1 Full text, 1 Additional manuscript file, 1 Ethical statement file, 1 Copyright Agreement and Authors' Contribution file).**
  6. Manuscripts including figures and tables should not exceed 15 pages for original research articles and review articles, 10 pages for short communications, and 8 pages for case reports.
  7. Manuscript title should be short and clear; the first letter should be in capital letters and the rest in small letters (e.g. "Uterine pathologies in cats and dogs"). If needed, the explanation regarding the study should be indicated as footnotes.
  8. Name and surnames of the authors should be written under the article title; their addresses, ORCID, and titles must be placed on the first page as a footnote.
  9. Abstract should be short, and plain and include the most important parts of the manuscript. The English abstract must be at least 200, at most 300 words. At least 3, at most 5 English keywords should be selected in accordance with MeSH and written alphabetically. Researchers whose native language is not Turkish do not have to write an abstract in Turkish.
  10. The introduction should include the literature reviews related to the study and the aim/s should be indicated in the last paragraph. The introduction should not exceed 2 pages.
  11. Material and methods should be written in a clear and understandable manner without any unnecessary details. If ethical committee permission is required, it should be stated absolutely (with Institution, Date, issue number).
  12. In the results, the data should be shortly explained. Repetition of data given in tables should be avoided. P values should be reported exactly in the display of statistical analysis results. 3 digits after the decimal point are sufficient for the P value, and 2 digits after the decimal point are sufficient for reporting descriptive statistics. For articles whose native language is Turkish, a comma (,) should be used as a decimal separator, and a dot (.) should be used for English-language articles.
  13. Titles must be centered and written boldly with the first letter of each word capitalized. Second-degree subtitles must be left justified with only the first letter capitalized. Third-degree subtitles must be at the beginning of the paragraph and written *Italic* with only the first letter capitalized.
  14. Table and figure titles must be written both in Turkish and in English. Vertical lines should not be used in the tables. If horizontal is needed, they may only be used under the first and last lines of the table.
  15. Authors must place the extension of abbreviations in the first use of the text. Genus and species names in Latin must be written in *Italic*. All measurements must be indicated according to Systeme Internationale (SI) units.
  16. In the discussion and conclusion, the data should be interpreted with other study results indicated in the reference list.
  17. Journal uses the Vancouver citation style. Details about how to cite a study are given at <https://dergipark.org.tr/en/pub/vetheder/writing-rules> . You may also download the Endnote style appropriate for this journal using the link above.
- Example of Reference used in the text:** Each piece of work that is cited in your text should have a unique number, assigned in the order of citation. If, in your text, you cite a piece of work more than once, the same citation number should be used. You can write the number in brackets. If you want to cite several pieces of work in the same sentence, you will need to include the citation number for each piece of work. A hyphen should be used to link numbers that are inclusive, and a comma used where numbers are not consecutive.
- The following is an example where works 6, 7, 8, 9, 13, and 15 have been cited in the same place in the text.
- "In previous studies (6-9,13,15) discussed the effect of prebiotics on growth performance in poultry."
- You can use the author's name in your text, but you must insert the citation number as well.
- "Watkins et al. (2) showed in their study that FOS had a significant effect on growth performance in broilers."
- If a work has more than one author and you want to cite author names in your text, use 'et al.' after the first author.

Some books may contain chapters written by different authors. When citing work from such a book, the author who wrote the chapter should be cited, not the editor of the book.

Representation in the references section: Only commas should be placed between the names of the authors in studies with multiple authors. References should be listed and numbered, taking into account the index in which the reference is first made in the text.

In reference writing, the names of the authors and the title of the subject should be written in normal font. The first letter of the Author Surnames should be capitalized, the following letters should be written in lowercase, and only the initials of the names should be written in capital letters without a dot in between. Abbreviations of journal names should be used and the abbreviated names of journals should be based on the latest edition of "Periodical *Title Abbreviations: By Abbreviation*". The period should not be used in the abbreviation of the journal. All the names of the authors mentioned in the source should be given, only if there are more than 6 authors, et al. or et al. abbreviation should be used.

Example of various references

*If the reference is a Journal article:*

Kasperowicz A, Michalowski T. Assessment of the fructanolytic activities in the rumen bacterium *Treponema saccharophilum* strain S. *J Appl Microbiol* 2002;92:140–146.

Christy RC, Thirunavukkarasu M. Emerging importance of animal health economics: A note. *Turk J Vet Anim Sci* 2006;2(3):113–117.

Russell FD, Coppel AL, Davenport AP. In vitro enzymatic processing of radiolabelled big ET-1 in human kidney as a food ingredient. *Biochem Pharmacol* 1998;55:697-701.

*If the reference is a book:*

Lodish H, Baltimore D, Berk A, Zipursky SL, Matsudaira P, Darnell J. *Molecular cell biology*. 3rd ed. New York: Scientific American; 1995.

Fauci AS, Braunwald E, Isselbacher KJ, Wilson JD, Martin JB, Kasper DL, et al, editors. *Harrison's principles of internal medicine*. 14th ed. New York: McGraw Hill, Health Professions Division; 1998.

*If the reference is a book chapter:*

Porter RJ, Meldrum BS. Antiepileptic drugs. In: Katzung BG, editor. *Basic and clinical pharmacology*. 6th ed. Norwalk (CN): Appleton and Lange; 1995. p. 361-80.

*If the reference is a conference paper:*

Kimura J, Shibasaki H, editors. Recent advances in clinical neurophysiology. Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

*If the reference is electronic, it must be written together with the access date;*

Morse SS. Factors in the emergence of infectious disease. *Emerg Infect Dis* [serial online] 1995 Jan-Mar [cited 1999 Dec 25]; 1(1):[24 screens]. Available from: URL: <http://www/cdc.gov/ncidoc/EID/eid.htm>

Garfinkel PE, Lin E, Goering P. Should amenorrhoea be necessary for the diagnosis of anorexia nervosa? *Br J Psych* [serial online] 1996 [cited 1999 Aug 17]; 168(4):500-6. Available from: URL:<http://biomed.niss.ac.uk>

National Organization for Rare Diseases [Online]. 1999 Aug 16 [cited 1999 Aug 21]; Available from: URL:<http://www.rarediseases.org/>

**18.** Address of correspondence should be given at the end of the research. In research with more than one author, only the corresponding author's name should be given as correspondence address.

**19.** In researches based on animal experiences that are to be published in the Journal of Turkish Veterinary Medical Society should include an approval statement from the Ethical Committee. A copy of Ethical Committee's approval statement might be requested for accepted manuscripts at review stage.

**20.** The tradenames of products which are subjects of study should not be used.

**21.** Authors are fully responsible for the article published in the journal.

**22.** The articles received are subjected to review according to their arrival dates and are published consistent with the decision of the Editorial Board. After the article is published, the rights of publication belong to the journal.

**23.** If the article is accepted for publication by the Journal of the Veterinary Medical Association, the author(s) agrees that the article will be licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC-BY-NC).

\*Authors can access to the ethical principles and publication policy of the journal using the link below: <https://dergipark.org.tr/en/pub/vetheder/policy>

\*Authors can access to price policy of the Journal using the link below: <https://dergipark.org.tr/en/pub/vetheder/price-policy>



## YAYIN HAKKI BİLGİLENDİRME VE YAZAR KATKI BEYANI

### Makale Başlığı

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Aşağıda imzası bulunan yazarlar, Veteriner Hekimler Derneği Dergisi'nin ve yayıncının yukarıda adı geçen yazının içeriğinden sorumlu olmadığını kabul ederler.

### Telif Hakkı

Aşağıda imzası bulunan yazarlar;

o Gönderilen yazının (metin, tablolar, şekiller, görseller ve ilgili diğer içerik dahil) orijinal olduğu ve kısmen veya tamamen daha önce yayınlanmamış olduğunu,

o Makalenin tamamı veya bir kısmı yayımlanmış ise, Veteriner Hekimler Derneği Dergisi'nde yayınlanması için tüm izinlerin alınmış olduğunu, orijinal telif hakkı formu ve gerekli diğer belgelerin de Veteriner Hekimler Derneği ve tüm ilgililere iletileceğini kabul eder.

o Yazarlar, makalenin başkalarının kişisel veya mülkiyet haklarını ihlal etmediğini garanti eder ve bu yazının içeriğinin sorumluluğunu ve ayrıca yazı ile ilgili diğer tüm yasal sorumlulukları kabul eder.

o Bu formu imzalayan yazarlar, makalenin Veteriner Hekimler Derneği Dergisi tarafından yayınlanmak üzere kabul edilmesi halinde, üçüncü şahısların paylaşmasına ve uyarlamasına izin veren Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı (CC-BY-NC) kapsamında lisanslanacağını kabul ederler. Bu lisans ile orijinal çalışmaya uygun atfı vermek şartıyla, çalışma materyali, yalnızca ticari olmayan amaçlar için kullanılabilir.

Lisansla ilgili daha fazla ayrıntı için aşağıdaki erişim bağlantısını kullanabilirsiniz:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>

o Yazarlar, telif hakkı da dahil olmak üzere makalenin tüm patent ve diğer mülkiyet haklarını elinde tutar.

### Yazarlık Katkısı

Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, ICMJE'nin aşağıdaki 4 kriteri içeren yazarlığa ilişkin tavsiyelerine bağlı kalmaktadır:

- Çalışma konseptine veya tasarımına önemli katkılarda bulunmak; veya çalışma için verilerin elde edilmesi, analizi veya yorumlanmasında görev almak;
- Çalışmayı hazırlamak veya önemli entelektüel içerik için eleştirel olarak gözden geçirmek;
- Çalışmanın yayınlanacak versiyonunun nihai olarak onaylanması;
- Çalışmanın herhangi bir bölümünün doğruluğu veya bütünlüğü ile ilgili soruların uygun şekilde soruşturulmasını ve çözülmesini sağlamak için çalışmanın tüm yönlerinden sorumlu olma hususunda hem fikir olunması

Tüm yazarlar yukarıda belirtilen ilk 3 kriterde belirtilen koşulları yerine getirmelidir. Belirtilen koşulları yerine getirmeyenler, makalenin "Teşekkür" bölümünde belirtilecektir.

Aşağıda imzası bulunan yazarlar, yukarıda belirtilen hüküm ve koşullara göre yazarlık için uygun olduklarını onaylarlar.

### Yazarlık Katkı Türleri

Lütfen aşağıdaki tablonun "Katkı Türü" bölümünü doldururken ilgili numarayı kullanınız.

- Fikir / Kavram;
- Deney Tasarımı;
- Denetleme/ Danışmanlık;
- Veri toplama ve/veya İşleme;
- Veri analizi ve/veya yorum;
- Kaynak taraması;
- Makalenin yazılması;
- Eleştirel inceleme

**Bu form tüm yazarlar tarafından imzalanmalı ve ilk gönderim sırasında diğer makale dosyalarıyla birlikte sisteme yüklenmelidir.**

Yazar	Yazarlık Katkısı	İmza	İmza Tarihi
1. ....	.....	.....	.....
2. ....	.....	.....	.....
3. ....	.....	.....	.....
4. ....	.....	.....	.....
5. ....	.....	.....	.....
6. ....	.....	.....	.....
7. ....	.....	.....	.....



## COPYRIGHT AGREEMENT AND ACKNOWLEDGEMENT OF AUTHORSHIP FORM

### Title of the manuscript:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

The undersigned authors hereby agree that Veteriner Hekimler Derneği Dergisi (*Journal of the Turkish Veterinary Medical Society*) and the publisher have no responsibility over the content of the manuscript titled above.

### Copyright

The undersigned authors warrant that;

- The submitted manuscript (including the text, tables, figures, images and any other related content) is original and has not been published before in whole or in part,
- If the manuscript has been published in whole or in part, all permissions were granted for publication in Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, and original copyright form, and other required documents will be forwarded to Veteriner Hekimler Derneği and all relevant persons,
- The authors guarantee that the article does not infringe any personal or property right of others and accept the responsibility for the content of this manuscript and all other legal responsibilities related to the manuscript
- By signing this form, authors agree that the article, if accepted for publication by Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, will be licensed under a Creative Commons Attribution- NonCommercial 4.0 International License (CC-BY-NC) which allows third parties to share and adapt the material for only non-commercial purposes by giving the appropriate credit to the original work.

For further details of the license, please see:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>

- Authors retain all patent and other proprietary rights to the article, including copyright.

### Authorship

Veteriner Hekimler Derneği Dergisi adheres to the ICMJE recommendations on authorship that contain the following 4 criterias:

- i.Substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work;
- ii.Drafting the work or revising it critically for important intellectual content;
- iii.Final approval of the version to be published;
- iv.Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved

All authors must fulfill the conditions specified in the above-mentioned first 3 criteria. Those who do not fulfill the specified number of contributions and conditions are to be mentioned in the "Acknowledgement" section of the article.

The undersigned authors certify that they qualify for the authorship according to the above-mentioned terms and conditions.

### Types of Contribution

Please use the related number when filling the "Contribution Type" section of the table below.

1. Motivation / Concept ; 2.Design ; 3. Control/Supervision;
4. Data collection and or Processing; 5. Analysis and/or Interpretation; 6. Literature review; 7. Writing the article;
8. Critical Review

**This form should be signed by all authors and submitted during the initial submission with the rest of the manuscript files.**

Author	Contribution Type	Signature	Date of Signature
1. ....	.....	.....	.....
2. ....	.....	.....	.....
3. ....	.....	.....	.....
4. ....	.....	.....	.....
5. ....	.....	.....	.....
6. ....	.....	.....	.....
7. ....	.....	.....	.....





# Veteriner Hekimler Derneği Dergisi

## Journal of The Turkish Veterinary Medical Society

### ETİK BEYAN FORMU / ETHICAL STATEMENT FORM

#### Ethic Declaration (EN)

In this thesis / research article / case case presentation / invited review article, which was prepared for Veteriner Hekimler Derneği Dergisi (*Journal of Turkish Veterinary Medical Sciences*) ;

- I/We have obtained the data, information and documents in the framework of academic and ethical rules,
- I/We provide all the information, documents, evaluations and results in accordance with scientific ethics and moral codes,
- I/We referred to all of the articles I used in this study with appropriate references,
- I/We have not made any changes to the data used and the results,
- The information and findings specified in this study are original.

I/We declare above mentioned issues and accept all rights losses that may arise against me.

Name of The Author(s) (Title)	Date	Signature

**Etik Kurul Raporu & Beyanı:** Araştırmada hayvan kullanılmış ise araştırma etik kurul tarafından onaylanmalı ilgili belge çevrimiçi makale değerlendirme sistemine yüklenmelidir. Hayvan kullanılmayan veri toplanarak gerçekleştirilmiş çalışmalar için verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğine ilişkin ilgili kurum&kuruluşlardan alınmış izin belgesi veya etik beyan formunun doldurulması ve sisteme yüklenmesi gerekmektedir.

**Ethics Committee Report & Statement:** If animals were used in the study, the research should be approved by the ethics committee and the relevant document should be uploaded to the online manuscript evaluation system. For studies carried out by collecting data without animals, it is necessary to fill in the permission document or ethical declaration form obtained from the relevant institutions and organizations that they have obtained the data, information and documents within the framework of academic and ethical rules.



# Veteriner Hekimler Derneği Dergisi

## Journal of The Turkish Veterinary Medical Society

### ETİK BEYAN FORMU / ETHICAL STATEMENT FORM

#### ETİK BEYANI (TR)

Veteriner Hekimler Derneği Dergisi'nde yayınlanmak üzere hazırladığım bu tez/araştırma makalesi/olgu vaka sunumu/davetli derleme çalışmasında;

- Sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi/ettiğimizi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu/sunduğumuzu,
- Çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi/gösterdiğimizi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı/yapmadığımızı,
- Bu çalışmada belirtilen bilgilerin ve bulguların özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim/ederiz.

Yazarların Adı Soyadı (Ünvanı)	Tarih	İmza

**Etik Kurul Raporu & Beyanı:** Araştırmada hayvan kullanılmış ise araştırma etik kurul tarafından onaylanmalı ilgili belge çevrimiçi makale değerlendirme sistemine yüklenmelidir. Hayvan kullanılmayan veri toplanarak gerçekleştirilmiş çalışmalar için verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğine ilişkin ilgili kurum&kuruluşlardan alınmış izin belgesi veya etik beyan formunun doldurulması ve sisteme yüklenmesi gerekmektedir.

**Ethics Committee Report & Statement:** If animals were used in the study, the research should be approved by the ethics committee and the relevant document should be uploaded to the online manuscript evaluation system. For studies carried out by collecting data without animals, it is necessary to fill in the permission document or ethical declaration form obtained from the relevant institutions and organizations that they have obtained the data, information and documents within the framework of academic and ethical rules.