



# ANTAKYA VETERİNER

## BİLİMLERİ DERGİSİ

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/antakyavet>



# THE JOURNAL

# OF ANTAKYA VETERINARY SCIENCES



# Antakya Veteriner Bilimleri Dergisi

## The Journal of Antakya Veterinary Science

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/antakyavet>

**CİLT/VOLUME: 2**

**SAYI/ISSUE: 2**

**YIL/YEAR: 2023**

Yılda iki defa yayınlanır  
Published bi-annually

Yayın Türü/Publication Type:  
Online-Sürelî Yayın/Online-Periodicals

Yayımlanma Tarihi/Publication Date:  
30.12.2023

### Editörler Kurulu:

Doç. Dr. FIRAT DOĞAN (Baş Editör)

Prof. Dr. Murat YÜKSEL

Doç. Dr. Ayşe Merve KÖSE

Doç. Dr. Tuncer KUTLU

Doç. Dr. Mehmet GÜVENÇ

Doç. Dr. Mehmet Zeki Yılmaz DEVECİ

Dr. Öğr. Üyesi Serkan İrfan KÖSE

Dr. Öğr. Üyesi Nurdan Coşkun ÇETİN

Dr. Öğr. Üyesi Ece Koldaş ÜRER

Doç. Dr. İbrahim Ozan TEKELİ

Dr. Öğr. Üyesi K. Pınar AMBARCIOĞLU KISAÇAM

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali KISAÇAM

### Dergi Kurulu:

Prof. Dr. Fikret KARACA

Doç. Dr. Fırat DOĞAN

Doç. Dr. Ayşe Merve KÖSE

Doç. Dr. Tuncer KUTLU

Doç. Dr. Cafer Tayyar ATEŞ

Dr. Öğr. Üyesi Serkan İrfan KÖSE

Dr. Öğr. Üyesi K. Pınar AMBARCIOĞLU KISAÇAM

### Mizanpaj Editörü:

Dr. Öğr. Üyesi Serkan İrfan KÖSE

Antakya Veteriner Bilimleri Dergisi Adına Sahibi  
On the behalf of The Journal of Antakya Veterinary  
Science, owner;

Veteriner Fakültesi Dekanı: **Prof. Dr. Fikret KARACA**

**Baş Editör/ Chief Editor**

**Doç.Dr. Fırat DOĞAN**

Bu eser [Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası Lisansı](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) ile lisanslanmıştır (CC-BY-NC). / Licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International Licence (CC-BY-NC)



## İçindekiler / Contents

Cilt 2, Sayı 2

30.12.2023

### Araştırma Makalesi / Research Article

Thermographic evaluation of distal extremities in healthy horses

56-60

Elif Doğan\*, Ayşe Başak Dellalbaşı

### Derleme makalesi / Review article

Kanatlılarda koksidiyozise karşı probiyotiklerin kullanım olanakları

61-67

Ezgi Tegün, Mehmet Özüçü, Mukadderat Gökmen, Rahim Aydın\*

### Derleme makalesi / Review article

Kısraklarda foliküler dinamik

68-75

Büşra Özmen, İbrahim Doğan\*

### Derleme makalesi / Review article

Lama Yetiştiriciliğine İlişkin Bilgiler ve Öneriler

76-84

Yavuzkan Paksoy\*, Duygu Arslan



Araştırma makalesi / Research article

## Thermographic evaluation of distal extremities in healthy horses

Elif Doğan<sup>1a\*</sup>, Ayşe Başak Dellalbaşı<sup>1b</sup><sup>1</sup> Kastamonu University, Veteriner Faculty, Department of Surgery, Kastamonu, Turkey

### Thermographic evaluation of distal extremities in healthy horses

#### MAKALE BİLGİSİ:

#### ARTICLE INFORMATION:

##### Geliş / Received:

26.10.2023

##### Revizyon/Revised:

22.11.2023

##### Kabul / Accepted:

05.12.2023

##### ORCIDS:

<sup>a</sup> 0000-0002-3321-8116<sup>b</sup> 0000-0002-5796-5298

#### Abstract:

The use of infrared thermography to compare different surface temperatures is increasing. Therefore, our study aimed to compare the surface temperatures of distal extremities in healthy horses. In 6 healthy thoroughbred horses, temperature measurements were made by thermography on four surfaces (cranial, medial, lateral and caudal) of the metacarpo/metatarsophalangeal joint and hooves. When the findings obtained were analyzed statistically no difference was found in joint and hoof surfaces. However, when the extremities were analyzed individually, the medial surface of the right hindlimbs was significantly higher than the caudal surface for articular surfaces. Although the cranial and lateral surfaces of the joint were not different from each other in the left hindlimbs, these two surfaces were significantly higher than the caudal surface. As a result, since the study was performed in healthy horses, it was thought that the significant increases between the surfaces were due to the inability to distribute the load evenly in the resting state. Since lesions may develop at these points over time, we suggest that thermographic scanning will contribute to the organization of horses' training programs.

**Keywords:** Distal extremities, Horse, Thermography

### Sağlıklı atlarda distal ekstremiteelerin termografik değerlendirilmesi

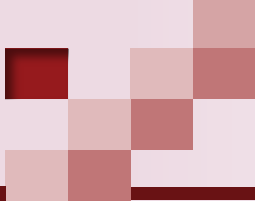
#### Özet:

Farklı yüzey sıcaklıklarını karşılaştırmak için kızılötesi termografi kullanımı giderek artmaktadır. Bu nedenle, çalışmamızda sağlıklı atlarda distal ekstremiteelerin yüzey sıcaklıklarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Sağlıklı 6 safkan atta, metakarpo/metatarsofalangeal eklem ve toynakların dört yüzeyinde (kranial, medial, lateral ve kaudal) termografi ile sıcaklık ölçümleri yapıldı. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak analiz edildiğinde, eklem ve toynak yüzeylerinde herhangi bir fark bulunmamıştır. Ancak, ekstremite ayrı ayrı analiz edildiğinde, eklem yüzeyleri için sağ arka bacakların medial yüzeyinin sıcaklığı kaudal yüzeyden önemli ölçüde daha yüksekti. Sol arka bacaklarda eklem kranial ve lateral yüzeyleri birbirinden farklı olmamasına rağmen, bu iki yüzeyin sıcaklığı kaudal yüzeyden önemli ölçüde daha yüksekti. Sonuç olarak çalışma sağlıklı atlarda yapıldığı için yüzeyler arasındaki anlamlı sıcaklık artışlarının dinlenme durumunda yükün eşit dağılamamasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Zaman içerisinde bu noktalarda lezyonlar gelişebileceğinden, termografik taramanın atların eğitim programlarının düzenlenmesine katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

**Anahtar kelimeler:** At, Distal Ekstremiteler, Termografi

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: elifdogan@kastamonu.edu.tr

**How to cite this article:** Doğan E & Dellalbaşı AB (2023). Thermographic evaluation of distal extremities in healthy horses. *J. Antakya Vet. Sci.*, 2(2), 56-60.



## Introduction

Applications of infrared thermography in veterinary medicine are increasing due to its non-contact nature and the rapid acquisition of real-time images (Salles et al., 2016). In addition to studies measuring different types of surface temperatures (Kotrba et al., 2007), thermography has also been used successfully in experiments, as it allows even tiny changes in surface temperatures to be seen (Bowers et al., 2009). The skin surface is reported to be an efficient radiator and suitable for detecting infrared emissions and determining their distribution (Purohit et al., 1985). Temperature patterns were observed by measuring different body parts (Montanholi et al., 2008).

Thermography is more accepted for diagnostic imaging of horses because it directly reflects surface temperature. Hot spots in these areas are related to increased metabolic activity in altered local blood circulation (Ring, 1990). Cold spots may be due to thrombosis, infarction, or decreased tissue perfusion (Eddy et al., 2001). Delahanty and Georgi (1965) were the first to use thermal imaging in horses and suggested that this method should be evaluated in conjunction with a number of factors. In clinical use, it has been reported that a high degree of symmetry is required for parts distal to the carpal and tarsal joints in horses (Purohit and McCoy, 1980). It has also been reported that thermographic evaluation of the distal parts of the extremities is complicated by the role of enhanced thermoregulation (Mogg and Pollitt, 1992). However, there are few studies investigating surface temperatures in healthy animals for the use of clinicians, and these studies are conducted on diseased tissues. Therefore, as a pilot study, our study aimed to compare distal extremity temperatures and different anatomical surfaces in healthy Thoroughbred horses.

## Material and Methods

### *Animals and Measurements*

This research study was carried out on six male thoroughbred horses aged 5-8 years on a private horse farm. The horses were confirmed to be healthy by veterinary examination (absence of inflammatory conditions causing temperature changes confirmed by clinical examination). Before the thermographic examination, the horses were kept quietly in their box for 20 minutes to avoid stress (Jerem et al., 2019). At the end of the period, the temperatures of the four surfaces of the metacarpophalangeal joint and the four surfaces of the nail were measured in the forelimbs, respectively. The same measurements were made on the hind limbs.

Surface temperatures were measured with a thermography device (FLIR-E6390, Systems, Inc., Sweden). The emissivity value was set to 0.97  $\epsilon_s$ , as stated in the literature (Rizzo et al., 2017). The distance between the horse and the camera was set to an average of 2 m to capture thermal images from the specified areas. Room temperature was maintained at 21°C for all procedures. The same thermography device was used for all imaging to reduce user error variability.

### *Statistical analysis*

The sample size was not calculated for this study, as it was designed as a pilot study. The normality of the data was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test, while the homogeneity of variances was evaluated through Levene's test. To ascertain disparities in measurement locations, a one-way analysis of variance (ANOVA) was employed. The results were expressed as means accompanied by their respective standard deviations, and the data analysis was executed utilizing SPSS 17.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The statistical analyses were conducted with a significance level set at  $p < 0.05$ .

## Results

Regarding thermographic data, different surfaces of both the metacarpo/metatarsophalangeal joint and the hoof were compared within themselves. The thermographic points compared are shown in Figure 1. The temperatures (raw data) taken from the thermographic points are given in Table 1.

There was no significant difference between the temperatures measured on the cranial surfaces of the joints. Similarly, no significant difference was found when the joints' caudal, medial and lateral surface temperatures were analyzed. The same analyses were performed for the hoof, but there was no statistically significant difference when surface temperatures were evaluated (Table 2).

When the surfaces (cranial, caudal, medial, and lateral) in one joint of each horse were compared with each other, no significant differences were found in the right and left of the forelimb, while the medial surface temperatures were significantly higher than the caudal surface temperatures in the right hindlimb. Although the temperatures on the cranial and lateral surfaces were not different in the left hindlimb, these temperatures were significantly higher than the caudal surface temperatures (Table 3).

When the surfaces (cranial, caudal, medial, and lateral) of each horse's hoof were compared, no significant difference was found between the surface temperatures.



**Table 1.** Raw data from extremity surfaces.

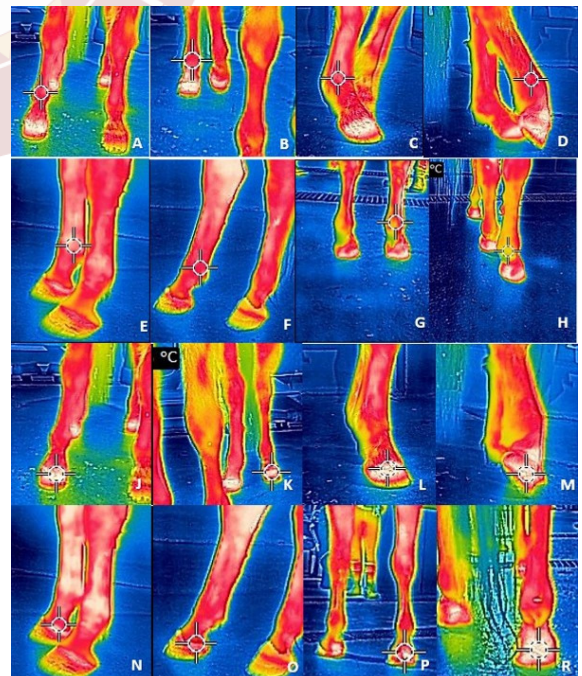
Animal	Location	Surface	Forelimb-Right	Forelimb-Left	Hindlimb-Right	Hindlimb-Left
1	Joint	cranial	18,6	19,6	20,8	23,3
1		medial	21,7	18,5	23,7	20,9
1		lateral	21,1	22,7	20	22,9
1		caudal	18,5	17,9	16,7	19,1
1	Hoof	cranial	25,4	16,7	28,6	25,2
1		medial	25,8	29,2	29	28,6
1		lateral	29,3	27,6	27	26,6
1		caudal	20,3	19,91	19,8	23,4
2	Joint	cranial	19,2	18,5	20,1	19,1
2		medial	19,9	21,1	23,3	20,9
2		lateral	21,2	20	20,8	19,5
2		caudal	16,2	15,4	16,4	14,9
2	Hoof	cranial	25,5	16,9	28,2	25
2		medial	25,4	19,9	24,3	26,5
2		lateral	26,1	19,1	24,2	25,3
2		caudal	20,4	19,3	19,6	23,7
3	Joint	cranial	22,7	23,2	25,8	25,9
3		medial	26,8	25,4	26,3	26,5
3		lateral	27,3	27,6	26,2	24,6
3		caudal	24,4	23,1	24,1	22,5
3	Hoof	cranial	25,2	26,8	26	23,1
3		medial	24,4	25,5	24,8	26,4
3		lateral	23,6	25,9	26,6	24,4
3		caudal	28,8	31,7	32,2	30,6
4	Joint	cranial	14,6	14	15	23
4		medial	16,1	15,4	23,1	22,7
4		lateral	15	15,4	20,1	24,9
4		caudal	14,5	14,4	14,9	19,1
4	Hoof	cranial	17,3	14,7	15,7	26,1
4		medial	17,9	15	26,2	29,8
4		lateral	17	15,1	29,6	30
4		caudal	15,5	13,8	21,3	30,8
5	Joint	cranial	18,2	22,3	22,3	25,2
5		medial	21,7	18,5	21,6	20,9
5		lateral	21,1	22,7	20	22,6
5		caudal	19	18,8	16,7	19,7
5	Hoof	cranial	28,2	27,3	26,6	28,3
5		medial	25,8	29,2	29	28,6
5		lateral	29,3	27,6	27	26,6
5		caudal	28,1	24,4	27,8	27
6	Joint	cranial	14,6	14	15	23
6		medial	16,1	15,4	21,5	22,2
6		lateral	15	15,4	22,6	24,9
6		caudal	14,5	14,4	14,9	19,1
6	Hoof	cranial	17,3	14,7	15,7	26,1
6		medial	17,9	15	25,3	29,8
6		lateral	17	15,1	29,5	30
6		caudal	15,5	13,8	21,3	30,8

**Table 2.** Temperatures measured on the hoof surfaces of the forelimbs and hindlimbs.

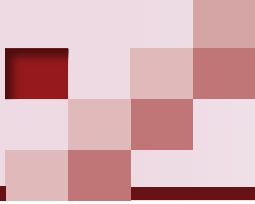
Hoof	Forelimb-Right	Forelimb-Left	Hindlimb-Right	Hindlimb-Left	P value
Cranial	23,15±4,66	19,52±5,91	23,47±6,09	25,63±1,70	0,222
Medial	22,87±3,88	22,30±6,60	26,43±2,08	28,28±1,51	0,054
Lateral	23,72±5,63	21,73±6,02	27,31±2,02	27,15±2,35	0,108
Caudal	21,43±5,86	20,48±6,81	23,67±5,15	27,72±3,54	0,136
P value	0,881	0,872	0,315	0,290	

**Table 3.** Temperatures measured at the Metacarpo/Metatarso Phalangeal joint surfaces of the forelimbs and hindlimbs.

Metacarpo/ Metatarso Phalangeal Joint	Forelimb-Right	Forelimb-Left	Hindlimb-Right	Hindlimb-Left	P value
Cranial	17,98±3,07	18,60±3,95	19,83±4,23	23,25±2,37	0,071
Medial	20,38±4,04	19,05±3,79	23,25±1,75	22,35±2,17	0,114
Lateral	20,12±4,63	20,63±4,74	21,62±2,46	23,23±2,09	0,492
Caudal	17,85±3,74	17,33±3,37	17,28±3,44	19,06±2,43	0,766
P value	0,552	0,564	0,021	0,014	



**Figure 1.** Anatomical surfaces with thermographic temperature measurements. **A:**Cranial surface of the metacarpophalangeal joint, **B:**Cranial surface of the metatarsophalangeal joint, **C:**Lateral surface of the metacarpophalangeal joint, **D:**Lateral surface of the metatarsophalangeal joint, **E:**Medial surface of the metacarpophalangeal joint, **F:**Medial surface of the metatarsophalangeal joint, **G:**Caudal surface of the metacarpophalangeal joint, **H:**Caudal surface of the metatarsophalangeal joint, **J:**Cranial surface of the forelimb hoof, **K:**Cranial surface of the hindlimb hoof, **L:**Lateral surface of the forelimb hoof, **M:**Lateral surface of the hindlimb hoof, **N:**Medial surface of the forelimb hoof, **O:**Medial surface of the hindlimb hoof, **P:**Caudal surface of the forelimb hoof, **R:**Caudal surface of the hindlimb hoof.



## Discussion

The thermographic method, which precisely determines temperature changes that may indicate physiological responses to inflammatory disorders (Ciutacu et al., 2006), involves using a thermal camera to determine the surface temperatures of a horse (Tattersall and Cadena 2010). Since it is reported to be at least 10 times more sensitive than palpation on clinical examination (Turner, 2001), it was decided to use thermography in the pilot study presented. However, few objective studies have been published on body surface temperature as a baseline for clinicians (Head and Dyson, 2001). Given the fact that the normal thermographic pattern in healthy horses can be mapped to correspond to the location of superficial vessels (Turner, 1991), this pilot study aimed to visualize healthy distal extremities. For this purpose, temperature measurements were taken from the four surfaces of the metacarpo/metatarsophalangeal joint and the hoof.

Since the distal parts are unstable at low ambient temperatures due to the periodic cutaneous vasodilator effect (Mogg and Pollitt, 1992), the ambient temperature was kept at 21 °C. Among these measurements, symmetry between the right and left limbs was also assessed. According to the literature, there should be symmetry between the right and left sides of the body for healthy animals (Palmer, 1983). According to our study results, there was no significant difference between the temperatures taken from the right and left distal extremities. This finding was expected since healthy animals were used in the study. On the contrary, thermography can provide valuable findings in the diagnosis of pathological conditions related to various inflammatory disorders. In the literature, it was reported that temperature changes of up to 1°C in the compared regions were insignificant (Kold and Chappell, 1998) and that a difference of more than 1°C in more than 25% of the measurement points in distal extremity temperatures should be considered abnormal (Turner, 1991). Although there was a difference of more than 1°C in more than 25% of the surfaces measured in our study, it was not statistically significant. However, studies with a larger number of horses are needed to confirm this finding. Since our study is a pilot study, it provides information that will guide future studies.

It has been reported that the warmest surfaces in the extremities are on the medial, lateral and caudal surfaces (Vaden et al., 1980) due to the digital arteries. In the present

study, we did not find a significant difference between the surfaces for the hoof, but we found differences in the hindlimbs at the metacarpo/metatarsophalangeal joint. We found that the medial surface was significantly higher than the caudal surface in the right hindlimbs. The same was true for the left hindlimbs, but here, the cranial surface was accompanied by the lateral surface. Since the horses used in the study were healthy, it was thought that these significant differences between surface temperatures could be due to the fact that carrying more weight at rest may cause a temperature increase (Soroko et al., 2014) over a long period of time.

In conclusion, thermographic screening before any clinical signs such as lameness appear can be of great benefit as it can detect hot and cold spots in the distal extremities. It should be considered that the temperatures on different surfaces in our study results may develop not only due to disease but also due to uneven distribution of the load. This is because these spots may develop different lesions after a long time. Regular thermographic screening should be performed. Since the points where temperature differences are determined are more sensitive, especially for the prevention of injuries, it will be possible to organize training programs in horses accordingly.

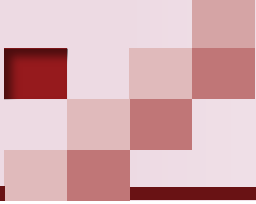
**Acknowledgements:** We would like to thank the authorities and staff of the horse farm for allowing us to collect data for this study.

**Funding:** The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

**Ethical approval:** According to the Turkey legislation, there is no need to obtain local ethics committee permission for studies conducted without contact with animals. Therefore, local ethics committee permission was not obtained for our study. However, the study was conducted in accordance with European regulations (Directive 2010/63/EU).

**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest.

**Author contribution:** E.D: analyzed data for statistical significance, inline editing of the manuscript, performed scientific, prepared manuscript; A.B.D: contributed to the design of the study, recorded thermographic data and compiled all the data.



## References

1. Bowers, S., Gandy, S., Anderson, B., Ryan, P., Willard, S., (2009). Assessment of Pregnancy in the Late-gestation Mare Using Digital Infrared Thermography. *Theriogenology*, 72(3), 372-377. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.03.005>
2. Ciutacu, O., Tanase, A., Miclaus, I. (2006). Digital infrared thermography in assessing soft tissue injuries on sport equines. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine* 63, 228-233. <https://doi.org/10.15835/BUASVMCN-VM:63:1-2:2482>
3. Delahanty, DD., Georgi, JR. (1965). Thermography in equine medicine. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 147, 235. PMID: 14325456
4. Eddy, AL., van Hoogmoed, LM. Snyder, JR. (2001). The role of thermography in the management of equine lameness. *Veterinary Journal*, 162, 172-181. <https://doi.org/10.1053/tvj.2001.0618>
5. Head, J., Dyson S. (2001). Taking the temperature of equine thermography. *The Veterinary Journal*, 162,166-167. <https://doi.org/10.1053/tvj.2001.0639>
6. Jerem, P., Jenni-Eiermanni S., McKeegan, D., McCafferty, DJ., Nager, RG. (2019) Eye region surface temperature dynamics acute stress relate to baseline glucocorticoids. *Physiology & Behavior*. 210,112627. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112627>
7. Kold, SE., Chappell KA. (1998). Use of computerized thermographic image analysis (CTIA) in equine orthopedics: review and presentation of clinical cases. *Equine Veterinary Education*, 10,198-204. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.1998.tb00877.x>
8. Kotrba, R., Knížková, I., Kunc, P., Bartos, L. (2007). Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. *Journal of Thermal Biology*, 32(6), 355-359. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2007.05.006>
9. Montanholi, YR., Nicholas, EO., Kendall, CS., Schenkel, FS., McBride, BW., Miller,
10. SP. (2008). Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). *Journal of Thermal Biology*, 33(8), 468-475. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2008.09.001>
11. Mogg, KC., Pollitt, CC. (1992). Hoof and distal limb surface temperature in the normal pony under constant and changing ambient temperatures. *Equine Veterinary Journal*, 24,134-139. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1992.tb02798.x>
12. Palmer, SE. (1983). Effect of ambient temperature upon the surface temperature of equine limb. *American Journal of Veterinary Research*, 44,1098-1101. PMID: 6870013
13. Purohit, RC., Hudson, RS., Riddell, MG., Carson, RL., Wolfe, DF., Walker, DF. (1985). Thermography of the bovine scrotum. *American Journal of Veterinary Research*, 46, 2388-2392. PMID: 4073651, Corpus ID: 3045328
14. Purohit, RC., McCoy, MD. (1980). Thermography in the diagnosis of inflammatory processes in the horse. *American Journal of Veterinary Research*, 41, 1167-1174. PMID: 7447110
15. Ring, EF. (1990) Quantitative thermal imaging. *Clinical Physics and Physiological Measurement*, 11, 87-95. <https://doi.org/10.1088/0143-0815/11/4a/310>.
16. Rizzo, M., Arfuso, F., Alberghina, D., Giudice, E., Giancesella, M., Piccione G. (2017). Monitoring changes in body surface temperature associated with treadmill exercise in dogs by use of infrared methodology. *Journal of Thermal Biology*, 69, 64-68. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.06.007>
17. Salles, MSV., Silva, SC., Salles, FA., Roma, LC., Faro, L., Lean, PABM., Oliveira, CEL., Martello, LS. (2016). Mapping the body surface temperature of cattle by infrared thermography. *Journal of Thermal Biology*, 62, 63-69. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.10.003>
18. Soroko, M., Dudek, K., Howell, K., Jodkowska, E., Henklewski, R. (2014). Thermographic evaluation of racehorse performance. *Journal of Equine Veterinary Science*, 34,1076-1083. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2014.06.009>
19. Tattersall, GJ., Cadena, V. (2010). Insights into animal temperature adaptations revealed through thermal imaging. *The Imaging Science Journal*, 58, 261-268. <https://doi.org/10.1179/136821910X12695060594165>
20. Turner, TA. (1991). Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 7, 311-338. [https://doi.org/10.1016/s0749-0739\(17\)30502-3](https://doi.org/10.1016/s0749-0739(17)30502-3)
21. Turner, TA. (2001). Diagnostic thermography. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 17, 95-113. [https://doi.org/10.1016/s0749-0739\(17\)30077-9](https://doi.org/10.1016/s0749-0739(17)30077-9)



Derleme makalesi / Review article

### Kanatlılarda koksidiyozise karşı probiyotiklerin kullanım olanakları

Ezgi Tegün<sup>1a</sup>, Mehmet Özüçü<sup>2b</sup>, Mukadderat Gökmen<sup>3c</sup>, Rahim Aydın<sup>4d\*</sup><sup>1</sup> Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye<sup>2</sup> Parazitoloji Anabilim Dalı, Veteriner Fakültesi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye<sup>3</sup> Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Veteriner Fakültesi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye<sup>4</sup> Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Veteriner Fakültesi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye

#### Possibilities of using probiotics against coccidiosis in poultry

##### MAKALE BİLGİSİ:

##### ARTICLE INFORMATION:

##### Geliş / Received:

13.09.2023

##### Revizyon/Revised:

23.10.2023

##### Kabul / Accepted:

23.10.2023

##### ORCID:

<sup>a</sup> 0000-0002-7744-8140<sup>b</sup> 0000-0003-3415-2582<sup>c</sup> 0000-0002-9371-8956<sup>d</sup> 0000-0002-9433-1366

##### Abstract:

Today, the poultry industry continues to grow rapidly. However, bacterial, viral, and parasitic diseases such as coccidiosis, which mainly target young poultry, cause significant economic damage to the poultry industry every year around the world. Coccidiosis is an enteric disease that targets intestinal epithelial cells caused by *Eimeria* species. This disease, which causes regression in growth by reducing feed efficiency and causes death in severe cases, is tried to be controlled with anticoccidial drugs and vaccines. However, chemotherapeutic drugs are approached with a distance, considering the resistance developed against anticoccidial drugs and the risk of these drugs leaving residues in animal products. Although the method of immunization by vaccination is found to be safer, it is thought that vaccines may cause a decrease in early growth performance and increase the susceptibility of chicks to secondary infections such as necrotic enteritis. For this reason, studies with probiotics as an alternative protection method have recently been emphasized and information on this subject has been reviewed.

**Keywords:** Poultry, *Eimeria*, coccidiosis, probiotic

#### Kanatlılarda koksidiyozise karşı probiyotiklerin kullanım olanakları

##### Özet:

Günümüzde kanatlı sektörü büyümesini hızla devam ettirmektedir. Ancak bakteriyel, viral ve özellikle genç kanatlıları hedef alan koksidiyozis hastalığı gibi paraziter hastalıklar dünya genelinde kanatlı sektörüne her yıl büyük ekonomik zarar vermektedir. Koksidiyozis hastalığı *Eimeria* türlerinin neden olduğu bağırsak epitel hücrelerini hedef alan enterik bir hastalıktır. Yemden yararlanmayı azaltarak büyümede gerilemeye neden olan ve ciddi vakalarda ölüme yol açan bu hastalık antikoksidyal ilaçlar ve aşılarla kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır. Ancak antikoksidyal ilaçlara karşı gelişen direnç ve bu ilaçların hayvansal ürünlerde kalıntı bırakma riski göz önüne alındığında kemoterapotik ilaçların kullanımına mesafeli yaklaşılmaktadır. Aşılama ile bağışıklık kazandırma yöntemi daha güvenli bulunsa da aşıların erken büyüme performansında düşüşe neden olabileceği ve civcivlerin nekrotik enteritis gibi sekonder enfeksiyonlara karşı duyarlılığını arttırabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle son dönemlerde alternatif koruma yöntemi olarak probiyotiklerle yapılan çalışmalara ağırlık verilmiştir ve bu konu hakkındaki bilgiler derlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kanatlı, *Eimeria*, koksidiyozis, probiyotik

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: rahimaydin@yahoo.com

**How to cite this article:** Tegün E, Özüçü M, Gökmen M & Aydın R (2023). Kanatlılarda koksidiyozise karşı probiyotiklerin kullanım olanakları. *Antakya Vet. Bil. Derg.*, 2(2), 61-67.



## Giriş

Kanatlı endüstrisi günümüzde hızla büyümekte olup, beyaz et ve yumurta açısından dünya nüfusunun talebini karşılayan gıda sektörünün önemli bir parçasıdır (Khater ve ark., 2020). Türkiye’de 2022 yılında üretilen toplam tavuk yumurta sayısının yaklaşık olarak 20 milyar, tavuk eti üretiminin ise yaklaşık 2.4 milyon ton olduğu bildirilmiştir (TÜİK, 2022).

Bakteriyel, viral ve paraziter hastalıklar kanatlı sektörünü etkileyen önemli faktörlerdir. Bunların arasında özellikle genç hayvanları etkileyen ve ciddi ekonomik kayıplara neden olan paraziter hastalıkların başında koksidiyozis gelmektedir (Tsukahara ve ark., 2018). Koksidiyozis, kümes hayvanları endüstrisi üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahiptir ve dünya çapında üreticilere her yıl milyarlarca dolara mal olmaktadır (Gilbert ve ark., 2011).

Koksidiyozis, tavukların bağırsak kanalını hedef alan ve ağır hasara yol açan hücre içi bir protozoa olan *Eimeria* türlerinin neden olduğu bulaşıcı bir paraziter hastalıktır (Nahed ve ark., 2022). Dünyada kanatlı üretiminin 2050 yılına kadar şu anki üretimin iki katından fazla olacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle dünya nüfusuna paralel olarak artan protein ihtiyacını karşılamak için kanatlı hayvanlarda başta koksidiyozis olmak üzere bakteriyel, viral ve paraziter hastalıkların kontrolü büyük önem arz etmektedir (Noack ve ark., 2019).

Günümüzde koksidiyozis hastalığı antikoksidyal ilaçlar ve aşılama programlarıyla kontrol altına alınabilmektedir. Ancak, antikoksidyal ilaçların geniş çaplı ve uzun süreli kullanımının, dünya genelinde bu ilaçlara karşı direnç gelişmesine yol açtığı bildirilmektedir (Peek ve Landman, 2011). Bu dezavantaj sebebiyle, aşilar genellikle daha güvenli bir seçenek olarak kabul edilmektedir. Bu amaçla zayıflatılmış veya zayıflatılmamış canlı aşilar yumurtacı, damızlık ve etlik piliçlerin üretiminde daha fazla kullanılmaktadır. Ancak *Eimeria* suşları coğrafi olarak farklılık gösterdiğinden, aşı etkinliği büyük ölçüde aşıda bulunan *Eimeria* suşuna bağlıdır. Ayrıca; bu bağışıklık yönteminin erken büyüme performansında düşüşe neden olabileceği ve civcivlerin nekrotik enteritis (NE) gibi sekonder enfeksiyonlara karşı duyarlılığını arttırabileceği ifade edilmiştir (Cai ve ark., 2022). Aynı zamanda bu aşiların, sürü yönetiminin iyi olmadığı çiftliklerde ciddi hemorajik reaksiyonları veya malabsorptif koksidiyozisi tetikleyerek yemden yararlanma oranını olumsuz etkileyebileceği ileri sürülmektedir (Nahed ve ark., 2022). Bu nedenle tavuk yetiştiriciliğinde koksidiyozun önlenmesi ve kontrolünde probiyotikler, esansiyel yağlar ve antioksidantlar

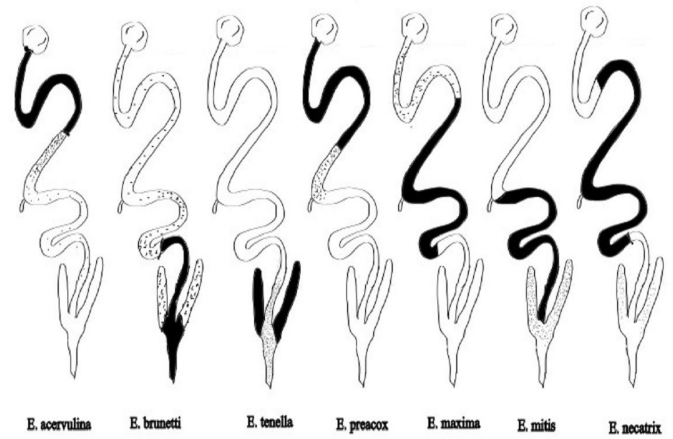
gibi kaynakların tedavide alternatif olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Quiroz ve Dantan, 2015).

Probiyotikler, gastrointestinal mikrobiyotayı koruyabilen canlı, apatojenik mikroorganizmalardır. Yapılan çalışmalar, tavukların probiyotiklerle desteklenmesinin, gastrointestinal sistemdeki faydalı bakterilerin ve sindirim enzimlerinin aktivitesini arttırabileceğini, hücresel ve humoral bağışıklığı destekleyebileceğini göstermektedir (Ritzi ve ark., 2016; Memon ve ark., 2021; Cai ve ark., 2022). Bu özellikleri nedeniyle probiyotikler kanatlı hayvanlarda ilaç ve aşiların kullanımına potansiyel bir alternatif olabilirler (Ritzi ve ark., 2016).

Bu çalışmanın amacı son dönemlerde alternatif koruma yöntemi olarak probiyotiklerle yapılan çalışmalar hakkındaki bilgileri derlemektir.

### Koksidiyozis Etkenleri ve Yaşam Döngüsü

Tavuklarda, *Eimeria tenella*, *E. necatrix*, *E. acervulina*, *E. brunetti*, *E. maxima*, *E. mitis*, *E. praecox* olmak üzere yedi farklı *Eimeria* spp. tanımlanmıştır (Shirley ve ark., 2005). Ancak bunlar arasında en yaygın olanları *E. tenella*, *E. acervulina*, *E. maxima* ve *E. necatrix* olarak bildirilmiştir. Koksidiyoz etkenleri, kanatlılarda bağırsağın farklı bölümlerinde gelişmekte (Şekil 1) ve oral yolla alınan ookist sayısına bağlı olarak hafif, orta ya da şiddetli lezyonlara neden olabilmektedir (Gilbert ve ark., 2011).



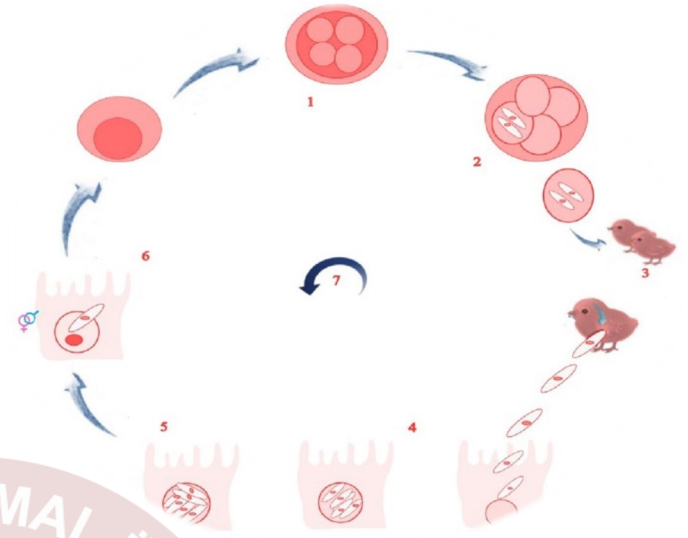
Şekil 1. *Eimeria* türlerinin bağırsaklardaki lezyon alanları.

*Eimeria* türlerinin yaşam döngüsü temel olarak dış ortam ve konak içerisinde olmak üzere iki aşamalıdır. Dış ortamda gerçekleşen aşama sporogoni, konak içerisinde gerçekleşenler şizogoni (merogoni) ve gametogoni aşamalarıdır (Lopez-Osario ve ark., 2020). Tavuktan dışıyla atılan ookistler dış ortamda



*Eimeria* türüne ve çevre şartlarına bağlı olarak 3-21 gün içerisinde sporogoni aşamasını geçirerek enfektif hale gelirler. Enfektif hale gelmiş ookistlerde dört adet sporokist ve her sporokistte iki adet sporozoit bulunur. Sporogoni aşamasının gerçekleşmesi için uygun sıcaklık aralığının (20-27°C) yanında nem ve oksijen de gereklidir. Enfektif sporozoitleri içeren ookistlerle kontamine olmuş su ve yemin oral yolla tavuklar tarafından alınması sonucu bağırsaklara gelen ookistler sindirim sistemi enzimleri ve bağırsağın peristaltik hareketleriyle parçalanır ve içerisinden enfektif sporozoitler çıkar. Bu sporozoitler intestinal sistem villus epitel hücrelerine invaze olur. Hücreler içerisinde şizogoni ya da diğer adıyla merogoni ile aseksüel olarak üreme döngüsüne girerek merozoitlere dönüşürler. Aseksüel üremeyle birlikte enfekte olmuş hücreler belli bir zamandan sonra parazit yükünü kaldıramazlar ve hücre parçalanması sonucu intestinal sistemdeki diğer hücreleri de enfekte ederler. Merogoni sayısı alınan *Eimeria* türüne bağlı olarak değişir ve bu aşama kendiliğinden biter. Birtakım merozoitler erkekliği temsil eden mikrogametlere bir kısmı da dişliliği temsil eden makrogametlere dönüşür. Mikrogamet makrogameti döleyerek gametogoni aşaması tamamlanır ve zigot şekillenir. Zigotun etrafı bir çeperle çevrilir ve enfektif olmayan *Eimeria* ookisti dışkıyla dış ortama atılır (Shirley ve ark., 2005; Karaer ve Çiçek, 2013). *Eimeria* türlerine ait yaşam siklusu Şekil 2’de gösterilmiştir.

*Eimeria* enfeksiyonları ile ilgili en temel sorun, bağırsağın farklı bölgelerine yerleşen birden fazla türünün bulunmasıdır (Quiroz

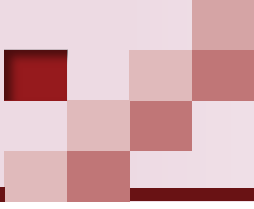


Şekil 2. *Eimeria* spp. yaşam siklusu.

ve Dantan, 2015). *Eimeria* türleri bağırsaklarda hasara neden olarak besinlerin emilimini engeller. Bağırsak kanalı içerisinde mukoid ya da kanlı eksudatlar, peteşiyel kanamalar, nekroz ve hemorajik enterit şekillenebilmektedir. Ayrıca bu enfeksiyonların bağırsak kanalında oluşturduğu hasarlar *Clostridium perfringens* ve *Salmonella Typhimurium* gibi çeşitli bakterilerin sekonder kolonizasyonuna da zemin hazırladığı bildirilmektedir (Shirley ve ark., 2005). *Eimeria* türlerinin bağırsaklarda oluşturduğu lezyonlar Tablo 1’de listelenmiştir.

Tablo 1. *Eimeria* türleri ve oluşturduğu lezyonlar (Quiroz ve Dantan, 2015) .

Türler	Gelişim yeri	Patojenite	Lezyonlar
E. praecox	Duodenum	Çok düşük	Sulu bağırsak içeriği
	Jejunum		Dışkıda mukus
E. acervulina	Duodenum	Düşük	Sıvı kaybına neden olan sınırlı enterit
	İleum		Besinlerin malabsorpsiyonu Sıvı kaybına neden olan sınırlı enterit
E. mitis	İleum	Düşük	Besinlerin malabsorpsiyonu
E. maxima	Jejunum	Yüksek	Barsak duvarında noktasal kanamalarla enflamasyon
	İleum		Epitelin dökülmesi
E. brunetti	Rektum	Yüksek	Barsak duvarında noktasal kanamalarla enflamasyon
	Sekum		Epitelin dökülmesi
E. tenella	Sekum	Yüksek	Proksimal uçta kalınlaşmış sekum duvarı ve kanlı içerikler Kapsamlı kanama ve ölüme neden olan villi yıkımı Mukoza kalınlaşması
	Jejunum		Lümenin sıvı, kan ve doku kalıntılarıyla dolu olması
E. necatrix	İleum	Yüksek	Ölen hayvanlarda lezyonlar siyah ve beyaz plaklar şeklinde gözlemlenebilir (tuz ve biber görünümü)
	Sekum		



## Koksidiyozisin Kontrolü

Hastalığın çıkmasını önlemek amacıyla; ilaçların yemlere katılması ya da içme suyunda farmasötik bileşenler veya canlı zayıflatılmış/zayıflatılmamış aşuların kullanımını içeren bağışıklık kazandırma yöntemleri uygulanabilmektedir.

Kanatlı koksidiyozunun tedavisinde antikoksidyal ilaçlar ve poliyeter iyonoforlar kullanılmaktadır. Kimyasal antikoksidyaller, kimyasal sentez sonucu oluşan ve parazit metabolizmasına spesifik etki şekline sahip bileşiklerdir. Bunlara amprolium, nikarbazin ve diklazuril örnek gösterilebilir. Salinomisin, lasalosid ve narasin gibi poliyeter iyonofor antikoksidyaller ise *Streptomyces* ve *Actinomadura* fermentasyonu sonucu elde edilirler. Bu grup ise parazitin iyon transportunu değiştirerek ve ozmotik dengesini bozarak etki eder (Elmusharaf ve Beynen, 2007).

Tek başına veya kombinasyon halinde birkaç ilacın kullanımının, kanatlı koksidiyozu ile mücadelede etkili olduğu kanıtlanmıştır. Ancak; özellikle bir ilacın uzun süreli kullanımından sonra ilaca dirençli suşların ortaya çıkmasının ciddi bir sorun olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, satışa sunulan kanatlı ürünlerinde ilaç kalıntısı bulunmasına dair endişeler göz önüne alındığında özellikle halk sağlığı açısından oluşturduğu risk yönünden kemoterapotik ilaçların kullanımına mesafeli yaklaşılmaktadır (Quiroz ve Dantan, 2015; Cai ve ark., 2022).

Aşular kanatlıların bağışıklık sistemini *Eimeria* antijenlerine maruz bırakarak spesifik koruyucu bağışıklığı uyardığı için *Eimeria* direncini azaltmaya yardımcı olurlar (Ritzi ve ark., 2016). Canlı aşuların kullanılmasının bir dezavantajı yaşamın ilk 1-7. günlerinde civcivlere uygulanmasıdır. Bu dönemde aşılama, hastalık riskini arttırabilir. Çünkü aşılamaı takiben, edinilen bağışıklık yanıtının uyarılması için en az 7-10 gün gereklidir. Bir civcivin yaşamının bu aşamasındaki bir enfeksiyon, erken gelişimin gerilemesine neden olabilir ve bu durum NE gibi ikincil enfeksiyonlara karşı duyarlılığını arttırabilir (Stringfellow ve ark., 2011; Ritzi ve ark., 2016). Ayrıca canlı aşuların kullanımının NE etkeni olan *C. perfringens*'e karşı etkili olan iyonoforların etkinliğini engellediği ve bu hastalığın ortaya çıkma riskini daha da arttırdığı bildirilmektedir (Williams, 2005). Bu gibi sorunların önüne geçmek için aşular ve antikoksidyal ilaçlarla tedaviye alternatif olabilecek yeni kaynaklara yönelim artmıştır. Bu kaynaklardan birisi de tavuk yetiştiriciliğinde probiyotiklerin kullanımınıdır.

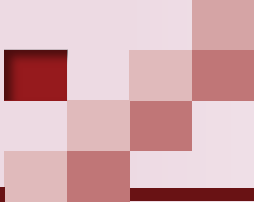
Dünya Sağlık Örgütü ve Gıda ve Tarım Organizasyonu

tarafından probiyotik terimi, "yeterli miktarda verildiğinde konakçı üzerinde sağlığa yararlı etkileri olan canlı mikroorganizmalar" olarak tanımlanmıştır (Üstündağ ve Özdoğan, 2017). Probiyotik bakteriler genel olarak Gram (+) ve zararsızdırlar. Sindirim kanalında mikroflora dengesini düzenleyerek, patojenik mikroorganizmaların zararlı hale geçmesini ve üremesini önleyen, böylece hayvanların yemden yararlanmalarını arttıran, yararlı mikroorganizmaların kültürlerinden oluşmuş biyolojik ürünlerdir. İçme suyuna veya yeme katılarak verilebilirler (Karademir ve Karademir, 2003). Probiyotik preparatları canlı bakteri, mantar, maya ve maya kültürlerini içermektedir. *Bacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Aspergillus*, *Saccharomyces* ve *Candida* türleri kanatlı sektörde probiyotik olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Ülger ve ark., 2016; Üstündağ ve Özdoğan, 2017).

Probiyotiklerin kullanımı ile bağırsak sağlığının iyileştirilmesine yol açacak ve enterik patojenlere karşı konakçı direncini arttıracak olan stabil ve yararlı bir bağırsak mikroflorasının gelişiminin hızlandırılması amaçlanır (Ülger ve ark., 2016).

*Bacillus* spp. spor üretebildiği için yem içi probiyotik olarak önemli bir uygulama değerine sahiptir. *Bacillus* sporları güçlü çevresel adaptasyona sahiptir. Çeşitli sindirim enzimleri ve asidik ortama sahip hayvanların bağırsak sisteminde hayatta kalabilirler (Yang ve ark., 2021). Yapılan çalışmalara göre, *Bacillus* türü probiyotiklerin yemlere katılmasıyla deneysel *Eimeria* enfeksiyonunun kontrol edilebileceği, büyümenin arttırılabileceği ve *Eimeria* aşularının neden olduğu olumsuz etkilerin azaltılabileceği bildirilmektedir (Ritzi ve ark., 2016; Wang ve ark., 2019).

Yapılan bir çalışmada, mix koksidiyoz enfeksiyonuna (*E. tenella*, *E. maxima* ve *E. acervulina* oocistleri) maruz bırakılmış broyler tavuklarında kullanılan *Bacillus* türlerinin; vücut ağırlık artışı, lezyon skoru ve toplam oocist sayısı ölçülerek, koksidiyozis üzerindeki yararlı etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda *B. amyloliquefaciens* ile beslenen tavukların, *Bacillus* türleri içermeyen yemlerle beslenen kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede ( $p<0.05$ ) daha yüksek vücut ağırlık artışı, sekum, jejunum ve duodenumda daha düşük lezyon skorları ve daha düşük toplam fekal oocist yükü gösterdiği tespit edilmiştir (Chaudhari ve ark., 2020). Benzer olarak Ritzi ve ark. (2016) tarafından, mix koksidiya (*E. tenella*, *E. necatrix*, *E. maxima*) ile enfekte edilmiş broylerlerde canlı aşı (İmmucox I, CEVA Santé Animale, Canada), probiyotik (PoultryStar; *E. faecium*, *P. acidilactici*, *B.*



*animalis*, *L. reuteri*) ve bunların kombinasyonunun kullanıldığı bir çalışmada duodenum, ileum ve jejunumda probiyotik+aşı kombinasyonunun kullanıldığı grupta kontrol grubuna kıyasla daha düşük lezyon skoruna rastlandığı bildirilmiştir ( $p<0.0001$ ). Yine aynı çalışmada kontrol grubuna kıyasla sadece probiyotik ve probiyotik+aşı kullanılan deneme gruplarında ileumda herhangi bir lezyona rastlanmadığı ifade edilmiştir. Araştırmacılar çalışmanın 15. ve 21. gününde yaptıkları ölçümlerde sadece probiyotik ve probiyotik+aşı kullanılan gruplardaki vücut ağırlığının sadece aşı kullanılan gruba kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmaya benzer olarak yapılan farklı bir araştırmada *Eimeria* spp. ile enfekte tavuklarda probiyotik olarak kullanılan *B. subtilis*, koksidiyozis aşısı ve aşı+probiyotik etkinliği araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre diğer deneme gruplarıyla karşılaştırıldığında, *B. subtilis*'in tek başına kullanıldığı grup, test edilen tüm günlerde vücut ağırlığını diğer gruplara göre daha fazla arttırmıştır ( $p<0.05$ ). Aynı çalışmanın 55. gününde yapılan ölçümlerde; koksidiyozis aşısı ve *B. subtilis*'in birlikte kullanımının, tek başına koksidiyoz aşısı uygulamasına ve kontrol grubuna kıyasla vücut ağırlık artışının önemli ölçüde olduğu bildirilmiştir. Dışkıdaki ookist sayısının ve bağırsaklardaki lezyon skorunun, *B. subtilis* ve koksidiyozis aşısının birlikte kullanıldığı grupta tedavi görmeyen kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) daha düşük olduğu ifade edilmiştir (Cai ve ark., 2022).

*E. tenella* ile enfekte edilmiş tavuklarda farklı probiyotik preparatlarının (*E. faecium*, *B. animalis*, *B. subtilis*, *L. reuteri*) büyüme performansına etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada; kombine halde probiyotik verilen grubun büyüme performansının, probiyotik kullanılmamış kontrol grubuna kıyasla daha yüksek ( $p<0.05$ ) olduğu ifade edilmiştir. Yine aynı çalışmada villus yüksekliğinin, probiyotik kullanılmamış kontrol grubuna kıyasla *Bacillus* spp. takviyeli gruplarda daha yüksek ( $p<0.05$ ) olduğu bildirilmiştir (Giannenas ve ark., 2012). Behnamifar ve ark., (2019) ise yaptıkları çalışmada *E. acervulina*, *E. maxima* ve *E. tenella* ile mix enfeksiyona maruz bırakılmış tavuklarda probiyotik kombinasyonu (Primalac; *L. acidophilus*, *L. casei*, *E. faecium*, *B. thermophilum*) ve koksidiyozis aşısının (Livacox) etkinliğini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre probiyotik kullanılan grup, tedavi uygulanmamış kontrol grubuna kıyasla daha yüksek canlı

ağırlık artışı sağladığı, ancak aşı grubuna kıyasla canlı ağırlık artışının daha düşük düzeyde kaldığı bildirilmiştir. Tablo 2' de probiyotik olarak kullanılan bazı bakterilerin koksidiyozli tavuklarda canlı ağırlık artışına etkisini gösteren çalışmalar listelenmiştir.

**Tablo 2.** Koksidiyozli tavuklarda kullanılan bazı probiyotik bakterilerin canlı ağırlık artışına etkisi (g).

Kullanılan Probiyotik	Doz	Gün	Kontrol	Probiyotik	Aşı + Probiyotik	Kaynak	
<i>B. subtilis</i>	1,25x10 <sup>9</sup> kob/kg	25	367 <sup>b</sup>	449 <sup>a</sup>	335 <sup>b</sup>	354 <sup>b</sup>	Cai ve ark., 2022
	yem	55	1,427 <sup>d</sup>	1,663 <sup>a</sup>	1,447 <sup>c</sup>	1,526 <sup>b</sup>	
<i>E. faecium</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>B. animalis</i> , <i>L. reuteri</i>	20 mg/ tavuk	21	621 <sup>ab</sup>	709 <sup>a</sup>	583 <sup>b</sup>	610 <sup>ab</sup>	Ritzi ve ark., 2016
	içme suyu	42	2,799	2,874	2749	2835	
<i>E. faecium</i>	5x10 <sup>9</sup> kob/kg	21	666 <sup>a</sup>	667 <sup>a</sup>	-	-	Giannenas ve ark., 2012
	yem	42	2,171 <sup>a</sup>	2,420 <sup>b</sup>	-	-	
<i>L. reuteri</i>	5x10 <sup>8</sup> kob/kg	21	666 <sup>a</sup>	659 <sup>a</sup>	-	-	Behnamifar ve ark., 2019
	yem	42	2,171 <sup>a</sup>	2,403 <sup>b</sup>	-	-	
<i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>E. faecium</i> , <i>B. thermophilum</i>	1x10 <sup>8</sup> kob/kg yem	42	1566 <sup>c</sup>	1,716 <sup>b</sup>	1,887 <sup>a</sup>	-	

kob: koloni oluşturan birim; <sup>a,b</sup> Aynı satırda yer alan farklı simgeye sahip değerler birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

Yang ve ark. (2021)' nin çalışmasına göre *E. tenella* ile enfekte edilmiş tavuklarda kullanılan *B. subtilis*'in lezyon skoruna herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Ancak aynı çalışmada probiyotik olarak kullanılan *B. subtilis*'in probiyotik kullanılmayan kontrol grubuna kıyasla vücut ağırlık artışını önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir ( $p<0.05$ ). Ayrıca probiyotik kullanılan grupta toplam fekal ookist sayısının kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak Mohsin ve ark., (2022) tarafından *E. tenella*'ya karşı kullanılan *L. plantarum* ve Memon ve ark., (2021) tarafından kullanılan *B. subtilis*'in de kontrol gruplarına kıyasla toplam fekal ookist atılımında azalma sağladığı ifade edilmiştir. Tablo 3'te probiyotik bakterilerin toplam fekal ookist sayısına etkisini gösteren çalışmalara yer verilmiştir.



**Tablo 3.** Koksidiyozisle enfekte tavuklarda kullanılan bazı probiyotiklerin toplam fekal ookist sayısına etkisi.

Kullanılan probiyotik	Doz	Kontrol	Probiyotik	Aşı	Aşı + Probiyotik	Kaynak
<i>B. subtilis</i>	1,25x10 <sup>9</sup>	89,43 <sup>a</sup>	32,29 <sup>b</sup>	15,71 <sup>b</sup>	11,43 <sup>b</sup>	Cai ve ark., 2022
<i>B. licheniformis</i>	1,5x10 <sup>5</sup> kob/g yem	40 <sup>a</sup>	15 <sup>b</sup>	-	-	Chaudhari ve ark., 2020
<i>B. amyloliquefaciens</i>	1,5x10 <sup>5</sup> kob/g yem	40 <sup>a</sup>	13 <sup>b</sup>	-	-	Mohsin ve ark., 2022
<i>L. plantarum</i>	1x10 <sup>8</sup> kob/kg yem	60 <sup>a</sup>	30 <sup>b</sup>	-	-	Memon ve ark., 2021
<i>B. subtilis</i>	1g/kg yem günlük	97,66	58,33	-	-	

kob: koloni oluşturan birim; <sup>a,b</sup> Aynı satırda yer alan farklı simgeye sahip değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

## Sonuç ve Öneri

Kanatlı sektörü dünya nüfusundaki artışa paralel olarak artan protein ihtiyacını karşılamak için gelişmeye devam etmektedir. Özellikle bir arada barındırılan sürülerde hızla yayılan koksidiyozis etkenleri, erken dönem gelişimini olumsuz yönde etkilemekte ve bu sektöre ekonomik olarak büyük zarar vermektedir. Hastalığı kontrol altında tutabilmek için kullanılan ilaçlara karşı giderek artan direnç ve bunların hayvansal ürünlerde kalıntı bırakma riski ayrıca aşıların erken dönem gelişimini olumsuz yönde etkileyeceği endişesi nedeniyle doğal kaynaklara olan yönelim artmıştır. Bu amaçla dünya genelinde yapılan çalışmalar probiyotiklerin koksidiyozis etkenlerine karşı kullanımının olumlu sonuçlar vermesinin yanı sıra aşıların yan etkilerini azaltabileceğini göstermektedir. Bu yüzden gelecek yıllarda yem katkı maddesi olarak antikoksidiyal ilaçların kullanımının yasaklanması ihtimaline karşı probiyotiklerin koksidiyozis kontrolünde kullanımına yönelik çalışmalara ağırlık verilebilir.

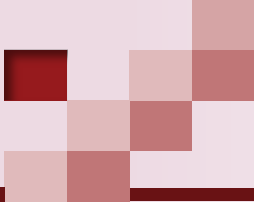
**Çıkar Çatışması:** Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## Kaynaklar

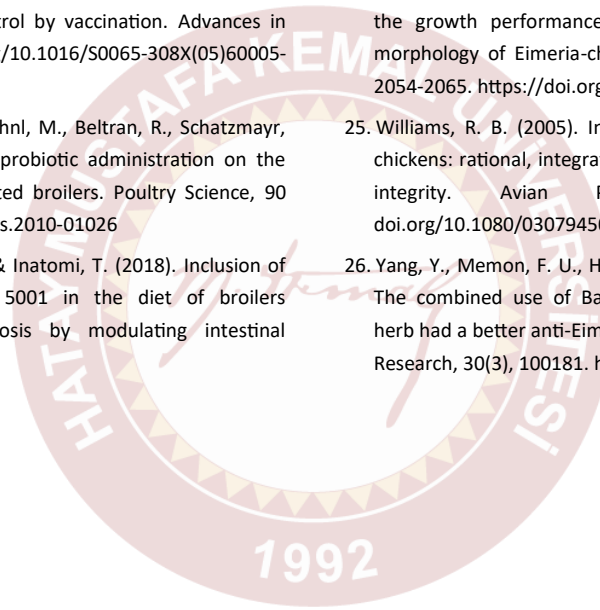
- Behnamifar, A. R., Rahimi, S., Kiaei, M. M., & Fayazi, H. (2019). Comparison of the effect of probiotic, prebiotic, salinomycin and vaccine in control of coccidiosis in broiler chickens. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 20 (1), 51. <https://doi.org/10.22099/IJVR.2019.5143>
- Cai, H., Luo, S., Zhou, Q., Yan, Z., Liu, Q., Kang, Z., & Sun, M. (2022). Effects of *Bacillus subtilis* and coccidiosis vaccine on growth indices and intestinal microbiota of broilers. *Poultry Science*, 101(11), 102091. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102091>
- Chaudhari, A. A., Lee, Y., & Lillehoj, H. S. (2020). Beneficial effects of dietary supplementation of *Bacillus* strains on growth performance and gut health in chickens with mixed coccidiosis infection. *Veterinary Parasitology*, 277, 109009. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.109009>
- Elmusharaf, M. A., & Beynen, A. C. (2007). Coccidiosis in poultry with

emphasis on alternative anticoccidial treatments. *Annals of the World Association on Animal Pathology*, 9-44.

- Giannenas, I., Papadopoulos, E., Tsalie, E., Triantafyllou, E. L., Henikl, S., Teichmann, K., & Tontis, D. (2012). Assessment of dietary supplementation with probiotics on performance, intestinal morphology and microflora of chickens infected with *Eimeria tenella*. *Veterinary Parasitology*, 188(1-2), 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.02.017>
- Gilbert, E. R., Cox, C. M., Williams, P. M., McElroy, A. P., Dalloul, R. A., Ray, W. K., & Webb Jr, K. E. (2011). *Eimeria* species and genetic background influence the serum protein profile of broilers with coccidiosis. *PloS one*, 6 (1), e14636. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014636>
- Karademir, G., & Karademir, B. (2003). Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanılan Biyoteknolojik Ürünler. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 43(1), 61-74.
- Karaer, Z., & Çiçek, H. (2013). Kanatlılarda coccidiosis enfeksiyonları. In: Karaer Z. (Ed.), *Veteriner Hekimliğinde Parazit Hastalıkları* (pp.539-550). Türkiye Parazitoloji Derneği Yayını.
- Khater, H. F., Ziam, H., Abbas, A., Abbas, R. Z., Raza, M. A., Hussain, K., & Selim, A. (2020). Avian coccidiosis: Recent advances in alternative control strategies and vaccine development. *Agrobiol Records*, 1, 11-25. <https://doi.org/10.47278/journal.abr/2020.003>
- Lopez-Osorio, S., Chaparro-Gutierrez, J. J., & Gomez-Osorio, L. M. (2020). Overview of poultry *Eimeria* life cycle and host-parasite interactions. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 384. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00384>
- Memon, F. U., Yang, Y., Lv, F., Soliman, A. M., Chen, Y., Sun, J., & Si, H. (2021). Effects of probiotic and *Bidens pilosa* on the performance and gut health of chicken during induced *Eimeria tenella* infection. *Journal of Applied Microbiology*, 131(1), 425-434. <https://doi.org/10.1111/jam.14928>
- Mohsin, M., Zhang, Z., & Yin, G. (2022). Effect of probiotics on the performance and intestinal health of broiler chickens infected with *Eimeria tenella*. *Vaccines*, 10(1), 97. <https://doi.org/10.3390/vaccines10010097>
- Nahed, A., Abd El-Hack, M. E., Albaqami, N. M., Khafaga, A. F., Taha, A. E., Swelum, A. A., & Elbestawy, A. R. (2022). Phytochemical control of poultry coccidiosis: a review. *Poultry Science*, 101(1), 101542. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101542>
- Noack, S., Chapman, H. D., & Selzer, P. M. (2019). Anticoccidial drugs of the livestock industry. *Parasitology Research*, 118, 2009-2026. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-0666-8>



- doi.org/10.1007/s00436-019-06343-5
15. Peek, H. W., & Landman, W. J. M. (2011). Coccidiosis in poultry: anticoccidial products, vaccines and other prevention strategies. *Veterinary Quarterly*, 31(3), 143-161. <https://doi.org/10.1080/01652176.2011.605247>
16. Quiroz-Castañeda, R. E., & Dantán-González, E. (2015). Control of avian coccidiosis: future and present natural alternatives. *BioMed Research International*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/430610>
17. Ritz, M. M., Abdelrahman, W., Van-Heerden, K., Mohnl, M., Barrett, N. W., & Dalloul, R. A. (2016). Combination of probiotics and coccidiosis vaccine enhances protection against an *Eimeria* challenge. *Veterinary Research*, 47, 1-8. <https://doi.org/10.1186/s13567-016-0397-y>
18. Shirley, M. W., Smith, A. L., & Tomley, F. M. (2005). The biology of avian *Eimeria* with an emphasis on their control by vaccination. *Advances in Parasitology*, 60, 285-330. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(05\)60005-X](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(05)60005-X)
19. Stringfellow, K., Caldwell, D., Lee, J., Mohnl, M., Beltran, R., Schatzmayr, G., & Farnell, M. (2011). Evaluation of probiotic administration on the immune response of coccidiosis-vaccinated broilers. *Poultry Science*, 90(8), 1652-1658. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01026>
20. Tsukahara, T., Inoue, R., Nakayama, K., & Inatomi, T. (2018). Inclusion of *Bacillus amyloliquefaciens* strain TOA 5001 in the diet of broilers suppresses the symptoms of coccidiosis by modulating intestinal microbiota. *Animal Science Journal*, 89(4), 679-687. <https://doi.org/10.1111/asj.12980>
21. TÜİK (2022). Hayvansal Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111> (Erişim Tarihi: 23.04.2023).
22. Ülger, İ., Beyzi, S. B., Kaliber, M., & Konca, Y. (2016). Kanatlı Sektöründe Probiyotiklerin Etkinliği ve Geleceği. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 12(2), 7-12.
23. Üstündağ, A. Ö., & Özdoğan, M. (2017). Kanatlı beslemede alterbiyotik kullanımı: probiyotikler, prebiyotikler, organik asitler ve bakteriyosinler. *Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri-Farmakoloji ve Toksikoloji Özel Dergisi*, 3(3), 1-16.
24. Wang, X., Peebles, E. D., Kiess, A. S., Wamsley, K. G., & Zhai, W. (2019). Effects of coccidial vaccination and dietary antimicrobial alternatives on the growth performance, internal organ development, and intestinal morphology of *Eimeria*-challenged male broilers. *Poultry Science*, 98(5), 2054-2065. <https://doi.org/10.3382/ps/pey552>
25. Williams, R. B. (2005). Intercurrent coccidiosis and necrotic enteritis of chickens: rational, integrated disease management by maintenance of gut integrity. *Avian Pathology*, 34(3), 159-180. <https://doi.org/10.1080/03079450500112195>
26. Yang, Y., Memon, F. U., Hao, K., Jiang, M., Guo, L., Liu, T., & Si, H. (2021). The combined use of *Bacillus subtilis*-based probiotic and anticoccidial herb had a better anti-*Eimeria tenella* efficiency. *Journal of Applied Poultry Research*, 30(3), 100181. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100181>



Derleme makalesi / Review article

## Kısırlarda foliküler dinamik

Büşra Özmen<sup>1a</sup>, İbrahim Doğan<sup>1b\*</sup><sup>1</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı, 16059, Görükle, Bursa, Türkiye

### Follicular dynamics in mares

#### MAKALE BİLGİSİ:

#### ARTICLE INFORMATION:

##### Geliş / Received:

03.10.2023

##### Revizyon/Revised:

02.11.2023

##### Kabul / Accepted:

02.11.2023

##### ORCIDS:

<sup>a</sup> 0009-0004-2970-7277<sup>b</sup> 0000-0003-1976-1814

#### Abstract:

Horses are seasonally polyestrous animals, making it extremely important for broodmares to become pregnant, especially at the beginning of the breeding season. Imaging of the ovaries by ultrasonography in mares has shed light on the understanding of follicular dynamics. Follicle waves occur periodically in the ovaries of mares, but today this mechanism is still not fully elucidated. Follicular dynamic is the process of continuous growth and regression of antral follicles. In the estrus cycle, one wave of follicles occurs in ponies and two in thoroughbred and sport horses. Follicle waves in mares are divided into major and minor waves, in which the dominant and subordinate follicles develop. Only in major waves can the largest follicle reach the preovulatory diameter. In addition, the major wave is divided into four distinct phases common growth, selection, dominance, ovulation or atresia. The common growth phase is the process by which the follicles, which are usually 6 mm in diameter, continue to grow and develop. This stage lasts until the selection phase, when only one follicle continues to grow and the others have atresia. Follicle stimulating hormone stimulates the growth of follicles in the ovaries and exerts its effect thanks to insulin-like growth factor-I. Luteinizing hormone, which rises approximately 24-48 hours before the end of estrus, induces ovulation in the preovulatory follicle with a peak average diameter of 45-50 mm. Monitoring follicle development in the ovaries with ultrasonography; diagnosis and treatment of reproductive problems, new perspective on reproductive biotechnological methods and control of reproduction has created great opportunities. In this review, first of all, the reproductive physiology of mares is mentioned and then information about follicular dynamics is given.

**Keywords:** Follicular wave, follicular development, FSH, IGF-I, mare

### Kısırlarda foliküler dinamik

#### Özet:

Atlar mevsimsel olarak poliöstrik hayvanlardır, bu da damızlık kısırların özellikle üreme sezonunun başında gebe kalmalarını son derece önemli kılar. Kısırlarda ultrasonografiyle ovaryumların görüntülenmesi, foliküler dinamiğinin anlaşılmasına ışık tutmuştur. Kısırların ovaryumlarında folikül dalgaları periyodik olarak meydana gelirler, ancak günümüzde bu mekanizma hala tam olarak aydınlatılmamıştır. Foliküler dinamik, antral foliküllerin sürekli olarak büyümesi ve regresyon sürecidir. Östrus siklusunda ponilerde bir, safkan ve spor atlarında ise iki folikül dalgası oluşur. Kısırlarda folikül dalgaları dominant ve subordinat foliküllerin geliştiği majör ve minör dalga olarak ikiye ayrılır. Yalnızca majör dalgalarda en büyük folikül, preovulatör çapa ulaşabilir. Ayrıca majör dalga, kendi içinde ortak büyüme, seleksiyon-deviasyon, dominantlık, ovulasyon ya da atrezi olarak dört ayrı evreye ayrılır. Ortak büyüme evresi, genellikle 6 mm çapında olan foliküllerin büyümeye ve gelişmeye devam ettiği süreçtir. Bu evre, sadece bir folikülün büyümeye devam ettiği ve diğerlerinin atrezi olduğu seleksiyon evresine kadar sürer. Folikül stimüle edici hormon, ovaryumlarda foliküllerin büyümesini uyarır ve etkisini insülin benzeri büyüme faktörü-I sayesinde gerçekleştirir. Östrusun sonlanmasından yaklaşık 24-48 saat önce yükselen luteinleştirici hormon, piki ortalama 45-50 mm çapındaki preovulatör folikülden ovulasyonu indükler. Ultrasonografiyle ovaryumlarda folikül gelişiminin izlenmesi; reproduktif sorunların teşhis ve tedavisi, reproduktif biyoteknolojik yöntemlere yeni bakış açısı ve üremenin kontrol edilmesine büyük fırsatlar yaratmıştır. Bu derlemede, öncelikle kısırların üreme fizyolojisine değinilmiş ve daha sonra foliküler dinamik hakkında bilgi verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Foliküler dalga, foliküler gelişim, FSH, IGF-I, kısırak

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: idogan@uludag.edu.tr

**How to cite this article:** Özmen, B & Doğan, İ (2023). Kısırlarda foliküler dinamik. *Antakya Vet. Bil. Derg.*, 2(2), 68-75.





## Giriş

**K**ısrakların üreme fizyolojisi hakkındaki bilgiler oldukça sınırlı ve karmaşıktır. Günümüze kadar bu konuda birçok araştırma yapılmış olmasına rağmen, konu hala gizemini korumaktadır (Gomez-León ve ark., 2020; Pastorello ve ark., 2022). Ülkemizde resmi aşım tarihleri 15 Şubat-30 Haziran tarihleri arasındadır ve tayların üreme sezonunun (Ocak-Haziran) hemen başında doğması oldukça önemlidir. Aynı yıl içinde doğan tüm tayların doğum tarihleri 1 Ocak olarak kabul edilir ve ay hesabı yapılmaz. Bu yüzden, aynı yıl içinde doğan taylar, doğum tarihleri farklı olsa bile birlikte yarışmak zorundadır. Erken doğan tayların yarışlarda avantajlı olacağını düşünülmesi, kısrakların üreme sezonunun başında gebe bırakılmasını zorunlu kılar. Ovaryumlarda folikül dinamiğinin anlaşılması, kısraklarda üremenin kontrolünde yeni gelişmelere imkân sağlamıştır (Spencer ve ark., 2022; Cabeza ve Gambini, 2023).

Kısrakların büyük çoğunluğu mevsime bağlı poliöstrik hayvanlardır ve günlerin uzamaya başlamasıyla üreme mevsimine girerler. Kısrakların üreme aktiviteleri üreme/aşım sezonu, anöstrus ve geçiş periyodu olmak üzere üç farklı evreye ayrılır (Spencer ve ark., 2022). Kısraklarda iki östrus arasında geçen süre östrus siklusu ve östrusları takip eden iki ovulasyon arasındaki süre interovulatör aralık olarak tanımlanır ve ortalama 21 (17-24) gündür. Gebe kalmayan kısraklar üreme sezonu boyunca her 21 günde bir bu döngüyü tekrarlar (Gastal ve ark., 2021; Satué ve ark., 2023). Kısraklarda östrus siklusu, 5-7 gün östrus ve 14-15 gün süren diöstrus olmak üzere iki faza ayrılır. Ovulasyon, östrus fazında oluşur ve bu dönemde plazma progesteron (P4) konsantrasyonu 1 ng/mL'nin altındadır. Östrus süresi, üreme mevsimi ilerledikçe kısalır ve özellikle yaz aylarında en kısa östrus süreleri gözlenir. Bunun nedeni fotoperiyodun artması sonucunda folikülogenezisin hızlanması olarak gösterilmiştir (Daels ve Hughes, 1993; Yoon, 2012).

Kısraklarda üreme aktivitesi, ilkbahar ve yaz aylarında belirgin bir ovulasyon insidansı ve artan fotoperiyod ile ilişkili mevsimsel bir model gösterir. Fotoperiyod kısraklarda üreme aktivitesini regüle eder ve bu etki karanlık saatlerde epifiz bezinde salgılanan melatonin hormonuyla gerçekleşir. Bütün bu süreçte, gebelik şekillenirse doğumlar, tayların hayatta kalma şansının en fazla olduğu ilkbaharda gerçekleşir (Cortes-Vidauri ve ark., 2018; Coelho ve ark., 2023).

### Foliküler Dinamik

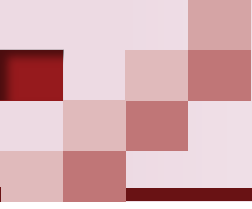
#### *Ovaryumda Antral Foliküllerinin Büyümesi*

Diğer ırklara göre kısraklarda foliküllerin gelişim mekanizması

daha spesifiktir. Bir kısrağın her bir ovaryumunda yaklaşık 82.200 preantral folikül vardır (Alves ve ark., 2019; Gastal ve ark., 2020; Goncalves ve ark., 2020; Hyde ve ark., 2022). Foliküler dinamik, yaklaşık olarak 0,2-0,4 mm çapındaki antral foliküllerin sürekli olarak büyümesi ve regresyon süreci olarak tanımlanır (Tabatabaei ve ark., 2014; Houssou ve ark., 2021), ancak 1 mm'den küçük foliküllerde atrezi (regresyon) nadirdir. Foliküllerin büyüme aşaması, olgunlaşma ve oositin fertilize olması için, folikül hücrelerin çoğalması (proliferasyonu) ve farklılaşması ile ifade edilir (Cortes-Vidauri ve ark., 2018; Ball ve ark., 2019). Kısraklarda, antral foliküllerin büyümesi, dalgalar halinde şekillenir. Monovulatör türlerde, belirli bir dalgada, foliküllerden biri dominant veya ovulatör folikül olarak gelişir, bu fenomene folikül seçimi denir. Folikül dalgaları periyodiktir ve östrus siklusunun fazı, mevsim, gebelik, yaş, beslenme ve bireysel farklılıklar gibi birçok faktörden etkilenir (Raz ve Aharonson-Raz, 2012; Gastal ve ark., 2021; Ginther, 2023b).

Kısraklarda foliküler dalganın ortaya çıkışı, gelecekteki dominant folikülün artan FSH konsantrasyonlarının etkisiyle 6 mm'ye ulaştığı gün olarak tanımlanır (Pastorello ve ark., 2022; Ginther, 2023a). Foliküler dalga, ortaya çıkan ve başlangıçta senkronize olarak büyüyen birkaç folikülü temsil eder. Kısrakta bir interovulatör aralıkta çeşitli sayı ve tiplerde foliküler dalgalar gelişir ve bu dalgalar, majör ve minör dalgalar olmak üzere ikiye ayrılır (Raz ve Aharonson-Raz, 2012; Segabinazzi ve ark., 2022; Stachurska ve ark., 2023). Majör folikül dalgaları, üreme sezonunda ve geçiş periyodlarında gözlenir ve bu dönemde gelişen foliküllerden en az bir tanesi dominant folikül çapına ( $\geq 28$  mm) ulaşır. Minör folikül dalgaları, yalnız derin anöstrus ve puberta öncesi dönemde oluşur ve gelişen en büyük folikülün çapı 21 mm'den küçüktür ve dalgadaki hiçbir folikül dominant aşamasına kadar gelişemez. Diöstrusun ortası ya da interovulatör aralığın ilk bölümünde ortaya çıkan folikül dalgası, ovulasyondan hemen sonra başlayıp siklusun 8-10. günlerinde gerçekleşir (Cortes-Vidauri ve ark., 2018; Ginther, 2019).

Quarter ve Poni gibi at ırklarında, genellikle bir major folikül dalgası gelişir ve dominant folikül ovule olur. Spor ve yarış atları gibi diğer safkan ırklarda ikinci majör dalga gelişir ve dominant folikül ovule (diöstrus ovulasyonu) ya da genellikle anovule olabilir. Anovulatör bir dalgada gelişen dominant folikülün ovule olması kısraklara özgü bir paradokstur ve bu ovulasyonlara diöstrus ovulasyonu adı verilir ve yüksek progesteron konsantrasyonlarında gerçekleşir. Diöstrus ovulasyonları, diğer monovulatör türlere (sığır, kadın) kıyasla



yalnızca atlarda görülen bir fenomendir ve ayrıca at türleri arasında büyük farklılıklar içerir. Kısırak östrus belirtileri göstermeden folikül ovule olabilir ya da nadiren olmayabilir. Diğer taraftan, diöstrus ovulasyonlarından elde edilen oositler fertilize olabilir. Kısıraklarda yapılan araştırmalar, siklusunun herhangi bir evresinde ovaryumlarda büyük bir folikülün (~30 mm) bulunabileceğini göstermiştir; bu yüzden tek başına folikül boyutu östrus veya diöstrusun tam bir göstergesi değildir (Raz ve Aharonson-Raz, 2012; Houssou ve ark., 2021; Maia ve ark., 2022).

Foliküler dinamiğin doğal bir süreci olan ovulatör dalgalar, kendi içlerinde ortak büyüme, seleksiyon-deviasyon, dominantlık, ovulasyon veya atrezi olarak dört ayrı evreye ayrılır (Cortes-Vidauri ve ark., 2018).

#### **Ortak Büyüme Evresi**

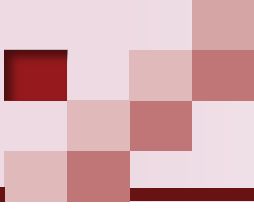
Kısıraklarda bir FSH artışının stimülasyonu ile majör ve minör folikül dalgaları gelişir. Ortak büyüme evresi, ultrasonografi ile görüntülenebilen, genellikle 6 mm çapındaki foliküllerin büyümeye ve gelişmeye devam ettiği süreçtir (Ginther, 1993; Cortes-Vidauri ve ark., 2018). Her dalgada ortalama 7-11 adet folikül bir ya da birkaç gün içinde 5-6 mm çapında ortaya çıkar ve yaklaşık 6 gün süren ortak büyüme evresine girer (Gastal ve ark., 1997). Ortak büyüme evresi, dalganın ortaya çıkışından deviasyonun başlangıcına kadar sürer ve deviasyon evresinin başlangıcı ortak büyüme evresinin sonlandığı anlamına gelir. Kısıraklarda ovulatör dalgalar, dalgayı uyarıcı FSH pikinden yaklaşık 3 gün önce ultrasonografiyle görüntülenebilir. Ortak büyüme evresinde, dalga içindeki tüm foliküller genellikle benzer oranda ve birbirlerinden bağımsız olarak büyür ve günlük olarak çapları 2,8 mm artar ve aynı kohorttaki tüm veya birçok folikül gelecekte dominant folikül olma potansiyeline sahip (Gastal ve ark., 2004). Gelecekte dominant olacak folikül, dalganın diğer foliküllerinden bir gün önce ortaya çıkar ve ortak büyüme evresinin sonunda bu foliküle bir boyut avantajı sağlar. Dalgada geç ortaya çıkan foliküller daha küçük maksimal çapa ulaşır, ortak büyüme evresinde daha yavaş büyür ve bu foliküller, ortak büyüme evresinin sonlanmasından önce çapları bir plato oluşturur ya da maksimum olabilir. Bu süreç, sadece bir folikülün büyümeye devam ettiği ve diğer foliküllerin atrezi olduğu deviasyon evresine kadar sürer. Tüm foliküller büyümelerini sürdürüp diğer evreye geçme yeteneğine sahip olsa da finalde sadece bir veya iki folikül (nadiren üç) dominant folikül aşamasına ulaşabilir. Dalgadaki diğer foliküller seleksiyondan yaklaşık 48 saat sonra bu kapasitelerini kaybederler ve atrezi olurlar

(Ginther ve ark., 2004c; Gastal ve ark., 2004). Folikül dalgalarının %60'ında dalga içindeki en büyük folikül büyümesini sürdürür. Diğer folikül dalgalarında, ortak büyüme evresinde en büyük folikülün boyutu küçülür ya da tamamen durur ve yerini ikinci en büyük folikül alır (Ginther ve ark., 2004b). Ayrıca bu aşama sonunda hangi folikülün dominant olacağı hızla belirlense de ikinci en büyük folikül (subordinat folikül) seleksiyon başladıktan sonra bir veya birkaç gün canlılığını ve çapını korumaya devam eder. Deneysel olarak endojen FSH'yi arttırmak veya bir dalganın ortaya çıktığı anda uygulamak, atlarda birkaç folikülün dominant hale gelmesine neden olur. En büyük folikülün, ortak büyüme evresinin sonunda, kısa bir süre sonra veya deviasyon başlangıcında ablasyonunu, kısıraklarda ikinci en büyük folikülün dominant olduğunu göstermiştir (Ginther ve ark., 2004b; Raz ve Aharonson-Raz, 2012).

#### **Foliküler deviasyon (Dominant Folikülün Seleksiyonu)**

Tek ovulasyon insidansı, sığır ve atlarda diğer çiftlik türlerine göre daha yüksektir ve bu olgu, bu türlerin daha etkin folikül seleksiyon mekanizmasına sahip olduğunu gösterir ve genellikle bir antral folikül (ovulatör dalgada) dominant aşamasına ulaşır ve ovule olur. Ortaya çıkan folikül dalgasında ortak büyüme evresinin sonunda, dominant ile subordinat foliküllerin çaplarında oluşan ayırt edici farklılık, seleksiyon evresinin özünü teşkil eder ve bu aşama folikül deviasyon olarak tanımlanır (Ginther ve ark., 2003; Raz ve Aharonson-Raz, 2012). Deviasyon, genellikle 6 mm'lik bir folikülün ortaya çıkmasından yaklaşık 6 gün sonra gerçekleşir ve deviasyonun başında en büyük iki folikülün çapları sırasıyla 19 ile 22,5 mm'dir. Ortaya çıkan dalga içinde en büyük folikül belirgin boyuta ulaştığında, hızla gelişen deviasyon mekanizması ikinci en büyük folikülün benzer çapa ulaşmasını ve gelişmesini bloke eder. Kısıraklarda deviasyon başlangıcında en büyük iki folikül arasındaki yaklaşık 3 mm'lik çap farkı, foliküllerin kaderinin ortalama bir günden daha az zaman içinde belirlendiğini gösterir. Dalganın en büyük folikülü ile diğer foliküller arasındaki süreç hızlı bir şekilde belirlenmesine rağmen, subordinat foliküller deviasyonun başlamasından sonra bir veya birkaç gün daha canlılığını korur ve bu foliküller, dominant folikül gelişimini sürdürmezse ya da ablase edilirse dominant foliküle dönüşebilir (Yoon, 2012; Ginther, 2018).

Kısıraklarda üreme sezonunda FSH, 10-12 gün aralıklarla iki defa pik yapar. Diöstrusun ortasındaki FSH dalgası ile foliküler gelişim başlar ve en büyük folikül gelişerek östrus sonundaki FSH dalgası ve LH salınımı ile final maturasyonunu



gerçekleştirerek ovule olur. Östrus sonundaki dalgada ise gelişen foliküller ortamda LH yokluğundan dolayı atreziye olurlar (Ginther, 1990). Preovulatör folikülün belirlendiği deviasyon sürecinde, seçilen dominant folikül gelişimini ve büyümesini sürdürürken diğer subordinat foliküller regrese olur (Ginther ve ark., 2004a). FSH, gelişmeye devam eden folikülde granüloza hücrelerinin büyümesini ve östradiol (E2) sentezini artırır ve E2 ile birlikte LH reseptörlerini uyarır ve granüloza hücrelerini LH'ya duyarlı hale getirir (Cortes-Vidauri ve ark., 2018; Satué ve ark., 2023). FSH azalmasına rağmen, bu folikül E2 sentezini artırabilir ve dominant foliküle dönüşebilir. Diğer taraftan, subordinat foliküllerde durum böyle değildir. Subordinat foliküller azalan LH reseptörleri nedeniyle düşük LH konsantrasyonlarından yararlanamazlar ve bu yüzden atrezi olurlar. FSH, seleksiyon aşamasına kadar folikül havuzundaki tüm foliküllerin büyümesini destekler, ancak seleksiyon aşamasında FSH'nin plazma konsantrasyonundaki düşme, subordinat foliküllerde morfolojik ve fonksiyonel hasara neden olur. Sonuç olarak, kısırlıklarda deviasyon süreci, folikül seleksiyon mekanizmasının tamamını temsil eder (Donadeu ve Ginther, 2001; Ginther, 2017).

#### *Foliküler Seleksiyona İntrafoliküler Bakış*

Son yıllarda, intrafoliküler içerik ile ilgili deneysel yaklaşımlar, mono-ovulatör türlerde foliküllerin seleksiyonunda intrafoliküler mekanizmanın anlaşılmasında önemli bilgiler sağlamıştır (Raz ve Aharonson-Raz, 2012). Seleksiyon evresinde dominant folikülün intrafolikül sıvısında IGF-I, vasküler endotelial büyüme faktörü (VEGF), E2 ve inhibin-A düzeyleri artar. Foliküllerin FSH'ye duyarlılığını artıran E2, inhibin-A ve aktinin-A seleksiyona katkıda bulunur. Seleksiyon evresinde, dominant folikül gelişirken, dolaşımdaki FSH konsantrasyonu, IGF-I ve LH'nın uyardığı E2 ve yalnız LH'nın stimüle ettiği inhibin ile baskılanır. Ancak, gelecekteki dominant folikülün FSH'ye duyarlılığı, intrafoliküler sıvıda artan IGF-I ile artar. Böylece, gelecekteki dominant folikül, subordinat foliküllerden daha düşük FSH konsantrasyonlarına yanıt vererek gelişmeye devam eder ve bu yanıt, seleksiyon mekanizmasının özünü oluşturur (Ginther, 2023b).

#### *Büyüme faktörleri*

Folikül seleksiyonunda büyüme faktörleri (IGF-I ve VEGF) gereklidir ve kısırlıklarda serbest IGF-I, seleksiyonu başlatmak için anahtar faktördür. İnsülin benzeri büyüme faktörü (IGF) sistemi; IGF-I ve -II'yi, IGF bağlayıcı proteinleri (IGFBP) ve bunların proteazlarını içerir. IGF-I, granüloza hücrelerinde proliferasyonu uyarır ve folikül hücrelerinin farklılaşmasını

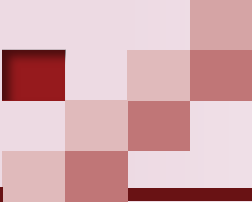
desteklemek için gonadotropinlerle sinerjik etki oluşturur (Spicer ve Echterkamp, 1995; Raz ve Aharonson-Raz, 2012; Cortes-Vidauri ve ark., 2018). Seleksiyondan önce, dominant folikülde serbest IGF-I düzeyi diğer foliküllerden farklı miktarda artar ve IGF-I, düşük gonadotropin seviyelerine sahip kısırlıklarda bile dominant folikül gelişimini uyarabilir (Checura ve ark., 2010; Vidauri ve ark., 2018). Östradiol, IGF-I sentezini ve granüloza hücrelerinde gonadotropin reseptörlerini artırır. İnsülin benzeri büyüme faktörü-I, granüloza hücrelerinin gonadotropinlere duyarlılığını yükseltir (Ginther ve ark., 2004a; Cortes-Vidauri ve ark., 2018).

Büyüme faktörlerini bağlayıcı proteinler, IGF'leri seçici olarak bağlar ve onları reseptörleri için kullanılamaz hale getirerek IGF'in biyolojik görevlerini düzenler. Büyüme faktörlerini bağlayıcı proteinler (IGFBP), gonadotropin kaynaklı folikül büyümesini, farklılaşmasını ve hedef hücreler düzeyinde IGF'lerin eylemlerini inhibe eder. Bu nedenle, IGFBP'lerin intrafolikül içeriğinde oluşan değişiklikler, IGF'nin biyolojik etkilerinde değişikliklere ve folikül hücrelerinde gonadotropinlerin etkilerini yukarı veya aşağı regülasyonuna yol açar. Büyüme faktörlerini bağlayıcı proteinlerin proteazları, bağlayıcı proteinleri indirger ve böylece foliküllerde IGF-I'nin biyo-etkisini artırır (Mazerbourg ve ark., 2000; Beg ve Ginther, 2006; Raz ve Aharonson-Raz, 2012).

Vasküler endotel büyüme faktörü (VEGF), endotel hücrelerde mitozu uyarır, vasküler geçirgenliği ve anjiyogenezi artırır (Martinez-Chequer ve ark., 2003). Kısırlıklarda, gelecekteki dominant folikülde daha önce vaskülarite artışı oluşur. Vaskülaritedeki artış, folikülün sürekli gelişimi için gerekli olan büyüme faktörleri, gonadotropinler, steroidler ve diğer besinleri almasında avantaj sağlar. Yeterli bilgi olmasada, seleksiyonun başlangıcında gelecekteki dominant foliküldeki vaskülarite artışından VEGF'nin sorumlu olduğu düşünülmüştür (Raz ve Aharonson-Raz, 2012; Ginther, 2017; Abdelnaby ve ark., 2018).

#### **Ovulasyon**

Kısırlıklarda gelişen folikülde, ya doğal olarak östrusun ortasına kadar ya da eksojen insan koryonik gonadotropin (hCG) stimülasyonunu takiben, foliküler hücrelerde belirgin hücresel ve vasküler değişikliklerle karakterize olan preovulatör luteinizasyon gerçekleşir. Ayrıca eksojen hCG stimülasyonundan sonra granüloza hücrelerinin kalınlığı artarken, teka interna hücreleri ise incelik. Folikülün membranında ödem ve hiperemi gibi vasküler değişiklikler şekillenir. Ovulasyon yaklaştıkça, folikül hücrelerinde luteal



hücrelere dönüşümü yansıtan foliküler sıvıda progesteron konsantrasyonunda belirgin bir artış vardır (Teixeira ve ark., 2020; Ishak ve ark., 2020; Çevik ve ark., 2022) ve aynı zamanda östradiolün sistemik konsantrasyonunda ve endometriyum dokusunda ekogenik azalma ile ilişkili olarak preovulatör folikülün büyüme oranı düşer ve böylece preovulatör folikülün membranında ultrasonografik değişiklikler görünür hale gelir (Tazawa ve ark., 2017; Wischral ve ark., 2022; Duval ve ark., 2022). Östradiolün kandaki konsantrasyonu belli bir düzeye yükseldiğinde GnRH dalgaları artmaya başlar ve LH, FSH'dan daha fazla salgılanır ve plazma FSH düzeyi bazal seviyeye iner. Diğer türlere göre kısıraklarda belirgin bir preovulatör LH piki yoktur ancak, östrusta LH'nin yüksek konsantrasyonu birkaç gün daha sürer ve preovulatör folikülün final maturasyonundan sorumludur (Aurich, 2011). Östrus bitmeden yaklaşık 24-48 saat önce oluşan LH piki, ortalama 45-50 mm çapında olan preovulatör folikülün ovulasyonunu indükler ve 4 gün sonra bazal düzeye iner (Irvine ve Alexander, 1997).

Günlük östrus kontrolleri ile kısıraklarda ovulasyon zamanı tahmin edilerek doğru zamanda tohumlama yapılabilir. Tohumlama zamanı, ovum (yaklaşık 6-12 saat) ve spermatozoanın (yaklaşık 48 saat) sınırlı yaşam süreleri nedeniyle hem fertilizasyon hem de gebelik oranı için kritik öneme sahiptir. Diğer çiftlik hayvanlarında ovulasyon sonucu sekonder oosit atılırken, kısıraklarda primer oosit atılır ve oosit olgunlaşması fertilizasyona kadar devam eder. Dişi genital kanalda gamet hücrelerinin sınırlı yaşam süreleri, kısırakların ovulasyondan hemen önce tohumlanmasını gerektirir (Yoon, 2012; Rocha ve ark., 2020). Kısıraklarda ovulasyon zamanı ultrasonografik muayene ile dominant folikülün izlenmesi, spekülüm ile servikste renk değişiminin gözlenmesi ve aygır muayenesi ile belirlenebilir. Preovulatör folikülün çapı ovulasyondan dört gün önce 35 mm'ye, iki gün önce ise 40 (50-55) mm'ye ulaşır (Irvine ve Alexander, 1997, Ginther ve ark., 2008). Genellikle preovulatör folikülün çapı 35 mm'ye ulaştığında yaklaşık 36-48 saat içinde ovulasyonun gerçekleşeceği söylenebilir (Patricia, 2018; Rocha ve ark., 2020), ancak bu süre kısıraklar arasında oldukça değişkendir (Yoon, 2012).

#### **Foliküler Dinamiği Etkileyen Faktörler**

Östrus döngüsü ve gebelik sırasında endokrinolojik etkileşimler ve metabolik modifikasyonlar bilgisi, üreme aktivitesinin fizyolojik seyrini değerlendirmek ve kısıraklarda doğurganlığı sağlamak için özel bir öneme sahiptir. Kısırakların

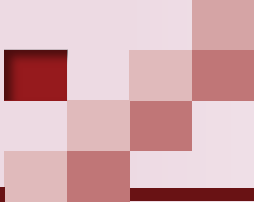
üreme aktivitesi, dış ve iç faktörlerden etkilenir. Dış faktörlere, fotoperiyot, çevre ısı, beslenme ve vücut kondisyonu; iç faktörlere ise nörotransmitterler, opioidler, kateşöleminler, serotonin ve tiroit hormonları örnek olarak verilebilir (Nagy ve ark., 2000; Canisso ve ark., 2014; Satué ve ark., 2021).

Kortizol seviyelerini yükselten ve LH'nin pik konsantrasyonlarını düşüren egzersiz, dolaşımda ve ovaryumlarda hormon konsantrasyonlarını ve dolayısıyla folikül dinamiğini etkileyen diğer bir faktördür. Egzersiz, kısıraklarda çift ovulasyona predispoze durum yaratır ve kortizol konsantrasyonlarını yükseltir. Kısıraklarda egzersiz, 20 mm'den küçük folikül popülasyonunu azaltırken, 20 mm'den büyük folikül popülasyonunu artırır. Egzersiz, kısıraklarda seleksiyon evresinde birinci ve ikinci en büyük foliküllerin çaplarının daha büyük olmasına neden olurken, seleksiyon evresinden sonra daha fazla dominant folikül (>28 mm) oluşumuna yol açar. Kısıraklarda günlük ~30-60 dakikalık egzersiz programı, LH konsantrasyonlarını düşürerek interovulatör süreyi uzatır; bu durum, folikül dinamiğinin değişmesine yol açan strese neden olur (Kelley ve ark., 2011).

Kısıraklarda gebelik süresi 11 aydır ve postpartum ilk östrus doğumdan yaklaşık 5-6 gün sonra meydana gelir. Diğer çiftlik hayvanları ile karşılaştırıldığında kısıraklarda postpartum süresi çok kısadır ve tay kızgınlığı doğumdan 5-12 gün sonra gözlenir (Ginther, 1992; Gastal ve ark., 2021). Bu süreçte uterus involüsyonunu henüz tam olarak tamamlamadığı için gebelik ve fertilitate oranları düşüktür. Tay kızgınlığında gebelik başarısı, ovulasyon, fertilizasyon ve hızlı uterus involüsyonuna bağlıdır (Ferreira ve ark., 2021). Doğumdan hemen sonra ilk ovulasyonun çok kısa bir zaman dilimi içinde gerçekleşmesi, doğumun ovulasyon üzerine uyarıcı bir etkisinin varlığını destekler. Kısıraklarda, doğumun folikülogenezis üzerine de uyarıcı bir etkisi vardır. Ayrıca laktasyonda olmayan kısıraklarla karşılaştırıldığında, laktasyondaki kısıraklarda hem daha fazla folikül sayısı ve daha büyük folikül çapı, hem de daha erken folikül seleksiyonunun olduğu gözlenmiştir. Vücut kondisyon skoru, ovaryumlarda folikül gelişimini etkileyen diğer bir faktördür ve vücut kondisyon skoru düşük olan kısıraklara oranla yüksek olan kısıraklarda ovulatör folikül çapı daha büyüktür (Gastal ve ark., 1997; Godoi ve ark., 2002).

#### **Sonuç**

At yetiştiriciliğinde en önemli verim, döl verimidir ve optimal fertilitate oranlarına ulaşmak öncelikli hedeftir. Bu hedefe ulaşmak için, kısırakların hem üreme fizyolojisinin anlaşılması hem de kontrol edilebilmesi gereklidir. Ultrasonografik



yöntemle ovaryumlarda folikül gelişiminin günlük olarak görüntülenmesi, kısıraklarda üremenin kontrol edilmesine yeni bakış getirmiştir. Ayrıca kısırakların üreme fizyolojisi hakkındaki bilgiler ışığında, at yetiştiricileri kısıraklarının üremesini ve yetiştiriciliğini daha iyi kontrol ederek fertilité oranlarını optimize edebilir. Foliküler dinamik, antral foliküllerin sürekli olarak büyümesi ve regresyon sürecidir. Foliküllerin gelişimi dalgalar halinde meydana gelir ve bu dalgaların oluşumu gonadotropinler ve büyüme faktörleri tarafından kontrol edilir. Ponilerde östrus siklusunda bir folikül dalgası oluşurken, safkan ve spor atlarında iki folikül dalgası oluşur. Kısıraklarda folikül dalgaları dominant ve subordinat foliküllerin geliştiği majör (ovulatör, anovulatör) ve minör dalga olmak üzere ikiye ayrılır. Sadece majör dalgalarda en büyük folikül, preovulatör çapa ulaşabilir ve ovulatör dalgalar, kendi içinde ortak büyüme, seleksiyon-deviasyon, dominantlık, ovulasyon ya da atrezi olarak dört ayrı evreye ayrılır. Östrusun sonlanmasından yaklaşık 24-48 saat önce ortalama 45-50 mm çapındaki preovulatör folikülde ovulasyon şekillenir. Yetiştirici, kısırağın östrus siklusunu günlük olarak izleyerek, ovulasyon zamanını tahmin edebilir ve doğru zamanda tohumlayabilir.

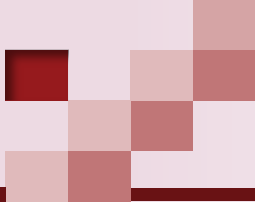
**Etik Beyanı:** Bu çalışmanın yapılmasında yerel etik kurul izin belgesi gerekmemiştir.

**Yazar Katkıları:** Tüm yazarlar derleme çalışmasının yazılması ve düzenlenmesinde eşit oranda katkıda bulunmuşlardır.

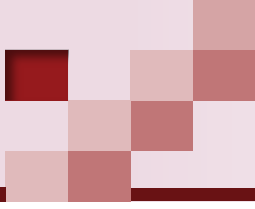
**Çıkar Çatışması:** Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Kaynaklar

1. Abdelnaby, E. A., Abo El-Maaty, A. M., Ragab, R. S. A., & Seida, A. A. (2018). Dynamics of uterine and ovarian arteries flow velocity waveforms and their relation to follicular and luteal growth and blood flow vascularization during the estrous cycle in Friesian cows. *Theriogenology*, 121, 112-121. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.08.003>
2. Alves, B. G., Alves, K. A., Gastal, G. D. A., Gastal, M. O., Figueiredo, J. R., & Gastal, E. L. (2019). Equine preantral follicle population and density. San Jose, CA, USA: 52nd Annual Meeting of the Society for the Study of Reproduction (SSR) (abstract) P26.
3. Aurich, C. (2011). Reproductive cycles of horses. *Animal Reproduction Science*, 124(3-4), 220-228. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.005>
4. Ball, B. A., El-Sheikh Ali, H., Scoggin, K. E., Riddle, W. T., Schnobrich, M., Bradekamp, E., Agnew, M., Squires, E. L., & Troedsson, M. H. T. (2019). Relationship between anti-Müllerian hormone and fertility in the mare. *Theriogenology*, 125, 335-341. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.11.005>
5. Beg, M. A., & Ginther, O. J. (2006). Follicle selection in cattle and horses: role of intrafollicular factors. *Reproduction (Cambridge, England)*, 132(3), 365-377. <https://doi.org/10.1530/rep.1.01233>
6. Cabeza, J. P., & Gambini, A. (2023). Advancements and challenges in in vitro reproductive technologies for the conservation of equine species. *Theriogenology Wild*, 2, 100036. <https://doi.org/10.1016/j.therwi.2023.100036>
7. Canisso, I. F., Ball, B. A., Cray, C., Williams, N. M., Scoggin, K. E., Davolli, G. M., Squires, E. L., & Troedsson, M. H. (2014). Serum amyloid A and haptoglobin concentrations are increased in plasma of mares with ascending placentitis in the absence of changes in peripheral leukocyte counts or fibrinogen concentration. *American Journal of Reproductive Immunology*, 72(4), 376-385. <https://doi.org/10.1111/aji.12278>
8. Checura, C. M., Beg, M. A., Parrish, J. J., & Ginther, O. J. (2010). Positive effect of FSH but not LH on early development of the dominant follicle in mares. *Reproduction, Fertility, and Development*, 22(7), 1092-1099. <https://doi.org/10.1071/RD09275>
9. Coelho, L. A., Silva, L. A., Reway, A. P., Buonfiglio, D. D. C., Andrade-Silva, J., Gomes, P. R. L., & Cipolla-Neto, J. (2023). Seasonal Variation of Melatonin Concentration and mRNA Expression of Melatonin-Related Genes in Developing Ovarian Follicles of Mares Kept under Natural Photoperiods in the Southern Hemisphere. *Animals*, 13(6), 1063. <https://doi.org/10.3390/ani1306106>
10. Cortes-Vidauri, Z., Arechiga-Flores, C., Rincon-Delgado, M., Lopez-Carlos, M., & Flores-Flores, G. (2018). Revisión: El Ciclo Reproductivo de la Yegua. *Abanico Veterinario*, 8(3), 14-41. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.1>
11. Çevik, M., Ergin, O., & Esin, B. (2022). Effects of a single dose HCG administration on the induction of ovulation, follicular dynamics, uterine changes and pregnancy outcomes in mares during the breeding season. *Thai Journal of Veterinary Medicine*, 52(2), 259-265.
12. Daels, P. F., & Hughes, J. P. (1993). The Normal Estrous Cycle. In A. O. Mc Kinnon & J. L. Voss (Eds.), *Equine Reproduction* (pp. 121-132). Lae&Febiger.
13. Donadeu, F. X., & Ginther, O. J. (2001). Effect of number and diameter of follicles on plasma concentrations of inhibin and FSH in mares. *Reproduction (Cambridge, England)*, 121(6), 897-903.
14. Duval, L. H., Rechsteiner, S. M. F., Gastal, G. D. A., Gastal, M. O., Mattos, R. C., & Gastal, E. L. (2022). Ovarian and Uterine Dynamics During the Estrous Cycle in Criollo Breed Mares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 118, 104131. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2022.104131>
15. Ferreira, J. R. de M., Villela, S. B., Bianconi, C., Ormieres, M., de Melo, G. D., Pugliesi, G., & Gobesso, A. A. de O. (2021). Uterine Involution of Mares Supplemented with Dietary Algae-Derived Omega-3 Fatty Acids During the Peripartum Period. *Journal of Equine Veterinary Science*, 106, 103733. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2021.103733>
16. Gastal, E. L., Aguiar, F. L. N., Gastal, G. D. A., Alves, K. A., Alves, B. G., & Figueiredo, J. R. (2020). Harvesting, processing, and evaluation of in vitro-manipulated equine preantral follicles: A review. *Theriogenology*, 156, 283-295. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.06.044>
17. Gastal, E. L., Gastal, M. O., Beg, M. A., & Ginther, O. J. (2004). Interrelationships among follicles during the common-growth phase of a follicular wave and capacity of individual follicles for dominance in mares. *Reproduction (Cambridge, England)*, 128(4), 417-422. <https://doi.org/10.1530/rep.1.00259>
18. Gastal, E. L., Gastal, M. O., Bergfelt, D. R., & Ginther, O. J. (1997). Role of diameter differences among follicles in selection of a future dominant



- follicle in mares. *Biology of Reproduction*, 57(6), 1320-1327. <https://doi.org/10.1095/biolreprod57.6.1320>
19. Gastal, E. L., Pastorello, M., Godoi, D. B., & Gastal, M. O. (2021). Reproductive patterns and follicular waves in postpartum lactating versus non-postpartum cycling mares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 107, 103732. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2021.103732>
20. Ginther, O. J. (1990). Folliculogenesis during the transitional period and early ovulatory season in mares. *Journal of Reproduction and Fertility*, 90(1), 311-320. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0900311>
21. Ginther, O. J. (1993). Major and Minor Follicular waves During the Equine Estrous Cycle. *Journal of Equine Veterinary Science*, 13(1), 18-25. [https://doi.org/10.1016/S0737-0806\(07\)80012-8](https://doi.org/10.1016/S0737-0806(07)80012-8)
22. Ginther, O. J., Gastal, E. L., Gastal, M. O., & Beg, M. A. (2008). Dynamics of the Equine Preovulatory Follicle and Perioovulatory Hormones: What's New? *Journal of Equine Veterinary Science*, 28(8), 454-460. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2008.07.008>
23. Ginther, O. J. (2017). Systemic and intrafollicular components of follicle selection in mares. *Domestic Animal Endocrinology*, 59, 116-133. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2016.12.005>
24. Ginther, O. J. (2018). Spontaneous switching of future dominance to a smaller follicle: commonality among monovular species†. *Biology of Reproduction*, 99(6), 1129-1136. <https://doi.org/10.1093/biolre/iqy151>
25. Ginther, O. J. (2019). Intraovarian spatial and vascular harmony between follicles and corpus luteum in monovulatory heifers, mares, and women. *Theriogenology*, 128, 31-39. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.01.019>
26. Ginther, O. J. (2023a). Contributions to Mare Reproduction Research by the Ginther Team. *Journal of Equine Veterinary Science*, 126, 104295. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2023.104295>
27. Ginther, O. J. (2023b). Follicle Selection in Mares as a Model for Illustrating the Many Hormonal and Biochemical Interactions That Drive a Single Physiological Mechanism. *Journal of Equine Veterinary Science*, 121, 104196. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2022.104196>
28. Ginther, O. J., Beg, M. A., Donadeu, F. X., & Bergfelt, D. R. (2003). Mechanism of follicle deviation in monovular farm species. *Animal Reproduction Science*, 78(3-4), 239-257. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(03\)00093-9](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(03)00093-9)
29. Ginther, O. J., Gastal, E. L., Gastal, M. O., & Beg, M. A. (2004a). Critical role of insulin-like growth factor system in follicle selection and dominance in mares. *Biology of Reproduction*, 70(5), 1374-1379. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.103.026195>
30. Ginther, O. J., Gastal, E. L., Gastal, M. O., Bergfelt, D. R., Baerwald, A. R., & Pierson, R. A. (2004b). Comparative study of the dynamics of follicular waves in mares and women. *Biology of Reproduction*, 71(4), 1195-1201. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.104.031054>
31. Ginther, O. J., Gastal, E. L., Gastal, M. O., Checura, C. M., & Beg, M. A. (2004c). Dose-response study of intrafollicular injection of insulin-like growth factor-I on follicular fluid factors and follicle dominance in mares. *Biology of Reproduction*, 70(4), 1063-1069. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.103.024844>
32. Ginther OJ. (1992). *Reproductive Biology of the Mare: Basic and Applied Aspects (2nd bs)*, (pp.105-121). Cross Plains WI: Equineservices.
33. Godoi, D. B., Gastal, E. L., & Gastal, M. O. (2002). A comparative study of follicular dynamics between lactating and non-lactating mares: effect of the body condition. *Theriogenology*, 58(2-4), 553-556. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)00851-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)00851-8)
34. Gomez-León, V. E., Ginther, O. J., Domingues, R. R., Guimarães, J. D., & Wiltbank, M. C. (2020). Necessity for LH in selection and continued growth of the bovine dominant follicle. *Reproduction (Cambridge, England)*, 159(5), 559-569. <https://doi.org/10.1530/REP-19-0342>
35. Goncalves, G. R., Morotti, F., Colombo, A. H. B., Bonato, D. V., Bizarro-Silva, C., Rosa, C. O., Cavalieri, F. L. B., & Seneda, M. M. (2020). Influence of age and ovarian antral follicle count on the reproductive characteristics of embryo donor mares. *Veterinary Record*, 186(17), 564. <https://doi.org/10.1136/vr.105526>
36. Houssou, H., Bouzebda-Afri, F., Bouzebda, Z., & Haddouche, Z. (2021). Hormonal Levels and Follicular Dynamics in Relation to the Oestrous Cycle in Barb and Arabian Mares, Algeria. *Folia Veterinaria*, 65(2), 1-8. <https://doi.org/10.2478/fv-2021-0011>
37. Hyde, K. A., Aguiar, F. L. N., Alves, B. G., Alves, K. A., Gastal, G. D. A., Gastal, M. O., & Gastal, E. L. (2022). Preantral follicle population and distribution in the horse ovary. *Reproduction and Fertility*, 3(2), 90-102. <https://doi.org/10.1530/RAF-21-0100>
38. Irvine, C. H., & Alexander, S. L. (1997). Patterns of secretion of GnRH, LH and FSH during the postovulatory period in mares: mechanisms prolonging the LH surge. *Journal of Reproduction and Fertility*, 109(2), 263-271. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.1090263>
39. Ishak, G. M., Dutra, G. A., Gastal, G. D. A., Elcombe, M. E., Gastal, M. O., Park, S. B., Feugang, J. M., & Gastal, E. L. (2020). Deficiency in proliferative, angiogenic, and LH receptors in the follicle wall: implications of season toward the anovulatory condition. *Domestic Animal Endocrinology*, 70, 106382. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2019.07.010>
40. Kelley, D. E., Gibbons, J. R., Smith, R., Vernon, K. L., Pratt-Phillip, S. E., & Mortensen, C. J. (2011). Exercise affects both ovarian follicular dynamics and hormone concentrations in mares. *Theriogenology*, 76(4), 615-622. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.03.014>
41. Maia, V. N., Batista, A. M., Cunha Neto, S., Silva, D. M. F., & Wischral, A. (2022). Ultrassonografia Doppler de corpos lúteos em éguas com ovulação induzida. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, 16(1), 75-80. <https://doi.org/10.26605/medvet-v16n1-3577>
42. Martinez-Chequer, J. C., Stouffer, R. L., Hazzard, T. M., Patton, P. E., & Molskness, T. A. (2003). Insulin-like growth factors-1 and -2, but not hypoxia, synergize with gonadotropin hormone to promote vascular endothelial growth factor-A secretion by monkey granulosa cells from preovulatory follicles. *Biology of Reproduction*, 68(4), 1112-1118. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.102.011155>
43. Mazerbourg, S., Zapf, J., Bar, R. S., Brigstock, D. R., & Monget, P. (2000). Insulin-like growth factor (IGF)-binding protein-4 proteolytic degradation in bovine, equine, and porcine preovulatory follicles: regulation by IGFs and heparin-binding domain-containing peptides. *Biology of Reproduction*, 63(2), 390-400. <https://doi.org/10.1095/biolreprod63.2.390>
44. Nagy, P., Guillaume, D., & Daels, P. (2000). Seasonality in mares. *Animal Reproduction Science*, 60-61, 245-262. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(00\)00133-0](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(00)00133-0)
45. Pastorello, M., Gastal, M. O., Godoi, D. B., & Gastal, E. L. (2022). Emergence and selection of the dominant follicle and gonadotropin dynamics in postpartum lactating versus non-postpartum cycling mares. *Reproductive Biology*, 22(2), 100618. <https://doi.org/10.1016/>



- j.repbio.2022.100618
46. Patricia, L. S. (2018). Reproductive Cycle in Horses. In: MSD Manual Veterinary Manual. New Bolton Center, School of Veterinary Medicine, University of Pennsylvania. <https://www.msddvetmanual.com/management-and-nutrition/management-of-reproduction-horses/the-reproductive-cycle-of-horses>.
47. Raz, T., & Aharonson-Raz, K. (2012). Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in the mare. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 67(1), 11-18.
48. Rocha, C. E., de Carvalho, E. da C., de Castro, F. C. G. S., Xavier, I. L. G. de S., Young, R. J., Palhares, M. S., da Silva Filho, J. M., Carvalho, R. R., Vasconcellos, A. da S., & Valle, G. R. (2020). Is mare sexual behavior affected by age and can it predict ovulation? *Applied Animal Behaviour Science*, 224, 104937. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.104937>
49. Satué, K., Calvo, A., Muñoz, A., Fazio, E., & Medica, P. (2021). Interrelationship between reproductive hormones and acute phase proteins during estrous cycle and pregnancy in Spanish purebred broodmares. *Veterinary and Animal Science*, 14, 100212. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100212>
50. Satué, K., Fazio, E., & Medica, P. (2023). Estrogen-iron axis in cyclic mares: Effect of age. *Theriogenology*, 209, 178-183. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.06.027>
51. Segabinazzi, L. G. T. M., Gilbert, R. O., Ambrosia, R. L., Bergfelt, D. R., Samper, J. C., Peterson, E. W., & French, H. M. (2022). Structural and Functional Dynamics of the Ovary and Uterus during the Estrous Cycle in Donkeys in the Eastern Caribbean. *Animals*, 13(1), 74. <https://doi.org/10.3390/ani13010074>
52. Spencer, K. M., Podico, G., Megahed, A. A., Jones, K. L., Bittar, J. H. J., & Canisso, I. F. (2022). Ovulatory response to GnRH agonist during early and late fall in mares. *Theriogenology*, 185, 140-148. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.03.003>
53. Spicer, L. J., & Echternkamp, S. E. (1995). The ovarian insulin and insulin-like growth factor system with an emphasis on domestic animals. *Domestic Animal Endocrinology*, 12(3), 223-245. [https://doi.org/10.1016/0739-7240\(95\)00021-6](https://doi.org/10.1016/0739-7240(95)00021-6)
54. Stachurska, A., Kędzierski, W., Kaczmarek, B., Wiśniewska, A., Żylińska, B., & Janczarek, I. (2023). Variation of Physiological and Behavioural Parameters during the Oestrous Cycle in Mares. *Animals*, 13(2), 211. <https://doi.org/10.3390/ani13020211>
55. Tabatabaei, S., Asghari, M., Moghadam, M., Mamouei, K., & Mirzadeh, A. (2014). Hormonal profile of ovarian follicular fluid and blood plasma during different stages of oestrous cycle in Holstein cattle. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 4(2), 263-268.
56. Tazawa, S. P., Gastal, M. O., Silva, L. A., Evans, M. J., & Gastal, E. L. (2017). Preovulatory Follicle Dynamics, and Ovulatory and Endometrial Responses to Different Doses of hCG and Prediction of Ovulation in Mares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 56, 40-51. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.04.008>
57. Teixeira, A. C. B., Valle, G. R., Riveros, J. A. N., Diniz, J. H. W., Wenceslau, R. R., Monteiro, G. A., Leme, F. de O. P., & Oliveira, L. Z. (2020). Effects of Equine Chorionic Gonadotropin on Ovulatory and Luteal Characteristics of Mares Submitted to an P4-Based Protocol of Ovulation Induction With hCG. *Journal of Equine Veterinary Science*, 94, 103233. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103233>
58. Wischral, A., Pastorello, M., Gastal, M. O., Beg, M. A., & Gastal, E. L. (2022). Hemodynamic, endocrine, and gene expression mechanisms regulating equine ovarian follicular and cellular development. *Molecular Reproduction and Development*, 89(1), 23-38. <https://doi.org/10.1002/mrd.23549>
59. Yoon, M. J. (2012). The Estrous Cycle and Induction of Ovulation in Mares. *Journal of Animal Science and Technology*, 54(3), 165-174. <https://doi.org/10.5187/jast.2012.54.3.165>

Derleme makalesi / Review article

## Lama yetiştiriciliğine ilişkin bilgiler ve öneriler

Yavuzkan Paksoy<sup>1a\*</sup>, Duygu Arslan<sup>2b</sup><sup>1</sup>Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya Ereğli Kemal Akman Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Konya, Türkiye<sup>2</sup>Alfa Vet Veteriner Hekim Muayenehanesi, Hatay, Türkiye

### Information and recommendations on llama breeding

#### MAKALE BİLGİSİ:

#### ARTICLE INFORMATION:

##### Geliş / Received:

17.10.2023

##### Revizyon/Revised:

29.11.2023

##### Kabul / Accepted:

05.12.2023

##### ORCID:

<sup>a</sup> 0000-0002-0935-7693<sup>b</sup> 0009-0000-9803-5452

#### Abstract:

In this review, aims to contribute to veterinarians and breeders by informing and making suggestions about llama breeding. The role played by the llama today is more important than in past periods. Camelids have an important play in the world. Interns of the labor force, ornamental animal, meat, milk and leather production, in addition, their population is increasing day by day. The llama is one of the three species of camelids found today. It has become the most popular breed in the camelid family due to its different usage purposes and high productivity with appropriate care and feeding methods. Regardless of the purpose of breeding, llama welfare and ethical approaches should be taken into consideration in breeding. Important factors such as care, feeding, transportation and euthanasia of llamas should be noted under appropriate conditions during breeding. In our country, the laws regarding llama breeding are being improved day by day. By conducting more comprehensive research on the behavior and welfare of llamas, the environmental conditions of these animals can be enriched.

**Keywords:** Camelids, Llama, Breeding, Care

### Lama yetiştiriciliğine ilişkin bilgiler ve öneriler

#### Özet:

Bu derlemede, lama yetiştiriciliği ile ilgili bilgi ve öneriler ele alınarak veteriner hekimlere ve yetiştiricilere katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Günümüzde lamanın oynadığı rol, geçmiş dönemlere göre daha önemlidir. İş gücü, süt hayvanı, et, süt ve deri üretimi bakımından devegiller dünyada önemli bir yere sahiptir, ek olarak popülasyonları her geçen gün artmaktadır. Lama devegillerin 3 cinsinden birisidir. Farklı kullanım amaçları ve uygun bakım-besleme yöntemleriyle lamadan yüksek verim alınabilmesi sebebiyle devegiller familyası içinde en popüler cins haline gelmiştir. Yetiştirilme amacına bakılmaksızın lama refahı ve etik yaklaşımlar yetiştiricilikte göz önünde bulundurulmalıdır. Lamaların bakımı, beslenmesi, nakliyesi ve ötenazisi gibi önemli faktörlerin yetiştiricilik yapılırken uygun şartlar altında yapılmasına dikkat edilmelidir. Ülkemizde lama yetiştiriciliği ile ilgili yasaal gün geçtikçe daha iyi bir hale getirilmektedir. Lamaların davranışları ve refahları ile ilgili daha kapsamlı araştırmalar yapılarak bu hayvanların çevresel koşullarının zenginleştirilmesi sağlanabilir.

**Anahtar kelimeler:** Devegiller, Lama, Yetiştirme, Bakım

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: yavuzkan7@gmail.com

**How to cite this article:** Paksoy, Y & Arslan, D (2023). Lama yetiştiriciliğine ilişkin bilgiler ve öneriler. *Antakya Vet. Bil. Derg.*, 2(2), 76-84.





## Giriş

İşgücü, süs hayvanı, et, süt ve deri üretimi bakımından devegillerin dünyada önemli bir yere sahip olmasının yanı sıra popülasyonları her geçen gün artmaktadır. Devegillerin günümüzde Camelus, Vicugna ve Lama ismi verilen 3 cinsi vardır. Camelus cinsi Afrika ve Asya'nın kurak ovalarından gelmiştir. Bu yüzden Eski Dünya develeri olarak bilinmektedir. Bu cins 2 evcil tür içerir; Arap devesi (tek hörgüçlü) ve Bactriya devesi (çift hörgüçlü). Ayrıca yabani deve olarak adlandırılan türü de vardır. Vikunyalardan tek türü var o da vikunya'dır. Vikunya vahşi iken lamalar evcil türü oluşturur. (Miranda-de la Lama ve Villarroel, 2023).

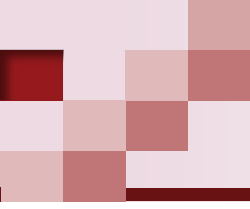
Bu çalışmanın amacı, lama yetiştiriciliği ile ilgili bilgi ve önerilere değinerek veteriner hekimlere ve yetiştiricilere katkıda bulunmaktır.

### Lama'nın Kökeni ve Özellikleri

Âlem:	Animalia (Hayvanlar)
Şube:	Chordata (Kordalılar)
Alt şube:	Vertebrata (Omurgalılar)
İnfa şube:	Gnathostomata (Gerçekçeneliler)
Sınıf:	Mammalia (Memeliler)
Takım:	Artiodactyla (Çift toynaklılar)
Familiya:	Camelidae (Devegiller)
Cins:	<i>Lama</i>
Tür:	<i>L. glama</i>

Devegiller kendi aralarında Eski Dünya develeri (Camelus cinsi) ve Yeni Dünya develeri (Lama ve Vikunya cinsleri) olarak ikiye ayrılır. Eski Dünya develerinin vücut ağırlıkları 700 kg'a kadar ulaşırken, Yeni Dünya develeri en fazla 200 kg ağırlığındadır (MacKay ve ark., 2022). Devegiller ayaklarının tabanı ve yürüyüş şekillerinin farklı olmasından dolayı diğer çift tırnaklılardan ayrılırlar. Devegiller yürürken bir tarafın bacak çiftini aynı anda hareket ettirirler. Örneğin, ön sağ bacak ileri doğru adım atarken aynı anda arka sağ bacakta ileri doğru hareket eder. Sol bacak içinde aynı durum geçerlidir. Devegiller toynaklaşmamış parmakları ile yere bastıkları için topuk tabanlılar alt takımında yer alırlar. Lama devegiller familyasındadır (Gunsser, 2013). Hörgücünün olmaması ile deveden farklıdır. İnce uzun kafatasına sahiplerdir. Ön dişleri uzun ve yassıdır. Üst dişleri genellikle yoktur. Ön dişlerinin üst kısmı kesici alt kısmı yassıdır. Türlerine göre 30 ya da 34 dişleri vardır. Yetiştirme çiftliklerindeki erkeklerde köpek dişleri güvenlik açısından çoğu zaman çıkarılır (Miranda-de la Lama ve Villarroel, 2023). Üst dudakları ikiye bölünmüş şekildedir. Devegillerin mideleri geniş getirenlerinkine benzese de midelerinin 3 odalı olması ile farklılık gösterir. Mideleri

işkembe, omasum ve abomasumdan oluşur. Midelerinin her bölümünde bezeler vardır. Mideleri bitki bazlı diyetleri sindirebilme yeteneğine sahiptir. Besinleri daha iyi sindirebilmek için yeniden ağızlarına getirip çiğner ve yutarlar. Bağırsaklarının çok uzun olması daha fazla suyu tutmalarına yardımcı olan çok önemli bir unsurdur. Sindirimde bağırsakların rolü içinden geçen gıda atıklarından su, vitamin ve elektrolitleri yeniden emmektir. (Kotorri ve ark., 2016; Miranda-de la Lama ve Villarroel, 2023). Genellikle kurak bölgelerde yaşadıkları için böbrekleri az miktarda sıvı ile çalışabilecek şekilde gelişmiştir. Su bulduklarında çok miktarda tüketip depo ederler ve uzun süre susuzluğa dayanabilirler. Bu yüzden dışkıları diğer memeli türlerine göre daha serttir. Sığırlarda kolona giren suyun %10'u dışkılamadan emilir, lamalarda bu rakam %25'tir. Alyuvarlarının şekillerinin elipse benzemesinden dolayı sudan daha fazla yararlanabilirler. Bu durum farklı koşullarda oksijenden optimal düzeyde yararlanmalarını sağlar. Tüm devegillerin 37 çift kromozomları vardır (Miranda-de la Lama ve Villarroel, 2023). Memelilerin vücut ısılarının az miktarda bile oynaması hastalıklara sebep olabilmektedir. Oysaki devegillerin vücut ısıları 8 derece oynasa bile bir problem teşkil etmez. Bu sayede su kaybetmezler ve çok az terlerler. Lamalar kurak, yüksek ve özgür olabildikleri alanları severler. Lamalar sıcak, soğuk, açlık ve susuzluğa uzun süre dayanabilirken rutubetli bölgeleri sevmezler. Lama 1-2 metre boyunda, omuz uzunluğu 1-2 metre yükseklikte, kuyruğu ortalama 15 cm ve 100-200 kg ağırlığındadır. Kuyrukları kısa uzun lifli, yünlü ve yumuşaktır. Lamaların keçiler, koyunlar ve domuzlarda olduğu gibi vahşi atalarının daha büyük cüseye sahip olduğu bilinmektedir (Miranda-de la Lama ve Villarroel, 2023). Dişiler erkekler göre biraz daha küçüktür. Lamanın uzun bir boynu, uzun ince bacakları ve narin bir yapısı vardır. Lamalar uzun ve kaslı boyunları sayesinde yüksek dallardan yiyecek yiyebilir ve sert rüzgârlara karşı başlarını sabit tutabilirler. Lamaların arka bacaklarının dış kısmında ve parmak aralarında özel görevleri olan bezler bulunmaktadır. Bu bezlerin vücut alarm sistemi, sıcaklık düzenleyici mekanizma ve sürü içindeki diğer bireyleri tanıma işlevleri olduğu bildirilmiştir. Çoğunlukla beyaz, bej, siyah, kırmızı ve kahverengi renge sahiplerdir. Lamalar benekli ya da beneksiz olabilirler. Lamalar vücutlarında 3 farklı renkte tüy bulundurabilirler. Lamaların tüylerinin arasındaki katmanlarda farklı desenler bulunabilir. Doğal ortama ayak uydurabilmek için bazen renk değiştirebilirler. Lamaların daha büyük olması ve daha fazla renk çeşidinin bulunması onların alpakalardan ayırt edilmesini sağlar. Lamaların tüyleri Vikunya'ya göre daha kalın ve sağlamdır. Lamanın kürkü



yumuşaktır, sıcak tutar ve en önemlisi lanolin içermez (MacKay ve ark., 2022). Bu sebeplerden dolayı lama kürkü tercih edilir ve gelişmiş ülkelerde ciddi bir pazarı vardır. Lamaların kulakları ince uzun muz şeklindedir. İtme duyuları çok gelişmiştir. Düşük frekanstaki sesleri bile duyabilirler. Lamalar anlatmak istedikleri şeye ya da ruh hallerine göre farklı frekanslarda sesler çıkarırlar. Örneğin erkekler çiftleşmek istedikleri bir dişiye yaklaşırken öksürme sesleri ya da flört edecekleri bir dişiyle beraberken gıdıklama sesleri çıkarırlar. Lamaların iri, çıkıntılı ve canlı gözleri vardır (MacKay ve ark., 2022). Gözlerinin konumundan dolayı geniş bir alanı panoramik açıyla görebilir ve bu sayede avcılardan kaçabilirler. Kirpikleri dikkat çekecek derecede uzundur. Lamalar küçük bir dile sahiptir ve dillerini nadir olarak dışarıya çıkarırlar. Genellikle yalama davranışları yoktur (örnek: tuz yalama). Güçlü bir tat alma duyularına sahiptirler. İlginç bir şekilde keçiler gibi tuzlu suyu içme toleransları yüksektir. Otomatik suluğa kısa sürede alışır ve su akarken musluğu emmeyi severler. Açık göletlerden su içmeyi sevmelerine karşın kirli su tüketmeyi zorda kalmadıkları sürece reddederler (Bromage, 2013; Gunsser, 2013). Yaşam süreleri 15-25 yıldır. Nadir olarak 30 yaşına kadar yaşayanlar vardır. Uzun sağlam bacakları sayesinde hızlı koşabilirler ve 45 km hıza ulaşabilirler. Engebeli arazide dengede durabilmelerinin en önemli nedeni kuvvetli bacaklarıdır (Miranda-de la Lama ve Villarroel, 2023). Bilim adamları cama ismi verilen Yeni ve Eski Dünya develerini suni tohumlama ile birleştirerek melez bir tür oluştursa da bu melez tür çok tercih edilmemiştir (MacKay ve ark., 2022). Lamaların diş yapıları: Üst çene - 1 kesici diş, 1 köpek dişi, 2 küçük azı dişi, 3 azı dişi. Alt çene - 3 kesici diş, 1 köpek dişi, 2 küçük azı dişi, 3 azı dişi (Rouge, 2001).

Lamanın omur sayıları: 7 adet boyun omuru, 12 adet sırt omuru, 7 adet bel omuru, 4 adet sağrı omuru, 15-20 adet kuyruk omuru (MacKay ve ark., 2022).

#### **Lama Hayvan Türünün Tarihçesi**

Lamaların 40 milyon yıl öncesinde Kuzey Amerika'da yaşadıkları fakat buzul çağında soylarının tükendikleri öne sürülmektedir. Sadece Güney Amerika'ya göç edenlerin hayatta kaldıkları düşünülmektedir. İnka Kızılderililerinin lamayla ilk olarak ilişki kuran kabile olduklarına dair kanıtlar bulunmaktadır. İnkaların lamaları giysi, yiyecek, yük hayvanı ve yakıt kaynağı olarak kullandıkları düşünülmektedir. Lama binlerce yıl önce Güney Amerika'da yetiştirilmeye başlanmıştır. İlk olarak 6000-7000 yıl önce Peru'da evcilleştirildiği düşünülmektedir. İlk yazarlar lamayı koyuna

benzetmeler de sonraki dönemlerde deveye benzediği anlaşılmıştır (Wakild, 2020; MacKay ve ark., 2022). Devegillerin DNA'larına bakılarak soy ağaçlarının ve evcilleşmelerinin hangi dönemde olduğunun tam olarak belirlenmesi amaçlanmaktadır. Alpaka ve vikuna ile lama ve goanako arasında yüksek düzeyde genetik benzerliklere rastlanmaktadır. Bu sonuçlar degillerin gelecekteki sınıflandırma ve yönetimleri açısından önem taşımaktadır (Kadwell ve ark., 2001). Bilimsel adı Lama glama'dır (Sperling, 2022). Önceleri eti ve kürkü için yetiştirilmişlerdir. Zamanla sürü koruma amaçlı kullanılmışlardır. Çok yaygın olmasa da süt veriminden de yararlanılmıştır. Lamalar vikunya, alpaka ve guanako ile yakın akrabalardır. Hepsi farklı türlerde olmasına karşın lama veya lamini adı ile bilinirler (Kara, 2019). Zamanla Asya, Avrupa ve Avusturalya kıtalarında yaygın olarak yetiştirilmiş ve popülasyonları milyonları bulmuştur. Lama mitolojide önemli bir yere sahiptir. Heavenly cinsi lamanın okyanustan su içtiğine ve yağmur yağarken idrarını yaptığına inanılmaktadır. İnanışa göre lamalar zamanı geldiklerinde su kaynaklarına ve lagünlere geri döneceklerdir (MacKay ve ark., 2022).

#### **Lama Türleri**

Lamalar genel olarak yetiştirme amaçlarına göre et üretimi için yetiştirilen lamalar ve lif üretimi için üretilen lamalar olarak ikiye ayrılmaktadır (Ebel, 1989; Leguía, 1991; Wagener ve ark., 2023). Bu sınıflamanın dışında lamalar vücut özelliklerine göre de sınıflandırılmıştır: (Long, 1989; MacKay ve ark., 2022; Sperling, 2022; Miranda-de la Lama ve Villarroel, 2023).

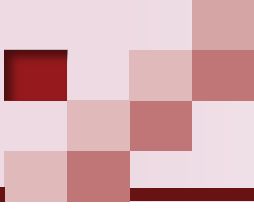
1-Klasik Lama: Diğer lama türlerinden daha büyük ve daha uzun bir gövdeye sahip olan geleneksel lama türüdür. Boynunda, bacaklarında ve kafasında daha az lif vardır. Vücutundaki tüyler eyer şeklindedir. Her türlü hava koşuluna dayanabilir. Tüyleri az olduğu için çok soğuk ortamları sevmezler.

2-Orta Lama: Vücut ve boyun bölgesinde uzun liflere sahiptir. Baş, kulaklar ve bacaklarda tüy daha azdır.

3-Suri Lama: Sayıları çok azdır ve yünlü lamadan farkları elyafların daha az ince olmasıdır. Uzmanlara göre sayıları Avrupa genelinde 100 kadardır. Suri kelimesi lamaya ait tüy yapısını temsil eder.

4-Vikunya Lama: Yünü dünyadaki en yumuşak lifler arasındadır. Tüyler her 3 yılda 1 kez kırılacağı için bu yünleri bulmak çok zordur. Özgürlüklerine çok düşkündürler. Yakalandıktan sonra tekrar vahşi doğaya bırakılmalıdırlar. Esaret altında fazla süre kalırlarsa hayatları tehlikeye girmektedir.

5-Yünlü Lama: Diğer lama tiplerinden daha küçük bir yapıya



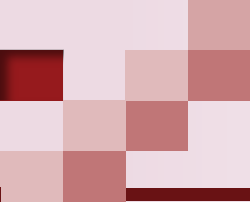
sahiptir. Baş, boyun ve kulaklarda olmak üzere tüm vücudu kaplayan güçlü bir yün yapısına sahiptir. Lifleri çok kalındır ve alpakalarda bulunan kaliteli elyafa sahiptir.

### Lama Davranışları

Lamalar sakin mizaçlı ve sevecen hayvanlardır. Genelde ürkek tavırlar sergilerler ve zarar vermezler. Sürü üyeleriyle arkadaşlık etmeyi severler. Genelde sürü halinde yaşamlarının yanında koyun gibi diğer hayvanlarla da bağ kurarlar. Çoğunlukla 1 erkek deve, onun çok sayıda dişileri ve bunların yavruları sürüyü oluşturur. Birbirlerini tımar ederler, koklaşırlar ve temas etmeyi severler. Lamalar sosyal hayvanlardır ve sayıları 20'yi bulan gruplar halinde dolaşmayı severler. Zeki ve inatçı hayvanlardır. Lamalar çeşitli sesler (mırıldanma, tıslama), beden dilleri ve tüyleri ile birbirleriyle iletişim kurarlar. Tehlike anında ortamdaki uzaklaşmayı tercih ederler. Meraklı hayvanlardır ve yeni yerler keşfetmeyi severler. Lamalar kışkırtılmadıkları sürece saldırgan tavırlar sergilemezler (Sperling, 2022). Tehlike anında ve üzüldüklerinde tükürme davranışı sergilemeleri ile bilinirler. 4.5 m uzaklığa kadar tükürebilirler. Lamaların tükürükleri şiddetli, kötü kokulu ve yakıcıdır. Lamalar tükürmeden önce kulaklarını geriye yaslarlar ve başlarını yükseğe kaldırır. Tükürme davranışı genellikle grup üyelerinin düzeni bozması durumunda gerçekleşir, nadir olarak ta kötü muamele durumunda insanlara karşı gelişir. Lamalar kendilerini tehdit eden bir uyarana karşı kuyruklarını kaldırıp tıslarlar ve sürüye yakınlaşırlar. Tükürme davranışı genellikle erkeklerde görülür. Dişiler sadece grup üyelerini kontrol altında tutmak için tükürürler. Lama sinirlendikçe midesinin 3 bölümünden de içerik çekmeye çalışır. Lamalar tekme atma ya da ısırma davranışını çoğunlukla sergilemezler. Nadir olarak sergiledikleri ısırma davranışı üst dişlerinin olmaması sebebi ile ciddi bir tehlike oluşturmaz. Tükürme, güreşme, ısırma ve tekme atma davranışlarını sürü içerisindeki sosyal rütbelerini belirlemek için birbirlerine karşı geliştirebilirler. Erkek lamalar üstünlük kurmak, dişiyi etkilemek ve daha fazla yeme sahip olmak için kavga ederler. Kavgaları tükürme, ısırma, tekme atma ya da sert bir şekilde rakibinin üzerine yüklenme şeklinde olabilir. Kastre edilmiş lamalarda kavga etme ve agresyon davranışları çok nadir görülür (Gunsser, 2013).

Lamalar tehlike anında, korktuklarında veya buldukları ortamda stres faktörü oluşturan bir durumun varlığında kulaklarını arkaya doğru yaslarlar. Mutlu, rahat ve meraklı olduklarında kulaklarını dikerler. Lamalar çok sosyal hayvanlardır fakat insanlara çok alıştıkları zaman insan ve lama

ayırımı yapamazlar ve insanlara zarar verebilirler. Lamalar insanlar gibi toplu halde yaşamayı severler ve sürü içinde bir hiyerarşi vardır. Yeni bir ortamı keşfetmeyi severler. Dokunarak, koklayarak ve gözlemleyerek meraklarını gidermeye çalışırlar. Açık alanda otlamaları ve sürü halinde gezmeleri avcılar tarafından fark edilmelerini kolaylaştırır (Bromage, 2013; Cowie, 2017). Puma, yaban köpeği ve dağ aslanı lamaların en tehlikeli avcılarıdır. Lamalar koruyucu davranışları üstün hayvanlardır. Üst konumda olan lamaların koruyucu ve düzen sağlama görevleri vardır. Üst konumdaki lamalar sürekli değişir ve erkekler düzeni sağlamak için birbirlerine kafa tutarlar. Bu kafa tutma genellikle çok zarar vermeyen tükürük kavgalarıdır. Lamaların bazıları doğuştan koruma davranışı sergilerken, bazıları bir sürüyü koruyabilmek için eğitim almalıdır. Koyun ve kuzu sürülerini erkek lama, çakal ve vahşi köpeklerden korur. Bir sürüde 2 koruyucu lama olması birbirlerine odaklanıp sürüyle yeterli derecede ilgilenmemelerine sebep olur ve bu durum tercih edilmez (Long, 1989; Windschnurer ve ark., 2020). Lamalar birbirlerini taklit ederler. Özellikle sürüdeki lider lamanın davranışları taklit edilir. Örnek olarak, lider lama sürüden ayrılıp ahıra giderse diğer lamalarda ahıra gitme eğilimi gösterebilir. Lamalar çok dayanıklı ve güçlü hayvanlardır. 200 kg ağırlığa sahip bir lama 260 kg bir ağırlık taşıyabilir. 13 km mesafeyi durmadan ağırlık taşıyarak yürüebilirler. Ağırlık fazla geldiyse yere oturur ve ağırlık azalana kadar yerinden kalkmaz. Koşulları zor olan dağlık alanlarda rahatlıkla yürüebilir. 1 metrelik engeli atlayabilirler (Dünya rekoru; Caspa, 2017, 1.13m). Lamaların uğultu şeklinde ses tonları vardır. Tehlike anında yüksek tiz bir sesle diğer grup üyelerini uyarırlar (Long, 1989; Homeyer, 2022; Miranda-de la Lama ve Villarroel, 2023). Lamalar mizaçlarından dolayı insanlar üzerinde sakinleştirici ve terapi etkisi gösteren ruhsal yarar sağlarlar. Lamalar uygun çevre koşullarında ve iyi eğitmenler tarafından eğitildiklerinde hiçbir streotip geliştirmezler ve zarar verici tehlikeli bir durum oluşturmazlar (Kara, 2019). Lamalar zeki hayvanlardır ve çok hızlı öğrenirler. Yulara çok kısa sürede alışırırlar. Lamalar sadece ihtişamlı fiziksel özellikleri ile değil etkileyici davranışları ve hiyerarşiye dayalı sosyal hayatları ile de dikkatleri üzerlerine toplarlar. Lamaların insanlarla kurdukları ilişki pozitif eğilimdedir. Eski çağlardan bu yana her zaman insanların hayatını kolaylaştırmış ve genellikle onlara zarar vermemişlerdir. Lamaların insanlar tarafından tercih edilmelerinin ve sevimlilerinin bir nedeni de eşsiz adaptasyon yetenekleridir. Buldukları ortama kısa sürede adapte olurlar. Yüksek rakımdaki çevre koşullarına hangi özelliklerinden dolayı adapte olabildikleri henüz tam olarak açıklığa kavuşmamıştır.



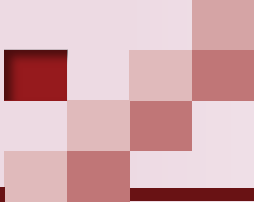
Lamalar rutin olarak her gün otlama, su içme, midedeki besinleri tekrar çiğneme, yürüme, toz banyosu yapma ve dışkılama davranışlarını yaparlar. Bu davranışlar içerisinde en sık yaptıkları davranış %74 oranla otlama davranışdır (Miranda-de la Lama ve Villarroel, 2023).

#### Lama Bakımı

Lamalardan yüksek miktarda verim alınabilmesi için refahlarının üst düzeyde sağlanması gerekmektedir. Çevre koşullarının iyi olmaması veya stres faktörü oluşturan bir uyarının varlığı lamanın ruhsal yönden mutsuz olmasına ve verim kaybına yol açacaktır. Özellikle dar alanda çok sayıda lamanın sıkışık bir şekilde yaşaması, yetiştiricilik açısından problemleri bir durumdur. Lamalar özgürlüklerine düşkün, geniş alanda otlamayı seven, yeni yerler keşfetmekten zevk alan ve günlük fiziksel ihtiyacı olduğu kadar yürüme eğiliminde olan hayvanlardır (Bromage, 2013). Lamalara eğitim küçük yaştan itibaren uzman yetiştiriciler tarafından verilmelidir. Yulara alıştırma, tıraş etme, nakliye arabasına binme ve insanlarla ilişki kurma gibi yetiştiricinin işini kolaylaştıracak uygulamaların eğitiminin genç yaşta verilmesi gerekmektedir. Yular ve itaat eğitiminin 10 aylık olduktan sonra başlaması önerilmektedir (MacKay ve ark., 2022). Küçük yaşta insanlarla çok yakın ilişkiler kuran erkek ya da dişi lamaların anormal davranışlar sergiledikleri belirtilmiştir. Bakıcıların davranışları ile lamaların saldırganlık ya da sevecenlik davranışları arasında pozitif bir ilişki vardır. Bakıcı, lamalara karşı ne kadar nazik davranırsa, lamalarda insanlara ve diğer hayvanlara karşı o kadar sevecen tavırlar sergiler (Windschnurer ve ark., 2020). Bunun yanı sıra biberonla besleme gibi insan ve lamanın ileri derece bağ kurması lamanın insana âşik olmasına sebep olabilir ve bu durum lamanın ötenazi olması ile sonuçlanabilir. Anormal davranış geliştiren erkek lamalar insana saldırma ya da çiftleşme arzusu gösterebilir. Dişi lamalar ise daha tehlikesiz anormal davranışlar sergilerler. Örnek olarak, sık sık idrar yaparlar veya yakalanmak istemezler. Lamalar sürüden ayrı kalmak istemezler. Bu yüzden kırkım gibi işlemlerin küçük yaşta alıştırılması ve zorla tutulup hayvanın strese girmesine neden olacak uygulamalardan kaçınılması gerekmektedir (Miranda-de la Lama ve Villarroel, 2023).

Almanya'da yapılan bir çalışmada kalabalık ve dar alanda yetiştirilen lamaların mutsuz ve normalden daha zayıf oldukları vurgulanmıştır. Bu sebeple kalabalık ve dar alanda yetiştirilen lamaların verimleri düşük olmaktadır (Wagener ve ark., 2023). Aynı makalede gastrointestinal endoparaziter enfeksiyonların kalabalık yetiştirilen lamalarda daha yüksek

oranda görüldüğü belirtilmiştir. Lamaların tırnaklarının düzenli olarak temizlenmesi ve rutin kontrollerle tırnak kesiminin yapılması gerekmektedir. Tırnakları çok uzayan ya da tırnak araları enfeksiyona maruz kalan lamalar yürümekte ve otlamakta zorluk çekerler (McGee, 1994). Lamaların tüyleri soğuktan korudukları için kış aylarında tıraş edilmeleri önerilmemektedir. Aşı uygulamaları ve haşarat ile mücadele düzenli olarak yapılmalıdır. Çiftliklerde en sık görülen hastalıklar ekto ve endo parazitler kaynaklıdır. Bakteri ve mantar enfeksiyonları gözlenebilmektedir. Gram pozitif ve gram negatif bakteriyel enfeksiyonlar gözlenirken, *Conidiobolus Coronatus* lamalarda görülen mantar enfeksiyonlarına örnek gösterilebilir (Moll ve ark., 1992). Dermatolojik ve immun sistem kaynaklı hastalıklar lamalarda görülen önemli sağlık problemleridir (Rosychuk, 1994). *Clostridium perfringens* insanlar, çiftlik hayvanları ve hayvanat bahçesinde yaşayan hayvanlarda sıklıkla görülen ölümcül bir bağırsak hastalığıdır. Tüm dünyada yaygın olarak görülen Gram pozitif bir basil, anaerobik bakteridir. Birçok toksin türü vardır ve bu toksinler farklı hayvanlarda enterite yol açar. Klinik belirtiler ve bağırsak içinden alınan örnekler teşhis için genellikle yeterli olmaktadır. Lamalar da bu hastalıktan sıklıkla etkilenir. Depresyon, ani iştah kaybı, yüzde şaşkınlık ifadesi tek tarafa yatma, zayıflama, kramplar, yüksek ateş, gruptan ayrılma, insanlardan korkma ve hemorajik ishal bu hastalıktan etkilenmiş lamalarda görülen belirtilerdir. Otopside ince bağırsak mukozasının (özellikle ileum ve jejunum) koyu kırmızı renkte nekroza bağlı hemorajik görünümü bu hastalığa spesifiktir. Karaciğer, böbrek, akciğer ve dalak hastalığın ilerleyen safhalarında etkilenen diğer organlardır. Lamalarda hastalığın seyri çok hızlı olup genellikle geç teşhis ve ölümle sonuçlanır. Kirli, bayat ve küflü yiyecekler ile sağlıklı hayvanların bağırsaklarında saprofit olarak bulunan sporlar hayvanın vücudu zayıfladığında, kötü döllenme durumunda ve uygun olmayan yiyeceklerle örneğin yüksek karbonhidrat içeren besinler ile beslendiğinde lamaları bu hastalığa yatkın hale getirmektedir. Enterotoksemiden korunmak için hayvanların düzenli olarak veteriner hekim kontrolünde aşılması tek biyolojik yöntemdir. Hastalık teşhis edildikten sonra bazı bakteriyel ajanlar, serum ve vitamin takviyeleri yararlı olabilmektedir (Halkman, 2009; Kotorri ve ark., 2016). Veteriner hekimin rolü tüm hayvan yetiştiriciliğinde olduğu gibi lama yetiştiriciliğinde de çok önemlidir. Lamalar hassas bir yapıya sahip oldukları için uygulanacak ilaçlar ve enjeksiyon bölgeleri mutlaka veteriner hekim kontrolünde dikkatli bir şekilde yapılmalıdır (Ebel, 1989). Lamalar hakkında yeterli



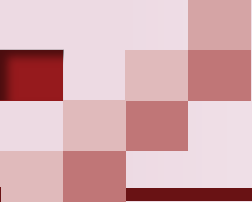
bilgiye sahip veteriner hekim bulmanın zor olduğu görüşü birçok yetiştiricinin ortak görüşüdür. Lamalar et üreten hayvan statüsünde sayıldığı için ilaç kullanımına kısıtlı olarak izin verilmektedir. Bu durum tedavi seçeneklerini kısıtlamakta ve veteriner hekimlerin tedavi protokollerini zorlaştırmaktadır. Bu durum birçok ülkede otoriteler tarafından tartışılmakta ve gözden geçirilmesi önerilmektedir (Fowler, 1994; Noubert ve ark., 2021).

Hayvan Refahı Yasası ve Çiftlik Hayvanları Yönetmeliği lamaların refahını korusa da lamalar ile ilgili düzenlemeler yetersizdir. Lamaların hayvanat bahçelerinde bulundurulmalarına izin verilmiştir ve bununla ilgili bir yönetmelik vardır. Lamaların en az 3 hayvandan oluşan gruplar halinde yetiştirilmesi ve her grupta sadece 1 adet erkek lamanın bulundurulması önerilmiştir. Daha fazla kısırlaştırılmamış erkek lamanın grupta bulundurulmasının yaralanmalara ve sosyal düzenin bozulmasına sebep olabileceği bildirilmiştir (Noubert ve ark., 2021). Lamalar yaşlandıkları zaman itlaf edilmek yerine genellikle sürüde tutulmaktadır (Fowler, 1994). Hannover Veterinerlik Üniversitesi Vakfı Küçükbaş Hayvan Kliniği lama hasta hacminin her geçen yıl bir önceki yıla göre artış gösterdiğini bildirmiştir. Üniversitenin belirttiğine göre 2010 yılında 30, 2015 yılında 60 ve 2019 yılında 80 lama kliniğe getirilmiştir. Bu durum lama yetiştiriciliğinin yaygınlaştığını, lama yetiştiricilerinin daha bilinçli hale geldiklerini ve veteriner hekimliğin yetiştiricilikteki önemini göstermektedir (Noubert ve ark., 2021). Almanya'nın öncülük ettiği birçok Avrupa ülkesi sığırlar, keçiler ve koyunların kulak küpesi sayesinde bilgilerinin ve hastalıklarının düzenli olarak kayıt altına alındığını ve böylece birçok hastalığın önüne geçilebildiğini ve koruyucu önlemlerin alınabildiğini belirtmiştir. Bunun yanı sıra bazı çiftlikler yetkili makamlara gerekli bildirimleri vermektedir. Çünkü hayvan alım satımlarını yapabilmek için gerekli bilgilerin bildirilmesi şarttır. Buna rağmen birçok çiftlik gerekli makamlara kayıtlı olmadığı için kanun dışı hayvan ticareti çok yaygındır (Gregory, 2004; Gunsser, 2013; Noubert ve ark., 2021). Yapılan araştırmalara göre lamalar alpakalardan daha çok kastre edilmektedir. Bunun sebepleri arasında erkek lamaların daha saldırgan oldukları ve erkek alpakaların çiftleştirmede daha çok kullanıldıkları gösterilmiştir. Kastre edilen erkek lamalar hayvan sürülerini korumak için daha çok tercih edilmektedir ve bu kullanım 1980'lerin başında Kuzey Amerika'da başlamıştır (Noubert ve ark., 2021). Lamalar insanlara kolay alışır ve alıştıkları insanlardan kaçmazlar. Alışkın olmadıkları insanlardan kaçmak isterler. Veteriner

hekimler açısından lama çiftlikleri geniş bir pazar oluşturur. Lama sürü sağlığı programlarını veteriner hekimler hazırlamalıdır. Diğer hayvanlara uygulanan sürü sağlığı programları örnek alınsa da lamalara özgü birtakım uygulamalar eklenmelidir. Ayak ve diş bakımı, aşılar, parazit kontrolü, beslenme danışmanlığı ve reproduksiyon faaliyetleri veteriner hekimin görevleri arasında sayılabilir. Programlar tasarlanırken üreticinin hedefleri göz önünde bulundurulmalıdır (Long, 1989).

### Lama Beslemesi

Lama otobur bir hayvan olup çok çeşitli bitkilerle beslenir. Lamaların uygun bakım ve beslemesi sağlarsa süt verimleri iyidir ve sütleri C vitamini bakımından zengindir (Konuk, 1970). Mısır, yonca ve çim zevkle yediği yiyecekler arasındadır. Lamaların ana besin kaynağı otlardır. Otları tüketerek bitki büyümesinin dengesini sağlarlar ve ekosistemin korunmasına katkıda bulunurlar. Yosun, yaprak ve bitki materyallerini yiyebilirler. Çim ağırlıklı arazide otlamayı severler. Lamalar uzun otları daha çok sevmelerine karşın alpakalar hem uzun hem de kısa otları eşit miktarda severler. Devegillerin ince uzun burun yapısı ve üst dudaklarının yarık olmasından dolayı uzun otları daha rahat tükettikleri düşünülmektedir. Saman ve tahıllar severek yedikleri yiyecekler arasındadır. Kabuk ve dalları yemelerinin yanı sıra dillerini tatlandırmak için elma ve havuç yemeyi de severler. Besinleri ayırt etmede üst dudaklarının rolü büyüktür ve üst dudağının her bir yarımı bağımsız hareket edebilmektedir (Miranda-de la Lama ve Villarroel, 2023). Lamalar su kaynağı bulduklarında zevkle su içerler. Su kaynağına ulaşamazlarsa yedikleri otlardaki su ile yetinirler. Mideleri 3 bölmeli olmasına rağmen geviş getirmezler ancak besinleri yeniden çiğneyebilirler. Bağırsaklarının uzun olması sebebiyle selüloz yönünde zengin besinleri rahatça sindirebilirler ve uzun süre su içmeden hayatta kalabilirler. Vücutlarının ihtiyaç duyduğu mineral maddeleri toprak yalayarak giderebilirler. Lamalar sıcak havalarda yem tüketimini azaltırlar ve otlamak için günün serin saatlerini seçerler. Yetersiz besleme gruptaki hayvanların kavga etme, mutsuz olma ve sağlık problemlerinin ortaya çıkması ihtimalini artırır (Gregory, 2004). Lamaların vücut kondisyonu omuz, omurga ve kaburgalarının görsel ve dokunsal muayenesi ile belirlenebilir (Miranda-de la Lama ve Villarroel, 2023). Lama yetiştiricileri genellikle düzenli bir veteriner hekim ile çalışmadıkları için hayvanların sağlık problemlerinin farkına geç varılır ve sürü içerisinde zayıf lamaların varlığı dikkat çeker (Wagener ve ark., 2023). Beslenme yetersizlikleri, kronik hastalıklar, diş

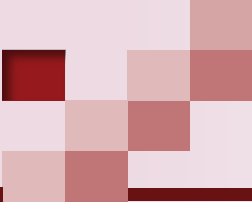


problemleri ve parazit varlığı lamaların zayıflamasına sebep olan diğer etkenlerdir. Yediği besinleri iyi sindiremeyen lamalar yeterli derecede yem verilmesine rağmen zayıf kalmaktadır. Bunun en önemli sebeplerinden birisi dış bakımlarının düzenli olarak yapılmamasıdır (Wagener ve ark., 2023). Genç aktif büyüyen lamalar olgun lamalara oranla daha kaliteli ve zengin besin maddelerine ihtiyaç duyarlar.

### Lamalarda Üreme ve Yavru Bakımı

Büyükbaş hayvan veteriner hekim ve yetiştiricileri lamalardaki birçok uygulamanın büyükbaş hayvanlardaki uygulamalara benzerlik gösterdiğini fark edeceklerdir. Lamaların fizyoloji, anatomi ve üreme yöntemleri detaylı olarak öğrenilirse bu hayvanlardan yavru verimi almak kolaydır. Üreme organlarının hastalıkları yine büyükbaş hayvan ile uğraşan veteriner hekimler tarafından teşhis ve tedavi edilebilmektedir. Lamaların davranışları iyice öğrenildikten sonra lama üreme organlarının teşhis ve tedavileri yapılmalıdır. Muayene sırasında bu hayvanların ürkek bir yapıya sahip oldukları ve bakıcıları dışındaki yabancılara saldırganlık gösterebilecekleri unutulmamalıdır (Johnsson, 1989). Gebelik teşhisi ve hayvan kısırlığının nedenlerinin araştırılması lama yetiştiriciliği açısından önem taşımaktadır. Yaşlı dişilerde kısırlık ihtimali artmaktadır. Lamalarda 30-60 gün arası gebelik için dikkat edilmesi gereken zamanlardır. Bu dönemde fetal ölümler %10 oranla ciddi öneme sahiptir. Kısırlığın azaltılması, genetik anormallikleri olan hayvanların sürüden uzaklaştırılması, üreme sorunlarının erken teşhis ve tedavi edilmesi ve sağlıklı aygır seçimi reproduksiyon faaliyetlerinin can alıcı unsurlarıdır (Johnsson, 1989). Lamaların erkeklerine aygır, dişilerine dişi denir. Lamalar ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde çiftleşebilirler. Kış aylarında nadiren çiftleşme davranışı sergilerler. Çiftleşmek isteyen erkek lama dişinin yanında sabit durur ve boynunu uzatır. Erkek lama çiftleşmek istediği dişiye yaklaşırken öksürük benzeri tuhaf bir ses çıkarır. Erkeğin yükselip alçalarak çıkardığı bu sese 'orgle' adı verilir ve çiftleşme bitene kadar devam eder. Dişi lama erkeği istemiyorsa başını yukarıya kaldırarak uzun bir süre esner ve kuyruğunu hızlıca sallar. Bu davranış erkek vazgeçene kadar devam eder ve çoğunlukla hamile lamalarda görülür. Dişi lama istemezse çiftleşme gerçekleşmez (Johnsson, 1989). Lama yetiştiriciliğinde tarlaya dişi ve erkek lamayı serbest bırakarak kontrolsüz çiftleşme sağlanabilir. Bu durumda çiftleşme zamanı tam olarak bilinemez ve doğru zamanı tahmin etmek zor olmaktadır. Bir diğer yöntemde ise dişi ve erkek lama bir süre ahırda bir arada bırakılır ve aralıklarla bu işlem

tekrarlanır. Gebelik teşhisinin kesin tanısı ultrason cihazının yardımı ile olmaktadır. Lamalar çiftleşirken çoğunlukla uzanırlar ve genellikle tek bir yavru doğar. Çiftleşme ortalama 1 saat sürer ve bu uzun süre dışında ovulasyon olmasını teşvik eder. Ovulasyon çiftleşmeden 1-1.5 gün sonra gerçekleşir. Lamalar genellikle östrus belirtileri göstermez. Bunun nedeni çiftleşmenin ovulasyonu tetiklemesidir. Yetiştiriciler uygun çevre koşulları ve beslemeyi sağlarsa, lamalar kendi başlarına kusursuz bir şekilde çiftleşirler. Nadir olarak ikizlik görülür (Sperling, 2022). Gebelik süreleri ortalama 11-11.5 aydır. Üremeye 2.5 yaşında başlarlar. Lamanın yavrusuna cria denir. Yeni doğan criaların ağırlıkları 18-40 kg arasındadır. Sürüdeki dişiler criayı erkek lamalardan ve yırtıcılardan korumak için doğum esnasında toplanırlar (Sperling, 2022). Lamalar ayakta doğum yapar. Yavru ortalama 1 saat içerisinde ayağa kalkar ve yürür. Lama sütü inek ve keçi sütünden daha az yağ ve tuz içermesine rağmen daha fazla kalsiyum ve fosfor içerir. Dişi lama 1 seferde sadece 60 ml süt verebildiği için cria sık sık emmek zorundadır (Sperling, 2022). Lamaların dilleri küçük olduğu için yavrularını yalayarak kurutamazlar. Bu nedenle doğurmak için gün ışığını beklerler. Doğum genellikle sabah saat 08.00 ile öğlen saatleri arasında, daha sıcak olan gün ışığı saatlerinde gerçekleşir. Bu sayede soğuk gecelerde hipotermiye bağlı ölümler azaltılarak criaların hayatta kalma oranı artar. Yavru lamalar anneleriyle iyi bir bağ kurarlar ve genellikle yakın dururlar. Yavrular annelerini takip etme eğilimindedirler. Annenin çok kuvvetli koruma içgüdüğü vardır. Anneler doğumdan sonra ses ve dokunuşla yavrusunu tanımaya çalışır. Anneler yavrularına burunlarıyla sokulup mırıldanırlar. Bu davranışlar, yavrunun da annesini tanımmasını sağlar. Anne yavrusunu korumak için tehdit gördüğü insan ve hayvanlara saldırgan tavırlar sergileyebilir. Bu yüzden bakıcılar doğum zamanlarında normalden daha dikkatli olmalıdırlar. Yavrular koktukları zaman bağırsızlar (Kara, 2019) (Sperling, 2022). Dişiler doğum sırasında feromon salgılar. Bu durum erkeğin çiftleşme içgüdüsunü tetikleyebilir. Bu yüzden doğum yaklaşınca erkek ayrı tutulmalıdır ve doğumdan sonra belirli bir süre farklı cinsler bir araya getirilmemelidir. Yavru 6 aylıkken annesinden ayrılmaktadır. Dişiler erkeklere göre daha çabuk olgunlaşır. Dişiler 1 yaşından sonra olgunlaşırken erkekler 3 yaşında olgunlaşırlar. Erkek tek hörgüçlü deve ile dişi lamanın birleşmesinden cama adı verilen melez yavru doğar. Bu çiftleşme boy farkından dolayı sadece suni tohumlama ile olabilir (Kara, 2019). Güney Amerika devegilleri birbirleriyle çiftleşebilir ve sağlıklı melez yavrular meydana gelebilir. Lama ve alpakanın çiftleşmesiyle meydana gelen yavruya huarizo adı



verilmektedir. (Kara, 2019; Bromage, 2013; Sperling, 2022).

### Günümüzde Lamaların Dünyadaki Yeri

Lamalar günümüzde tüm dünyada yetiştirilmektedir. Amerika, Avrupa ve Avustralya en çok yetiştirilen kıtalardır. Güney Amerika'da özellikle And Dağları'nda sayıları fazladır. Peru, Bolivya, Şili ve Arjantin lamaların doğal olarak yaşadıkları bölgelere örnek verilebilir. Güney Ekvator'dan Kuzey Şili'ye kadar Güney Amerika'nın geniş bölgelerine dağılmışlardır. Türkiye'de en çok Antalya, Muğla, İzmir, Gaziantep ve Şanlıurfa illerinde yetiştirilmektedir (Leguía, 1991). Lamalar genellikle yüksek rakımlı dağlık bölgelerde (2500-4000m) ve özgür yaşayabilecekleri çimenlik alanlarda yaşarlar. Lamalar evcil hayvan oldukları için korunma statüsünde değildirler. Günümüzde lamaların soylarının tükenme tehlikesi bulunmamaktadır. Lamanın atası Lama guanakonun dünyada 1 milyondan fazla olduğu bilinmekte olup her geçen gün sayısı artmaktadır. Yünleri giysi ve ev eşyası yapımında kullanılmaktadır. Lama eti dünyanın bazı bölgelerinde yenilmektedir. Derileri dayanıklı olduğu için kilim, tulum, pantolon ve ayakkabı yapımında kullanılmaktadır. Beyaz, kırmızı ve siyah renkte olan yünlerinden kumaş dokunmaktadır (Konuk, 1970). Lamanın lifleri dayanıklıdır ve çoğu zaman ateşte yanmamaktadır. Bazı özel çiftlik ve işletmelerde süs hayvanı olarak kullanılmaktadır. Dağlık ve engebeli arazilerde yük taşımaya uygun olduğu için kullanılmaktadır. Fakat teknolojinin gelişmesiyle birlikte bu kullanım amacı sınırlı sayıda bölgede varlığını sürdürmektedir. Lamaların gübresi birçok ülkede kullanılmaktadır. Son yıllarda lamalar eşliğinde yürüyüş yapmak (lama trekkingi) popüler olmaya başlamıştır. Lamalar arazide insanlara eşlik ederek yeni yerler keşfetmelerini sağlamak ve böylece insanlarla olan etkileşimleri artmaktadır (Cowie, 2017). Lamalar ülkelerin kültürü, gıda güvenliği, geçimi ve ekonomisi açısından önemli rol oynamaktadır. Evcilleştirmenin başlarında lamalar et üretimi ve taşıma amaçlı yetiştirilse de günümüzde yün üretimi ve hobi amaçlı yetiştirme daha popüler bir hal almıştır. Bakım evlerinde ve hastanelerde terapi hayvanı olarak kullanılmaktadırlar. Bu alternatif tedavinin ağrı, kaygı, depresyon ve yorgunluğu azaltabileceği belirtilmektedir. Lamaların belirli hastalıkları tedavi edebilecek antikora sahip olduğu savunulmakta ve bu antikora özellikle covid-19'a karşı etkinlikleri araştırılmaktadır. Lamalar son yıllarda bazı uygulama ve oyunlarda değerli bir simge olarak kullanılmaktadır. Örneğin ünlü video oyunu şirketi Maxis oyunlarında lama simgesini sıklıkla kullanmıştır. Bunların en

önemlisi dünyada geniş bir hayran kitlesine sahip olan The Sims'tir. Lamalar Sim oyunları serisinin geçtiği ülkenin ulusal sembolü olarak kullanılmıştır (Wakild, 2020).

### Sonuç ve Öneriler

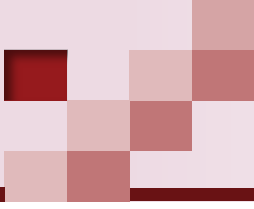
- ◇ Lama yetiştiriciliği son yıllarda dünya genelinde yaygınlaşan bir sektör olup önemi her geçen gün artmaktadır. Lama yetiştiricileri maddi sebeplerle ya da hobi amaçlı yetiştiricilik yapmaktadırlar. Bu durum kapsamlı olarak araştırılarak elde edilen sonuçlara yönelik bilinçlendirme ve iyileştirme çalışmaları yapılabilir.
- ◇ Yetiştiriciler ve yatırımcılar bilgi alabilecekleri kurum ve kaynağın yetersiz olduğunu dile getirmektedirler. Büyük baş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği için kurulan kurumların benzerleri lama yetiştiriciliği için kurulabilir. Lama yetiştiriciliği yapan deneyimli yetiştirici ve veteriner hekimlerin görüşleri alınarak yazılı ve görsel kaynaklar oluşturulabilir.
- ◇ Veteriner hekimlerin lama yetiştiriciliği konusunda yetersiz olması ve lama sağlığı hakkında bilgi sahibi hekimlerin az sayıda olması yetiştiricilerin belirttikleri sorunlar arasındadır. Veteriner fakültelerinde lama yetiştiriciliği ile ilgili dersler eklenmesi ve bu sektöre ilgi duyan öğrencilerin stajlarının lama yetiştiriciliği yapılan çiftliklerde yapılması sağlanabilir.
- ◇ Lamaların bakım ve besleme maliyetlerinin çok yüksek olması nedeniyle lama yetiştiriciliği, ilgili kurumlar ve hükümetler tarafından daha fazla desteklenebilir.
- ◇ Sosyal medyada lamaların popülerliği her geçen gün artmaktadır. Buna karşın lama yetiştiriciliği ile ilgili insanlarda merak uyandıracak ve bu sektöre girmek için insanları heveslendirecek yayın ve yazılı kaynakların yetersiz olduğu görülmektedir. Bu eksiklik yetkili kurumlar tarafından giderilebilir.

Lamaların davranış ve refahı ile ilgili çalışmaların sınırlı sayıda olması, lama yetiştiriciliğinin istenilen seviyeye gelmesini engellemektedir. Lamalar hakkında daha kapsamlı araştırmalar yapılarak yetiştiriciler bilgilendirilip bu hayvanların çevresel koşullarının zenginleştirilmesi sağlanabilir. Bu çalışma veteriner hekimlere sahada katkıda bulunmak ve yetiştiricilere rehber olabilmek için yapılmıştır.

**Etik Beyanı:** Bu çalışmada Etik kurul iznine gerek yoktur.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır

**Finansal Destek:** Bu araştırma herhangi bir finansman



kuruluşundan destek almamıştır.

**Yazar Katkıları:** Tüm yazarlar derleme çalışmasının yazılması ve düzenlenmesinde eşit oranda katkıda bulunmuşlardır.

### Kaynakça

1. Bromage, G. (2013). *Llamas and Alpacas: A Guide to Management*, British Library, ISBN 9781847975829.
2. Cowie, H. (2017). *Llama*. Reaktion Books, The University of Chicago. ISBN 9781780237862.
3. Ebel, S. (1989). The Llama Industry in the United States. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 5 (1), 1-20. doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30999-3
4. Fowler, M.E. (1994). Health Care Of The Geriatric Llama and Alpaca. *Food Animal Practice*, 10 (2): 391-399. DOI: 10.1016/S0749-0720(15)30571-5
5. Gunsser, I. (2013). Animal Welfare Problems in Alpacas and Llamas in Europe, France. Symposium on South American Camelids and other Fibre Animals.
6. Gregory, G.N. (2004). *Physiology and Behavior of Animal Suffering*, Universities Federation for Animal Welfare, United Kingdom, ISBN 10: 0632064684.
7. Halkman, A.K. (2009). Clostridium Perfringens. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
8. Homeyer, F. (2022). *Guardian Llamas. Ranch and Rural Living*; San Angelo, 103 (10), 13-14.
9. Johnsson, L.R.W. (1989). Llama Reproduction, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 5 (1): 159-182. https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)31008-2
10. Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H.F., Baldi, R., Wheeler, J.C., Rosadlo, R., & Bruford, M.W. (2001). Genetic Analysis Reveals The Wild Ancestors of The Llama and The Alpaca. *Proceedings of The Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268 (1485): 2575-2584. doi./10.1098/rspb.2001.1774
11. Kara, B. (2019). Alpaka (Vicugna pacos) Dünyanın En Küçük Devesi. *Evren Atlası, Yeryüzü Tabiat*.
12. Konuk, T. (1970). Deve ve Lama Alyuvarlarının Mikroskopik Görünümü, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17 (04): 518-522. doi.org/10.1501/Vetfak\_0000001651
13. Kotorri, S., Korro, K., Bakiu, R., Muhedini, P., & Gora, B. (2016). Enterotoxemia In Albanian Zoo- Park Llama (Lama glama): Clostridium Perfringens-type C was The Causative Agent, *Journal International Environmental Application & Science*, 11 (1): 42-46.
14. Leguía, G. (1991). The Epidemiology and Economic Impact of Llama Parasites. *Parasitology Today*, 7 (2): 54-56. https://doi.org/10.1016/0169-4758(91)90190-Y
15. Long, P. (1989). Llama Herd Health. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 5 (1): 227-232. https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)31012-4
16. MacKay, E., VanHoy, G., & Lakritz, J. (2022). *Old World Camelids. Medicine and Surgery of Camelids, Fourth Edition*. doi.org/10.1002/9781119583295.ch23
17. McGee, M. (1994). Llama Handling and Training. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 10 (2): 421-434. https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30573-9
18. Miranda-de la Lama, G.C., & Villarroel, M. (2023). Behavioural Biology of South American Domestic Camelids: An Overview From a Welfare Perspective. *Small Ruminant Research*, 220, 106918. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.106918
19. Moll, H.D., Schumacher, J., & Hoover, T.R. (1992). Entomophthoramyces Conidiobolae in a Llama. *Journal of The American Veterinary Medical Association*, 200 (7): 969-970.
20. Noubert, S., Altroch, A., Wendt, M., & Wagener, M.G. (2021). Llama and Alpaca Management in Germany-Results of an Online Survey among Owners on Farm Structure, Health Problems and Self-Reflection. *Animals*, 11 (1): 102. https://doi.org/10.3390/ani11010102
21. Rouge, M. (2001). *Dental Anatomy of Llamas*. Colorado State University.
22. Rosychuk, R. A.W. (1994). Llama Dermatology, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 10 (2): 228-239. https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30557-0
23. Sperling, R. (2022). Llamas and Alpacas. *Journal of Agricultural & Food Information*, 23 (1-2): 2-8. doi.org/10.1080/10496505.2021.2012083
24. Wagener, M.G., Schregel, J., Ossowski, N., Trojakowska, A., Ganter, M., & Kiene, F. (2023). The Influence of Different Examiners on The Body Condition Score (BCS) in South American Camelids Experiences From A Mixed Llama And Alpaca Herd. *Frontiers Veterinary Science*, 10, 1126399. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1126399
25. Wakild, E. (2020). "Llamas Are Having A Moment in The US, But They've Been Icons in South America For Millennia. The Conversation, Retrieved 9 September 2021.
26. Windschnurer, I., Eibl, C., Franz, S., Gilhover, E.M., & Waiblinger, S. (2020). Alpaca and Llama Behaviour During Handling and Its Associations With Caretaker Attitudes and Human-Animal Contact. *Applied Animal Behaviour Science*, 226, 104989. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.104989