



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



# Veteriner Hekimler Derneği Dergisi

Journal of the Turkish Veterinary Medical Society

Cilt / Volume : 95

Sayı / Issue: 2

Yıl / Year: 2024

**95 (2)**

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



# Veteriner Hekimler Derneği Dergisi

*Journal of the Turkish Veterinary Medical Society*

**Cilt / Volume : 95    Sayı / Issue: 2    Yıl / Year : 2024**



## Veteriner Hekimler Derneği Dergisi

Journal of the Turkish Veterinary Medical Society

Cilt / Volume: 95 Sayı / Issue: 2 Yıl / Year: 2024

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

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

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

### Veteriner Hekimler Derneği Adına Sahibi

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

**Dr. Gülay KABASAKAL ERTÜRK**

**Yazı İşleri Müdürü**

/ Managing Editor

**Uzm. Vet. Hekim Elif ÇETİN**

Ziya Gökalp Caddesi No: 16/7 Kızılay, Ankara

#### Editörler Kurulu / Editorial Board

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

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

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

Dr. Nigar YERLİKAYA  
(Etik Editörü / Ethics Editor)

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

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

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

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

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

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

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

İletişim / Contact:

### VETERİNER HEKİMLER DERNEĞİ

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

e-ileti: vetheder@gmail.com • web adresi: www.vethekimder.org.tr

Derneğin Kuruluş Tarihi: 6 Şubat 1930

Derginin İlk Yayın Tarihi: 1 Ekim 1930

Yayımlanma Tarihi / Publication Date: 15.06.2024

Published by Veteriner Hekimler Derneği

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



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





doi 10.33188/vetheder.1439194

Araştırma Makalesi / Research Article

## 3d printing of skull models in horse, cattle and pig

Orçun GÜVENER<sup>1,a</sup>, Çağdaş OTO<sup>2,b\*</sup><sup>1</sup> Ankara University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Anatomy, 06070, Ankara, Türkiye<sup>2</sup> Medical Design, Research and Application Center, 06520, Ankara, TürkiyeID 0000-0001-7931-187X<sup>a</sup> ; 0000-0002-2727-3768<sup>b</sup>MAKALE BİLGİSİ /  
ARTICLE INFORMATION:

## Geliş / Received:

18 Şubat 24

18 February 24

## Revizyon/Revised:

29 Nisan 24

29 April 24

## Kabul / Accepted:

03 Mayıs 24

03 May 24

## Anahtar Sözcükler:

3b baskı

Anatomi

Kafatası

## Keywords:

3d printing

Anatomy

Cranium

©2024 The Authors.

Published by Veteriner

Hekimler Derneği. This is

an open access article

under CC-BY-NC license.

(https://creativecommons.

org/licenses/by-nc/4.0)



## ABSTRACT:

In this study, it was aimed to physically create skull models of large-sized animal sample horse, cattle and pig species used in veterinary anatomy education with three-dimensional printing technology and to determine the suitability of these models anatomically. The anatomical structures on the skull models obtained for this purpose were examined comparatively and the advantages and disadvantages of the models in terms of their usability in education were revealed. For the study, 3D reconstruction and segmentation processes were performed digitally on the cross-sectional images of horse, cattle and pig skulls obtained by computed tomography scanning and printed. Anatomical structures were comparatively analyzed on the produced 3d plastic replicas and organic skulls. Anatomical accuracy of the 3d models, printing quality, printing errors, advantages and disadvantages were evaluated. Plastic models were found to be approximately 45% lighter than organic models in horses, 55% lighter in cattle and 60% lighter in pigs. The weight (g)/printing time (s) ratio was calculated as 11.8 for equine skull models, 12.7 for bovine models and 7.4 for porcine models. It was determined that the anatomical accuracy of the models was at a high level, important anatomical structures could be printed in accordance with the original skulls, and only some sutures between the skull bones and holes with a diameter of less than 2 mm could not be clearly visualized due to scanning and printing quality. As a result, it was determined that the plastic replicas obtained can be used in veterinary anatomy education in terms of anatomical accuracy, as well as important advantages such as being lighter, more resistant to effects such as falling, impact, cleaning, easy storage, low cost, reprinting when necessary and making corrections on the model.

## At, sığır ve domuz 3 boyutlu baskı kafatası modelleri

## ÖZET:

Bu çalışmada, veteriner anatomi eğitiminde kullanılan büyük cüsseli hayvan örneği olan at, sığır ve domuz türlerine ait kafatası modellerinin üç boyutlu baskı teknolojisiyle fiziksel olarak oluşturulması ve bu modellerin uygunluğunun anatomik açıdan belirlenmesi amaçlandı. Bu amaçla elde edilen kafatası modelleri üzerindeki anatomik yapılar karşılaştırmalı olarak incelenerek, modellerinin eğitimde kullanılabilirliği yönünden avantaj ve dezavantajları ortaya konuldu. Çalışma için bilgisayarlı tomografi taraması ile elde edilen at, sığır ve domuz kafataslarına ait kesit görüntüleri üzerinden dijital ortamda 3b rekonstrüksiyon ve segmentasyon işlemleri yapılarak baskı alındı. Üretilen 3b plastik replikalar ve organik kafatasları üzerinde karşılaştırmalı olarak anatomik yapılar incelendi. 3b modellerin anatomik uyumluluğu, baskı kalitesi, baskıda oluşan hatalar, avantaj ve dezavantajlar değerlendirildi. Plastik modellerin organik modellerden atta yaklaşık %45, sığırdaki %55, domuzda %60 daha hafif olduğu görüldü. Ağırlık (g)/baskı süresi (s) oranı at kafatası modellerinde 11,8; sığır modellerinde 12,7; domuz modellerinde 7,4 olarak hesaplandı. Modellerin anatomik doğruluğunun yüksek düzeyde olduğu, önemli anatomik yapıların orjinal kafataslarına uygun biçimde basılabildiği, sadece tarama ve baskı kalitesine bağlı olarak kafatası kemikleri arasındaki bazı dikeş izleri (suturalar) ile 2 mm'den küçük çaptaki deliklerin net olarak görüntülenemediği tespit edildi. Sonuç olarak, elde edilen plastik replikaların hafif olması, düşme, çarpma gibi etkilere karşı daha dayanıklı olması, temizliği, kolay saklanabilir olması, düşük maliyeti, gerektiğinde tekrar basılabılır ve model üzerinde düzeltmeler yapılabilir olması gibi önemli avantajları yanında, anatomik doğruluk açısından da veteriner anatomi eğitiminde kullanılabilir olduğu belirlendi.

How to cite this article: Güvener O, Oto Ç. 3d printing of skull models in horse, cattle and pig. Vet Hekim Der Derg 95(2): 96-103, 2024.

DOI: 10.33188/vetheder.1439194

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

## 1. Introduction

Three-dimensional printing technology and printers are advanced technologies that have been widely used in the medical field in recent years (1-3). The printing and modeling process is an additive manufacturing technology based on the production of digitally created or computerized images with any three-dimensional scanner in layers with special printers after CAD (computer assisted design) and CAM (computer assisted manufacturing) programs (4). According to the printing material and technology used, there are 3 basic printer models; SLA (Stereolithography), SLS (Selective laser sintering) and FDM (Fused deposition modeling). SLA printers use liquid resin as the material. With the effect of laser and UV rays reflected on the liquid resin placed in the printer's tank, the liquid hardens and the desired object is modeled. SLS printers work on the principle of modeling by hardening the powdered material with laser beams. Although both methods provide the highest print quality, their use is limited due to their high costs. The most commonly used printers are FDM printers that melt thermoplastic materials by heating and pour them onto the tray layer by layer (4-6). The most intensive use of 3D printing technology in medicine is educational training and surgical planning through anatomical models. In veterinary anatomy education, animal bone models obtained with 3D printing have been used extensively in recent years (7-9). Apart from this, patient-specific orthosis and prosthesis production, laboratory equipment production, controlled drug release systems and bioprinting, which have been developing in recent years, are other areas where 3D printing technologies are used (4).

The basis of veterinary anatomy education is osteology. The cranium has the most complex anatomical structure among the bones in the skeleton and the region with the highest variation among animals in comparative anatomy education (10). The skull (cranium), which is shaped by a large number of flat bones that begin to fuse with each other in the prenatal period, basically consists of 2 parts: the neurocranium surrounding the brain cavity and the viscerocranium shaped by the facial bones. The cranium is a very complex anatomical structure with many intrusions, protrusions, holes, notches, cavities etc., which has clinical importance due to its vital functions and vital structures on it (11). For this reason, skulls and related organs of different animal species are studied in 3D and comparatively in anatomy practice trainings (12-15).

The skulls used in veterinary anatomy practice education are obtained by cleaning the undamaged and anatomically intact animal heads as a result of the maceration process (16). The source of bone material is primarily necropsied animals, carcasses from slaughterhouses and donors. Due to urbanization, ungulate specimens are both few in number and their anatomical structures are disrupted as their skulls are opened during necropsy. Cattle carcasses can be obtained from slaughterhouses, but their cost is very high due to the edible material on the head. Pork is not widely available in our country, so its supply is very limited. In addition, maceration methods to remove organic material are laborious and time consuming. The chemicals used during maceration have harmful effects. These materials are difficult to store and protect from rodents. Flat skull bones and anatomical structures on the skull are very sensitive to impacts such as falls and bumps and break immediately. For all these reasons, it is very difficult to provide sufficient number of horse, ox and pig skull models in veterinary anatomy practice education. At this point, it is important that plastic-based skull models obtained by 3D printing can be used as an alternative educational material.

This study aims to determine the anatomical accuracy of the replica models to be obtained by computed tomography scanning from horse, cattle and pig skulls used as large breed animal samples in veterinary anatomy practice to determine the errors that may occur in pre-printing, printing and post-printing processes and to reveal the advantages and disadvantages of the models. In addition, with the digital data to be created, material continuity will be ensured by taking reprints when needed.

## 2. Material and Methods

Three adult horse, ox and pig skulls from the bone collection in the osteology laboratory of the Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine, Ankara University, which are currently used as educational materials, were

used as the data source for the models to be created in the study. Transverse, 1.5 mm thick, contiguous single slices were obtained on a spiral, single-sliced CT scanner (Philips Picker PQ 2000) at a private animal hospital in Ankara, Turkey. Scanning parameters of CT images were given in Table 1.

**Table 1:** CT scanning parameters

**Tablo 1:** CT tarama parametreleri

	kV	mA	ST (mm)	FOV
<b>Horse</b>	120	50	1.5	480x480
<b>Cattle</b>	120	65	1.5	480x480
<b>Pig</b>	120	65	1.5	480x480

kV; kilovolt power unit, mA; milliampere current unit, ST; slice thickness, FOW; field of view

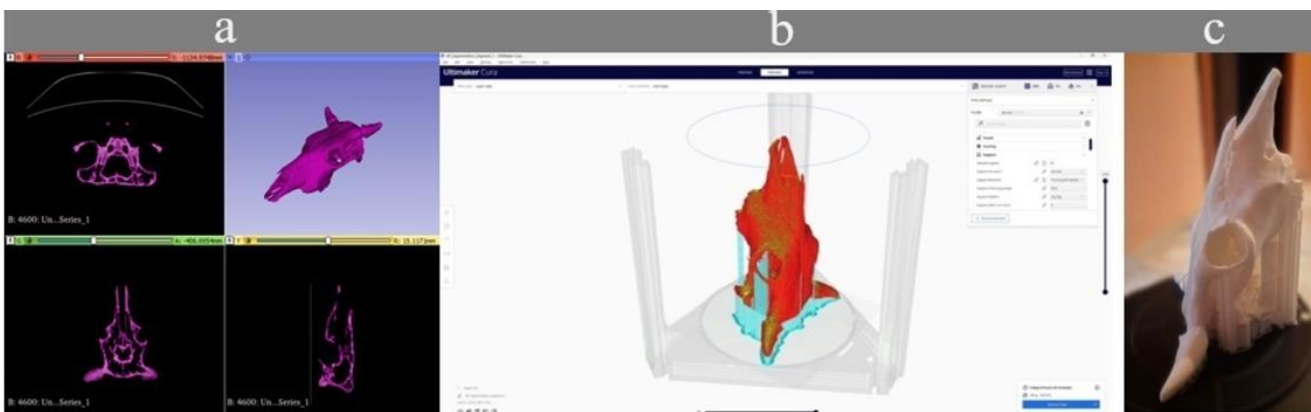
The obtained DICOM images were prepared for printing using open source 3D design programs 3d slicer (BWH), meshmixer (Autodesk) and cura (Ultimaker). CAD and CAM stages are given in Figure 1. From the created digital 3D models (Figure 2), print models were prepared in the same size as the organic skulls with 15% filling. With the software used, the anatomical accuracy of the printed replicas was increased by correcting the deficiencies, fractures, cracks or distortions in the normal anatomical structure of the organic bones, especially in the teeth, fine protrusions and surfaces, on the digital model. The finalized model with support structures was printed using an FDM printer (anycubic, predator delta) and pla filament (esun pla 1.75 mm, white). The printer, filament and printing parameters used are given in Table 2. After printing, the support material was removed and anatomical evaluation was performed on the final cleaned skulls in comparison with organic skulls.

**Table 2:** 3d printing parameters

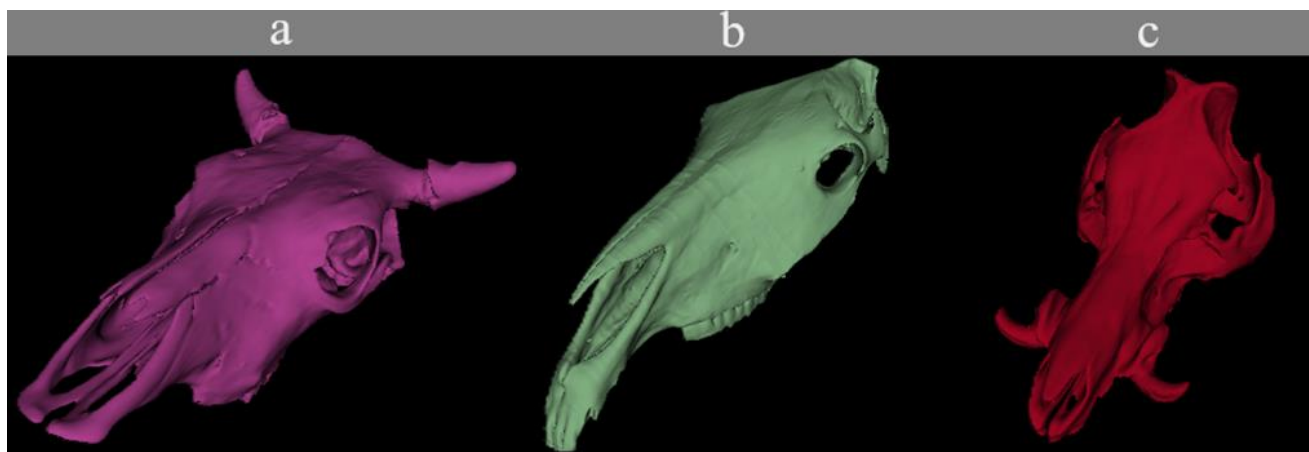
**Tablo 2:** 3d baskı parametreleri

	Print temp.	Infill Rate	Print Resolution	Print Speed
<b>FDM</b>	205 C	%15	0.28mm	50mm/s

FDM; fused deposition modeling - additive manufacturing, C; degrees Celsius



**Figure 1:** 3d printing process (a) 3d reconstruction, (b) slicing, (c) printings  
**Şekil 1:** 3d basım işlemi (a) 3d rekonstrüksiyon, (b) dilimleme, (c) baskılar



**Figure 2:** 3d reconstruction models (a) ox, (b) horse, (c) pig  
**Şekil 2:** 3d rekonstrüksiyon modelleri (a) sığır, (b) at, (c) domuz

### 3. Results

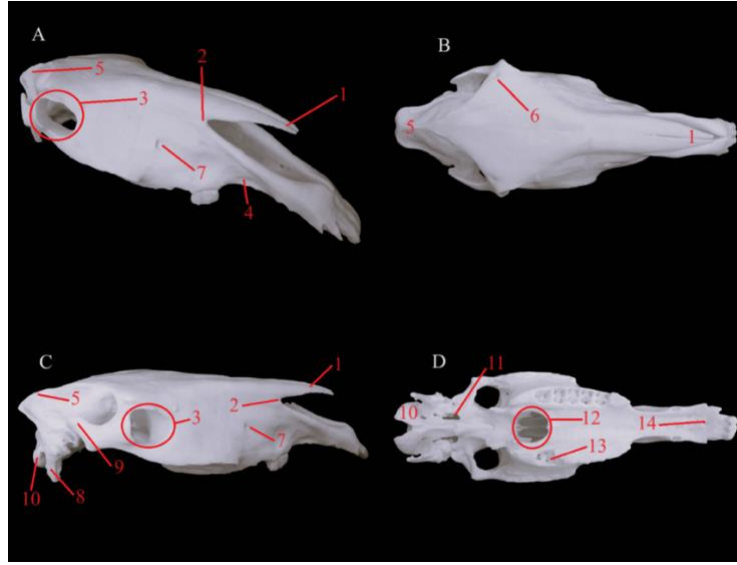
In the study, three-dimensional digital and physical printing models were made on CT cross-sectional images of masserated horse, cattle and pig skulls. The weights and weight/printing time ratios of the replicas are given in table 3 in comparison with the real skulls. Plastic models were found to be approximately 45% lighter than organic models in horse, 55% lighter in cattle and 60% lighter in pig. The weight (g)/pressure time (s) ratio was calculated as 11.8 in horse skull models, 12.7 in cattle models and 7.4 in pig models.

In the anatomical evaluation, it was observed that the prominent anatomical structures such as nasal process, orbit, chona, jugulary process, zygomatic arch in the skull of all three animal species had a great anatomical accuracy in detail between replicas and organic models. Anatomical holes and notches larger than 2 mm in diameter could be visualized easily on the exact position. However, for smaller holes, there was a loss of detail due to the thickness of the nozzle tips on the devices used. Similarly, the details of bone joints and sutures, especially on the basal surface of the skull, were lost due to the tresholding and smooting processes during digital modeling. The prominent anatomical structures on the replicas are shown in Figures 3-5.

**Table 3:** Comparison of weight and weight/printing time ratio of the replicas  
**Tablo3:** Modellerin ağırlık ve ağırlık/baskısıresi oranlarının karşılaştırılması

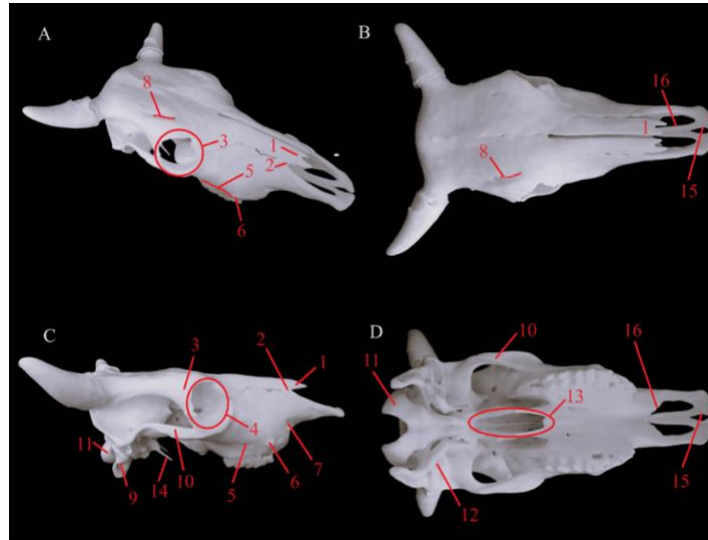
	HORSE(g)	CATTLE(g)	PIG(g)
<b>Time</b>	93.5	59.5	43
<b>Weight</b>	r/g 2064/1104	1672/760	816/320

r/g; replica - cadaver comparison, (g); gram



**Figure 3:** Anatomical structures on the 3d skull replica of horse (A) obliq, (B) dorsal, (C) lateral, (D) ventral, 1. Processus septalis, 2. Incisura nasoincisiva, 3. Orbita, 4. Margo interalveolaris, 5. Crista sagittalis externa, 6. Foramen supraorbitale, 7. Foramen infraorbitale, 8. Processus jugularis, 9. Arcus zygomaticus, 10. Condylus occipitalis, 11. Foramen lacerum, 12. Chona, 13. Alveoli dentes, 14. Foramen incisivum

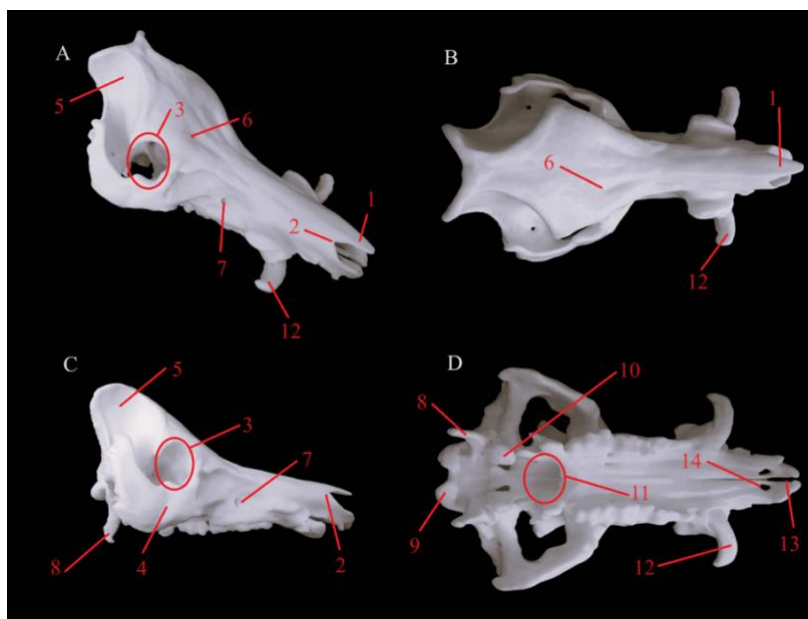
*Şekil 3: Atın 3b kafatası modelinde anatomik yapılar*



**Figure 4:** Anatomical structures on the 3d skull replica of cattle (A) obliq, (B) dorsal, (C) lateral, (D) ventral, 1. Processus septalis, 2. Incisura nasomaxillaris, 3. Orbita, 4. Arcus orbitalis, 5. Crista facialis, 6. Tuber faciale, 7. Foramen infraorbitale, 8. Foramen supraorbitale et sulcus supraorbitalis, 9. Processus jugularis, 10. Arcus zygomaticus, 11. Condylus occipitalis, 12. Bulla tympanica, 13. Chona, 14. Processus muscularis, 15. Fissura incisiva, 16. Fissura palatinum.

*Şekil 4: Sığırın 3b kafatası modelinde anatomik yapılar*





**Figure 5:** Anatomical structures on the 3d skull replica of pig (A) obliq, (B) dorsal, (C) lateral, (D) ventral, 1. Processus septalis, 2. Incisura nasoincisiva, 3. Orbita, 4. Arcus zygomaticus, 5. Fossa temporalis, 6. Foramen supraorbitale, 7. Foramen infraorbitale, 8. Processus jugularis, 9. Condylus occipitalis, 10. Bulla tympanica, 11. Chona, 12. Dens caninus, 13. Fissura incisiva, 14. Fissura palatinum

*Şekil 5: Dommuzun 3b kafatası modeli üzerinde anatomik yapılar*

#### 4. Discussion and Conclusion

The quality of the models produced in our study depends primarily on high anatomical accuracy and then on the practical usability of the models. From the scanning method to the type of material used, each stage of the printing process affects the quality of the models to a certain extent. In this context ;

Surface scanning, microCT, CT, MRI and USG methods are used for 3D printing of bone tissues (4). Surface scanners does not allow the printing of internal structures, MR and USG scans provide high resolution in soft tissues rather than bone tissue imaging. Micro tomography provides the best detail, but the small volume of the tissues examined limits the use of the method for anatomical modeling. For all these reasons, the best resolution images for large volumes of bone tissues are obtained by computed tomography (17). In our study, modeling was performed on cross-sectional images scanned with computed tomography to obtain the highest anatomical resolution.

Software that allows segmentation, mesh refinement and slicing stages are used in the digital creation of three-dimensional models (18). In addition to very high-cost and high-precision software (e.g. Mimics), there are also open source programs that can be accessed by everyone. In our study, 3D slicer, Meshmixer and Cura programs, also used by Bücking et al (18), were used. It was seen that open source programs are sufficient in terms of anatomical accuracy, accessibility, and ease of use and can be preferred for models to be used for educational training purposes. In addition, it would be more appropriate to use professional software, printers, and materials with standardized calibration, especially for surgical use, design of prosthesis/orthosis design, and printing of sensitive laboratory tools.

It was determined that the printing parameters (Table 2), which were specified by Comrie et al. (17); Bilal et al. (19); Elizabeth et al. (20); and Sucuoğlu et al. (21) which we used for the models obtained in our study, provided sufficient robustness, dimensional consistency, visual aesthetics and anatomical detail in terms of wall thickness, internal filling ratio and layer thickness of the models. The positioning of the digital model on the tray before printing

and the creation of support tissues is one of the factors that directly affect the print quality. It was determined that the best results in animal skull bones were obtained by placing the model in an upright position with the nuchal region sitting on the base.

As a result, the advantages of skull models obtained by three-dimensional printing such as being lighter, stronger, and less costly compared to organic bones, more suitable cleaning and storage conditions, being correctable and reprintable when necessary, and having no known harmful effects on health are important in terms of ease of use and preference. In addition, it has been determined that the printed models have high anatomical accuracy and most of the important anatomical structures in the skull can be visualized. However, it was also observed that the sutures between the bones could be lost during printing due to the thresholding process and the printing of holes and notches under 2 mm in diameter due to the nozzle diameter of the printer. It is thought that the models can be used as an example in theoretical and practical training of veterinary anatomy and that models with higher detail can be obtained in the near future with the widespread use of technology and decreasing costs.

### **Conflict of Interest**

The authors declared that there is no conflict of interest.

### **Funding**

This work is not supported by any project.

### **Authors' Contributions**

Idea/concept: Çağdaş OTO

Design of experiments: Orçun GÜVENER

Auditing/Consultancy: Çağdaş OTO

Data collection: Orçun GÜVENER

Data analysis and interpretation: Çağdaş OTO, Orçun GÜVENER

Literature review: Orçun GÜVENER

Writing of the article: Çağdaş OTO, Orçun GÜVENER

Critical review: Çağdaş OTO

### **Ethical approval**

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

### **Acknowledgements**

This study was summarised from a part of the master's thesis titled "Comparative Anatomical Studies for 3D Printed Skull Models" approved by Ankara University Institute of Health Sciences.

The authors wish to thank "Bülent Fahri İnce at PetCode Ankara Animal Hospital" for their technical support during the computed tomography scanning of the organic skulls.

### **References**

1. Erdoğan HB. The importance of medical imaging in surgical applications and the use of three-dimensional anatomical models. *UUJFE* 2019;27:491–503.
2. Gorham DMQ, Khan M J. Thinking outside of the box: The potential of 3d printing in veterinary medicine. *J Vet Sci Technol* 2016;7(5):360

3. Özkadif S. Some veterinary anatomical studies using three dimensional reconstruction. *Batman Univ Journal of Life Sciences* 2015;5:288-295.
4. Huri P, Oto Ç. 3d printing in veterinary medicine. *Ankara Univ Vet Fak Derg* 2022;69:111-117.
5. Crişan MI, Rennie E, Holland J, Yost K, Nahabedian D, Holt B, Purdoiu R. The advantages of 3D printing for teaching the equine phalanges. *Anat Histol Embryol* 2018;47: 17.
6. Wölfel I, Zandt E, Weber S, Meyer-lindenberg A, Brühschwein A, Nautrup CP. Learning anatomic osseous structures with the help of multimedia applications. *Anat Histol Embryol* 2016;45: 95.
7. Bakıcı C, Güvener O, Oto Ç. 3D printing modeling of the digital skeleton of the horse. *Journal of Veterinarian Association* 2021;92:152-158.
8. Li F, Liu C, Song X, Huan Y, Gao S, Jiang Z. Production of accurate skeletal models of domestic animals using three-dimensional scanning and printing technology. *Anat Sci Educ* 2018;11:73–80.
9. Thomas DB, Hiscox JD, DixonBJ, Potgieter J. 3D scanning and printing skeletal tissues for anatomy education. *J. Anat* 2016;229: 473-481.
10. Heck L, Wilson LAB, Evin A, Stange M, Sánchez-Villagra MR. Shape variation and modularity of skull and teeth in domesticated horses and wild equids. *Front Zool* 2018;15:14.
11. Dursun N. *Veterinary anatomy I*. 2nd ed. Ankara: Medisan; 1995.
12. Bakıcı C, Akgün RO, Oto C The applicability and efficiency of 3 dimensional printing models of hyoid bone in comparative veterinary anatomy education. *Vet Hekim Der Derg* 2019;90:71-75.
13. Bakıcı C, Akgun RO, Özen D, Algin O, Oto C. The volume fraction values of the brain compartments using the Cavalieri principle and a 3T MRI in brachycephalic and mesocephalic dogs. *Vet Med (Praha)* 2019;64:482-489.
14. Bakıcı C, Akgun RO, Ekim O, Soydal C, Oto C. Volumetric analysis of the cranial and nasal cavity from micro-computed tomography scans in the rabbit. *Folia Morphol* 2020;79(2):333-338.
15. Tsandev N, Bakıcı C, Vodenicharov A. Evaluation of the compatibility between corrosion casts and 3D reconstruction of pig head arterial system on cone beam computed tomography. *Ankara Univ Vet Fak Derg* 2022;69:419-424.
16. Ajayi A, Edjomariogwe O, Iselaiye OT. A review of bone preparation techniques for anatomical studies. *MJB* 2016;3(2):76-80.
17. Comrie ML, Monteith G, Zur Linden A. The accuracy of computed tomography scans for rapid prototyping of canine skulls. *Plos one* 2019;14:e0214123.
18. Bücking TM, Hill ER, Robertson JL, Maneas E, Plumb AA, Nikitichev DI. From medical imaging data to 3d printed anatomical models. *Plos One* 2017;12(5):e0178540.
19. Bilal M, Neha S, Shuaishuai C, Florian SH, Hans-Florian Z, Florian MT. Evaluation of the dimensional accuracy of 3d-printed anatomical mandibular models using FFF, SLA, SLS, MJ, and BJ printing technology" *J Clin Med* 2020;9:817.
20. Elizabeth G, Peter L, Frank JR, Dimitrios M. Measuring and establishing the accuracy and reproducibility of 3d printed medical models. *RadioGraphics* 2017;37:1424-1450.
21. Sucuoğlu HS, Boğrekçi I, Demircioğlu P, Gültekin A. The effect of three-dimensional printed infill pattern on structural strength. *ECJSE* 2018;5(3):785-796.



doi 10.33188/vetheder.1419157

Araştırma Makalesi / Research Article

## Türkiye'nin et ithalatının enflasyon üzerine etkisi

Seyfettin TUNCEL <sup>1,a\*</sup><sup>1</sup> Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan sağlığı ekonomisi ve işletmeciliği Anabilim Dalı, Kırıkkale, TürkiyeORCID ID 0000-0003-3575-1835<sup>a</sup>

### MAKALE BİLGİSİ /

ARTICLE  
INFORMATION:

Geliş / Received:

13 Ocak 24

13 January 24

Revizyon/Revised:

02 Nisan 24

02 April 24

Kabul / Accepted:

07 Mayıs 24

07 May 24

Anahtar Sözcükler:

Et ithalatı

Tüketici fiyat endeksi

(TÜFE)

Enflasyon fiyat baskısı

Sığır eti

Keywords:

Meat imports

Consumer price index

(CPI)

Inflation price pressure

Beef

©2024 The Authors.

Published by Veteriner

Hekimler Derneği. This is

an open access article

under CC-BY-NC license.

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

org/licenses/by-nc/4.0)



### ÖZET

Gıda sektöründe tekil ürünlerin fiyatlarında ortaya çıkan beklenmedik sapmalar, ulusal ekonomiler tarafından yakından izlenmektedir. Söz konusu tekil ürünlerdeki fiyat artışları, gıda fiyatlarını ve beraberinde genel enflasyon seviyesi üzerinde olumsuz etkiye neden olmaktadır. Türkiye'de son yıllarda münferit gıda fiyatları içerisinde özellikle sığır eti fiyatları; üretici, tüketici ve ekonomi yönetimi yönünden tartışmaların odağında olmuştur. Kamu otoritesi, bir taraftan et ithalatı ile piyasada et arzını dengelemeye çalışırken, diğer taraftan bu arz artışını et fiyatlarını baskılama aracı olarak kullanmış ve bu durum Tüketici fiyat endeksi (TÜFE) madde sepeti üzerinde fiyat baskısına neden olmuştur. Araştırma kapsamında, et ithalatı sonrasında tekil olarak sığır eti eti fiyatlarında ortaya çıkan düşüş ve bu durumun enflasyon sepetinde neden olduğu baskı seviyesi incelenmiştir. Buna göre, 2010-2022 yılları arasında sırasıyla %5.77, %3.90, %6.05, %4.28, %4.59, %4.81, %6.04, %4.87, %3.28, %5.45, %4.92, %2.45 ve %2.70 seviyesinde fiyat baskısı tespit edilmiştir. Bunun sonucunda enflasyon 2010-2022 yılları arasında %0.39, %0.42, %0.40, %0.33, %0.39, %0.44, %0.55, %61, %0.69, %0.68, %0.75, %0.91, %1.78, seviyesinde düşük seviyede gerçekleşmiştir. Diğer deyişle, 2022 yılında %66.20 seviyesinde olması gereken TÜFE, et ithalatı aracılığıyla %2.70 düzeyinde baskılanmış ve enflasyon %1.78 oranında azalarak %64.42 düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu araştırmanın odak noktası, et ithalatı ve enflasyon ilişkisidir. Araştırma gelecekte hayvancılık sektöründe uygulanacak politikalara ve yapısal reformlara ışık tutacaktır.

### The impact of Türkiye's meat imports on inflation

#### ABSTRACT

In the food sector, unexpected deviations in individual food prices are closely monitored by national economies due to their possible negative effects on inflation. In Türkiye, in recent years, within the individual food prices, especially beef prices have been at the center of discussions in terms of producers, consumers and economic management. On the one hand, the public authority has tried to balance the meat supply in the market through meat imports, on the other hand, it has used this increase in supply as a means of suppressing meat prices and this situation has caused price pressure on the Consumer price index (CPI) item basket. Within the scope of the research, the decline in beef meat prices following meat imports and the level of pressure caused by this situation on the inflation basket are analyzed. Accordingly, price pressures of 5.77%, 3.90%, 6.05%, 4.28%, 4.59%, 4.81%, 6.04%, 4.87%, 3.28%, 5.45%, 4.92%, 2.45% and 2.70% were determined between 2010-2022, respectively. As a result, inflation was realized at low levels of 0.39%, 0.42%, 0.40%, 0.33%, 0.39%, 0.44%, 0.55%, 61%, 0.69%, 0.68%, 0.75%, 0.91%, 1.78%, between 2010 and 2022. In other words, the WPI, which should have been 66.2% in 2022, was suppressed by 2.92% through meat imports and inflation decreased by 1.78% to 64.42%. The focus of this research is the relationship between meat imports and inflation. The research will provide insights into the policies and structural reforms that should be implemented in the livestock sector in the future.

## 1. Giriş

Gıda sektöründeki fiyat risklerini yöneterek, fiyatlar genel seviyesinde istikrarın sağlanması, ekonomi yönetiminin temel hedefleri arasındadır. Buna göre, tekil gıda kalemleri fiyatlarında, beklenmedik saptmaların etkileri engellenerek, bu ürünlerin gıda fiyat enflasyonu ve sonrasında genel enflasyon düzeyi üzerinde büyük şoklara yol açma riski en aza indirilir. Literatürde tekil gıda enflasyonu serilerinin, toplam enflasyon serisinde ortaya çıkan çıkardığı etkinin tespit edilmesine yönelik birçok araştırma bulunmaktadır (1-3).

Tekil ürünler ve enflasyon arasında varolan yüksek korelasyon ilişkisi uzun dönem kamu otorileri ve politika yapıcılarının dikkatini çekmiştir (4). Özellikle et ürünlerinde ortaya çıkan bir fiyat değişiminin, öncelikle gıda fiyat enflasyonunda ve sonrasında fiyatlar genel düzeyine olan etkisi, ekonomi yönetiminin enflasyonla mücadele programı çerçevesinde yakından takip edilmektedir.

Ekonomi yönetimleri, enflasyonla mücadele programlarını, tekil gıda fiyatlarındaki değişim ile birlikte bu değişime neden olan küresel fiyat artışı, spekülasyon faaliyetleri, talep şokları, kuraklığa bağlı arz şokları, pandemi ve tedarik zinciri kaynaklı problemler ve tarımsal girdi fiyatlarındaki değişimler gibi parametreleri dikkate alarak belirler (5). Buna göre ekonomi yönetimi, enflasyon sorunu sözkonusu olduğunda bir taraftan para politikası, piyasa beklentileri, ödemeler dengesi gibi temel mekanizmaları işletirken, diğer taraftan tekil ürünlere etki eden doğrudan ve dolaylı unsurları takip ederek, enflasyonla mücadele politikasını yürütmektedir.

Türkiye’de kamu otoritesi, enflasyonla mücadele kapsamında beklenmedik saptmaların yaşanmaması ve enflasyon üzerinde kontrolünü korumak için, enflasyon sepeti içerisindeki bazı maddelerin fiyatlarının kontrolünü, stratejik bir yaklaşım olarak görmektedir. Bu nedenle 2023 yılında enflasyon hesaplanmasında kullanılan 404 maddenin her biri stratejik öneme sahip olmakla birlikte, özellikle karkas fiyatları kamuoyunda en çok tartışılan maddelerden biri olmuştur (6,7).

2010 yılı sonrasında Türkiye’de kamu otoritesi bir taraftan et ithalatı ile kırmızı et açığını kapatarak, kırmızı ette arz ve talep dengesini sağlamayı hedeflerken, diğer taraftan enflasyonla mücadele politikası kapsamında, enflasyon sepetindeki güçlü nispi ağırlığı (2023 itibarıyla %2.02) nedeniyle, sığır eti fiyatlarını baskılayarak, enflasyonu oranını düşürmede, et fiyatlarını etkili bir araç olarak kullanmaya çalışmıştır. Ancak kamu otoritesinin, enflasyonla mücadele politikası nedeniyle baskılanan karkas fiyatları, sığır besi işletmelerinin kâr marjlarında önemli kayıplara yol açmaktadır. Bu durum sonucunda, sığır besi işletmeleri ekonomik yönden sürdürülebilirlik problemi gibi kronik problemlerle karşı karşıya kalmaktadır (8).

Türkiye’de sığır besi işletmecileri, et ithalatının yoğun olarak başladığı 2010 yılında en önemli üç sorun olarak sırasıyla kırmızı et sektöründe sığır varlığındaki azalış, besi materyali fiyatlarının yüksekliği ve süt fiyatlarındaki düşüşü gerekçe olarak bildirmiştir. Bu üç sorunun çözümünde et ithalatının rolü uzun yıllardır tartışılmaktadır (9).

Özellikle 1985-2010 yılları arasında besi materyali fiyatlarındaki reel artış nedeniyle et ithalatı kamu otoriteleri tarafından günü kurtarma aracı olarak devamlı gündemde tutulmuştur (10).

Bu noktada, canlı sığır ve sığır eti ithalatının iç piyasadaki fiyatları kısmen etkilediği, yıllar içerisinde döviz kurundaki değişimin ithalatın maliyetine yansıdığı ve yem fiyatlarındaki artışın, sığır eti üretici fiyatları üzerinde daha fazla baskı oluşturduğu bilinmesi rağmen et ithalatı konusunda ısrarlı bir duruş sergilenmiştir. Bu durum sektörde Türkiye sığır besi işletmelerinin yatırım kararlarında endişe ve tereddüte neden olarak bu sektörde üretim yapacak işletmeleri fiyat dengesizliği riski ile karşı karşıya bırakmıştır (11,12).

Buna göre özellikle et ithalatı kısa vadeli olarak fiyatları düşürüyor görünse de uzun vadeli olarak sektörde neden olduğu olumsuz etkiler gözardı edilmemelidir (12).

2010-2019 yılları arasında Türkiye’de et ithalat miktarındaki %1’lik bir artışın, kırmızı et fiyatlarında %0,28’lik bir azalmaya neden olması, et ithalatının kırmızı et fiyatlarında ortaya çıkardığı değişimin, fiyatlar genel seviyesinde ortaya çıkaracağı muhtemel etkiyi akla getirmektedir (13).

Buna göre yapılan araştırma kapsamında, et ithalatı sonrasında tekil olarak sığır eti eti fiyatlarında ortaya çıkan düşüş ve bu durumun enflasyon sepetinde neden olduğu baskı seviyesi incelenecektir (7). Bu bağlamda TÜİK tarafından kullanılan güncel enflasyon sepetine ek olarak, “et ithalatı olmasa sığır eti fiyatları ne seviyede olurdu” düşüncesinden yola çıkarak deneysel sığır eti ve deneysel enflasyon sepeti oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda gerçekleşen ve deneysel enflasyon sepetleri arasındaki fark analiz edilerek karkas fiyat baskılaması düzeyi tespit edilmiştir. Literatürde deneysel enflasyon sepeti oluşturma yöntemi ile analiz yapan çalışmalar bulunmasına karşılık (14), kırmızı et sektörü yönünden bu çalışma özgündür. Araştırmanın gelecekte hayvancılık sektöründe uygulanacak politikalara ve yapısal reformlara ışık tutacağı düşünülmektedir.

## 2. Gereç ve Yöntem

Araştırma kapsamında öncelikle Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) ve TÜFE madde sepetinde yer alan et ve et ürünlerinin değerlendirilmesi yapılacaktır.

### Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)

2023 yılı itibarıyla TÜFE, 895 çeşit ürün ve 404 madde için 27.411 işyeri ve 5.246 konuttan her ay için 564.710 fiyat verisi ile hesaplanmaktadır. Araştırma kapsamında kırmızı et fiyat değişimlerinin enflasyona olan etkisi incelendiğinden bu maddelerin yer aldığı TÜFE ile et ve et ürünleri maddeleri araştırmada kullanılmıştır. TÜFE 12 ana kategoriden oluşmaktadır. Bu kategori Tablo 1’de verilmiştir (7).

**Tablo 1:** TÜFE ana kategoriler

*Table 1: CPI main categories*

Ana kategoriler	%
1 Gıda ve Alkolsüz İçecekler	25.43
2 Alkollü İçecekler ve Tütün	3.57
3 Giyim ve Ayakkabı	6.41
4 Konut	16.62
5 Ev Eşyası	8.67
6 Sağlık	3.53
7 Ulaştırma	15.08
8 Haberleşme	3.30
9 Eğlence ve Kültür	3.25
10 Eğitim	1.67
11 Lokanta ve Oteller	7.82
12 Çeşitli Mal ve Hizmetler	4.64
	100.00

Tablo 1’de bu ana kategoriler içerisinde 1. Kategori olan Gıda ve Alkolsüz İçecekler kategorisi içerisinde bulunan et ve et ürünleri maddesine ait detaylar Tablo 2’de verilmiştir (7).

**Tablo 2:** Et ve et ürünleri fiyatlarının TÜFE’de ağırlıkları**Table 2:** Weight of meat and meat product prices in CP

Madde kodu	Madde listesi	%
0112201	Dana Eti	2.0222
0112401	Kuzu Eti	0.7743
0112501	Tavuk Eti	1.0973
0112602	Diğer etler ve yenilebilir sakatatlar	0.0594
0112701	Taze balık ve deniz ürünleri	0.2612
0112702	Kurutulmuş, Tuzlanmış veya tütsülenmiş et	0.6205
Toplam		4.8349

Tablo 2 incelendiğinde, 2023 yılında enflasyon sepetinde et ve et ürünlerinin doğrudan %4.83 etkisinin olduğu görülmektedir. Ayrıca et fiyatlarının, Tablo 1 de 11 nolu Lokanta ve oteller gibi ana kategorilere de dolaylı etkisinin olduğu dikkate alındığında karkas fiyatları, enflasyonla mücadelede önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

TÜİK madde sepetlerinin ve ağırlıklarının güncellemesi, her yılın sonunda yapılmakta ve zincirleme Laspeyres formülü ile seri devam ettirilmektedir. Her yıl Aralık ayı itibari ile, yeni maddeler endekse dahil edilmekte ya da önemini kaybeden maddeler endeksten çıkarılmakta ve yeni ağırlıklar endeks hesabında kullanılmaktadır. Cari fiyatların, “yeni fiyat referans dönemi (Po)” olan bir önceki Aralık ayının fiyatlarına bölünmesiyle, endeks hesaplanmakta ve Aralık ayı endeksi ile çarpılarak zincirleme işlemi yapılmaktadır (15).

$$I = w * (P_i / P_o)$$

I : endeks, P<sub>i</sub> : cari ay fiyatı, w : ağırlık, P<sub>o</sub>: temel yıl fiyatı, I<sub>t</sub>=w<sub>i</sub> \* (P<sub>it</sub> / P<sub>Aralık(t-1)</sub>) \* I<sub>Aralık(t-1)</sub>

w<sub>i</sub> : yeni ağırlık, t : zaman

Madde çeşidi fiyatları geometrik ortalama ile hesaplanmaktadır.

Araştırmada, et ithalatının olmadığı bir senaryoda, et talebini düşürmek için fiyatların nasıl değişmesi gerektiği, et talep esnekliği kullanılarak hesaplanabilir. Buna göre araştırmada kullanılacak Türkiye’de sığır eti talep esnekliği üzerine literatürde çalışmalar Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 3:** Türkiye’de sığır eti talep esneklikleri**Table 3:** Beef demand elasticities in Türkiye

Araştırma no	Araştırma bölgesi	Araştırma dönemi	Sığır eti talep esnekliği	Literatür
1	Türkiye geneli	1970-1994	1.09	Ekinci (16)
2	Isparta	2003	0.20	Hatırlı (17)
3	Türkiye geneli	2008	1.89	Akbay (18)
2	Batı Akdeniz Bölgesi	2006	0.68	Aktaş ve Hatırlı (19)
3	Aydın	2010	0.70	Demir (20)
4	Erzurum	2010	0.54	Kadanalı (21)

Tablo 3’de sığır eti talep esnekliği üzerine bölgesel çalışmalar olduğu gibi Türkiye geneli üzerine hesaplamaların yapıldığı araştırmalarda gösterilmiştir.

Araştırmada hesaplamada Tablo 3’te verilen sığır talep esnekliklerinden, Türkiye genelini kapsayan bir çalışma olması, TÜİK verilerinin kullanılmış olması ve Türkiye genelinde yapılmış en güncel araştırma olması nedeniyle Akbay(18)’in hesapladığı sığır eti talep esnekliği verisi ‘1.89’ kullanılmıştır.

Araştırma kapsamında, 2010-2021 yılları arasında, çeyrek frekansta TÜİK sığır eti fiyatı ve talep

verileri aracılığıyla, et ithalatı gerçekleştirmediği varsayımı altında ortaya çıkacak fiyat değişimi hesaplanarak, bunun enflasyon sepeti içerisinde görece etkisi hesaplanmıştır.

Buna göre araştırma yönteminde kullanılan sığır et talep esnekliği, piyasada fiyat değişimleri sonucunda talep değişimlerini gözlemleyebileceğimiz bir parametre olmasının yanısıra, tersinden incelendiğinde sığır eti talep esnekliği, hangi fiyat düzeyinde talep ne olurdu sorusuna açıklık getirecek bir parametre olmasından kaynaklanmaktadır. Buna göre et ithalatı gerçekleştirilmeseydi sadece yurtiçinde gerçekleşen sığır eti üretimi dikkate alınarak ortaya çıkacak fiyat seviyesi sığır eti talep esnekliği kullanılarak hesaplanmıştır.

Sözkonuzu hesaplamada et ithalatı olmasaydı et fiyatlarında ortaya çıkacak değişimin TÜFE madde sepeti üzerindeki etkisi dikkate alınmaktadır. Türkiye’de TÜİK tarafından TÜFE madde sepetinin düzenli olarak güncellenmesi yapılmaktadır. Ancak araştırmada kapsamında güncel 2023 yılı madde ağırlıkları ve madde sepeti geçmiş dönemler içinde kullanılarak bir hesaplama yapılmıştır.

Araştırma verileri 2010 yılından itibaren çalışmaya dahil edilmiştir. Bunun birinci nedeni, et ithalatının 2010 yılı ve sonrasında başlamış olması, ikinci nedeni ise 2010 yılı sonrasında TÜİK tarafından et üretim miktarı hesaplamasında metodolojik değişikliğe gidilmesidir (22).

### 3. Bulgular

Araştırma kapsamında Enflasyon politikası etki verileri Tablo 4’te verilmiştir. Tablo 4’te öncelikle ikinci sütunda Türkiye’de yıllar itibariyle et üretimi verileri, üçüncü sütunda ise 2010 yılında, Türkiye’de canlı hayvan, et ve sakatat ithalatına izin verilmesi sonrasında yıllar itibariyle et ithalatı verileri gösterilmiştir. Burada et üretiminde düzenli bir artış olmakla birlikte, bu üretim artışında et ithalatının da önemli bir paya sahip olduğu görülmektedir. Tablo 4’te Türkiye’de yıllar itibariyle söz konusu et ithalatı gerçekleştirilmeseydi ortaya çıkacak arz açığı dördüncü sütunda verilmiştir. Buna göre et ithalatının maksimum seviyede olduğu 2018 yılında Türkiye’de toplam arzın %34.37’si et ithalatı aracılığıyla tedarik edilmiştir. Bu durum arz açığını kapatmakta et ithalatının boyutunu göstermektedir. Tablo 4’te beşinci sütunda TÜİK sığır eti fiyatları yıllar itibariyle verilmiştir. Ancak et ithalatı gerçekleştirilmediği varsayımı altında bu fiyatların ne yönde değişeceği fiyat esnekliği kullanılarak hesaplanabilir. Buna göre sığır eti talep esnekliği sığır eti fiyatlarında ortaya çıkan değişimin et talebinde neden olduğu değişimi gösterdiği gibi, talep esnekliği formülü tersinden incelendiğinde, et ithalatı olmadığı bir senaryoda, piyasada karşılanmayan sığır eti talebinin sığır fiyatlarda neden olacağı değişimi de gösterebilmektedir. Bu durum talep esnekliği mantığının doğal bir sonucudur (23).

Türkiye’de sığır etinde talep esnekliği seviyesi 1.89’dir. Buna göre daha düşük seviyede bir tüketim ve bir denge noktasının oluşması için fiyatların ne kadar yükselmesi gerektiği hesaplanarak Tablo 4’te altıncı sütunda deneysel sığır eti fiyatları hesaplanarak yıllar itibariyle verilmiştir. Bu durum et ithalatı olmadığına, et fiyatlarındaki artışın boyutunu göstermektedir. Bir sonraki adımda Türkiye’de TÜİK madde sepetinde sığır eti fiyatlarının ağırlığı %2.02 düzeyinde olduğu dikkate alınarak deneysel sığır eti fiyatları aracılığıyla enflasyon seviyesi yeniden hesaplanmıştır (7,18).

Tablo 4’te sekizinci sütunda et ithalatı gerçekleştirilmediği varsayımı altında ortaya çıkacak enflasyon seviyesi diğer deyişle deneysel enflasyon seviyesi hesaplanmıştır. Bir sonraki sütunda ise gerçekleşen enflasyon oranı ile deneysel enflasyon arasındaki fark hesaplanarak F ile gösterilmiştir. Son sütun olan onuncu sütunda ise F değerinin gerçekleşen enflasyon seviyesi içindeki nispi ağırlığı gösterilmiştir.

Tablo 4’te verilen parametrelerden TÜİK sığır eti fiyatları, deneysel sığır eti fiyatları, gerçekleşen enflasyon, deneysel enflasyon ve enflasyon baskısı verileri Şekil 1’de ‘Enflasyon politikası etki verileri’ adı altında şekil olarak gösterilmiştir.



**Tablo 4:** Enflasyon politikası etki verileri**Table 4:** Inflation policy impact data

Tarih	Et üretim (ton)	Et ithalatı (ton) <sub>1</sub>	Arz açığı (%) <sub>2</sub>	Sığır eti fiyatı (tl)	Deneyssel sığır eti fiyatı (tl) <sub>3</sub>	(C) <sub>4</sub>	(E) <sub>5</sub> Enflasyon (%) (TÜFE)	(D) <sub>6</sub> Deneyssel Enflasyon (%)	F <sub>7</sub> = (E-D) (%)	G <sub>8</sub> =(F)*100 /E (%)
2010	647 067	63 637	-9.83	18.41	27.46	1.49	6.40	6.79	-0.39	-5.77
2011	710 652	176 365	-24.82	18.54	41.55	2.24	10.45	10.87	-0.42	-3.90
2012	790 034	180 811	-22.89	17.51	37.55	2.14	6.16	6.56	-0.40	-6.05
2013	798 784	61 124	-6.36	15.83	20.87	1.32	7.40	7.73	-0.33	-4.28
2014	815 674	211 933	-25.98	17.10	39.32	2.30	8.17	8.56	-0.39	-4.59
2015	862 098	66 635	-7.73	21.14	29.31	1.39	8.81	9.25	-0.44	-4.81
2016	956 180	150 253	-15.71	25.03	44.70	1.79	8.53	9.08	-0.55	-6.04
2017	1 093 841	207 248	-18.95	27.44	53.44	1.95	11.92	12.53	-0.61	-4.87
2018	1 281 234	440 353	-34.37	28.76	78.18	2.72	20.3	20.99	-0.69	-3.28
2019	1 330 169	194 264	-14.60	31.32	54.19	1.73	11.84	12.52	-0.68	-5.45
2020	1 341 446	118 186	-8.81	35.66	51.37	1.44	14.60	15.35	-0.75	-4.92
2021	1 460 719	78 793	-5.39	43.52	55.26	1.27	36.08	36.99	-0.91	-2.45
2022	1 572 747	38 401	-2.44	87.06	97.69	1.12	64.27	66.05	-1.78	-2.70

1 Damızlık ve kasaplık toplam et ithalatı verileridir.

2 Et İthalatı olmadığında ortaya çıkan arz kaybını yüzdesel olarak ifade eder. (Arz açığı=Toplam et ithalatı/ Toplam et üretim\*100) şeklinde formüle edilir

3 Deneyssel sığır eti fiyatı, et ithalatının gerçekleştirilmediği senaryoda olası sığır eti fiyatını göstermektedir. Akbay ve ark (18) Fiyat talep esnekliği verileri(1.89) kullanılarak hesaplanmıştır.

4 C: Et ithalatı olmasaydı et fiyatlarında ortaya çıkacak oransal değişim= (sığır eti talep esnekliği=1.89) x Et ithalatının toplam et üretimi içindeki payı

Et ithalatının toplam et üretimi içindeki payı: [(Et üretim (ithalat hariç) / Et üretim (ithalat dahil) \*100)]

5 E= TÜFE (Tüketici fiyat endeksi), Genel olarak ekonomide referans alınan enflasyon oranı

6 D=Deneyssel enflasyon: Et ithalatı olmadığında sığır eti fiyatları ne olurdu sorusundan yola çıkarak bu senaryo sonrasında oluşan enflasyon oranını gösterir. Diğer deyişle enflasyonun hesaplandığı madde sepetinde, et ithalatı olmasaydı ortaya çıkacak fiyat değişimini talep esnekliği kullanarak hesaplanmaktadır. Bunun sonucunda et ithalatı gerçekleştirilmediği senaryoda enflasyon seviyesindeki değişimin ne olacağı hesaplanır. Araştırmada 'D' ile gösterilmiştir.

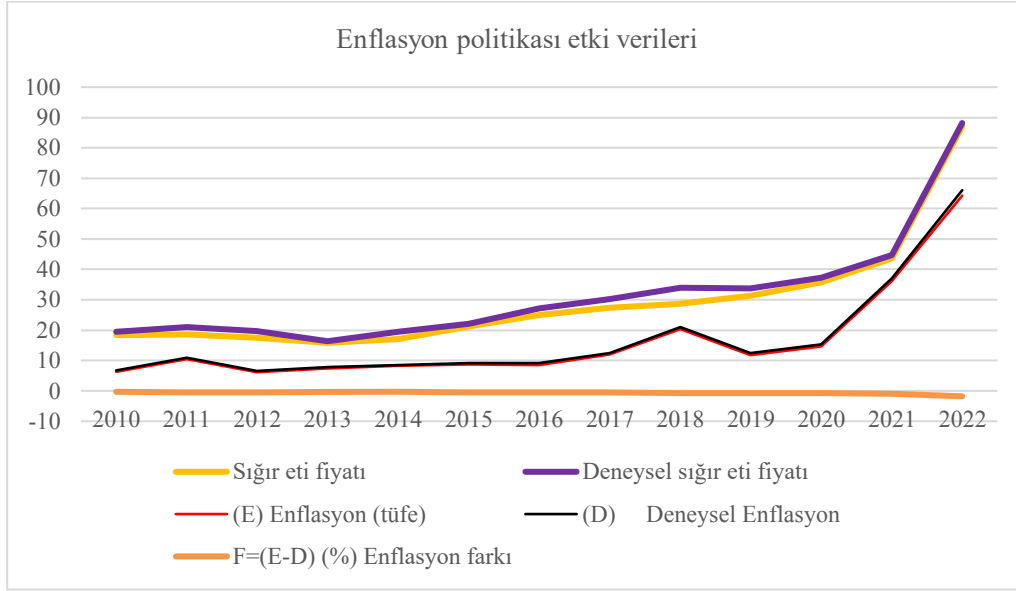
Deneyssel sığır eti fiyat = [(TÜİK Sığır eti fiyatı) x (C: Et ithalatı olmasaydı et fiyatlarında ortaya çıkacak oransal değişim)]

Deneyssel Enflasyon= [TÜFE +((Deneyssel sığır eti fiyat) x (Dana eti fiyatlarının TÜFE madde sepetindeki ağırlığı=%2.0222))]

Sığır eti fiyatlarının enflasyon sepetine etkisi = [(Deneyssel Enflasyon) X (Dana eti fiyatlarının TÜFE madde sepetindeki ağırlığı=%2.0222)]

7 F= Enflasyon- Deneyssel Enflasyon farkı, TÜİK tarafından hesaplanan gerçek enflasyonun, et ithalatının gerçekleştirilmesi varsayımı altında hesaplanan deneyssel enflasyon seviyesindeki farktır. Bu değişim gerçekte ithalat aracılığıyla gerçekleşen baskı seviyesidir. Araştırmada 'F' ile gösterilmiştir.

8 G= Enflasyon baskısının gerçekleşen enflasyon içindeki yüzdesel değeri olarak tanımlanır. Başka ifadeyle Gerçekleşen Enflasyon- Deneyssel Enflasyon farkını gösteren F değerinin, gerçekleşen enflasyon içerisindeki yüzde cinsinden ağırlığıdır. Araştırmada 'G' ile gösterilmiştir

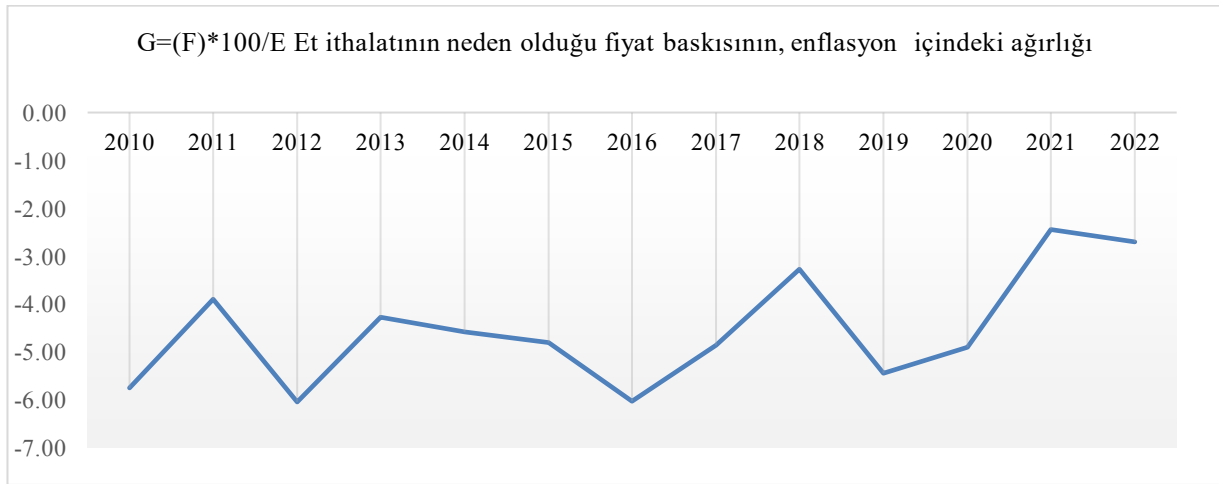


**Şekil 1:** Enflasyon politikası etki verileri

**Figure 1:** Inflation policy impact data

Şekil 1’de kamu otoritesinin et ithalatı aracılığıyla sığır eti fiyatlarında ve buna bağlı olarak enflasyon seviyesine olan etkisi gösterilmiştir. Ayrıca et ithalatı gerçekleştirilmediği senaryoda ortaya çıkan enflasyon seviyesi de deneysel enflasyon grafiği ile verilmiştir.

Araştırmada son olarak et ithalatının gerçekleştirilmesi ile enflasyon seviyesinde ortaya çıkan değişimin, gerçekleşen enflasyon seviyesi içinde nispi ağırlığı şekil yardımıyla Şekil 2’de gösterilmiştir.



**Şekil 2:** Et ithalatının neden olduğu fiyat baskısının, enflasyon içindeki ağırlığı nispi ağırlığını gösteren şekil

**Figure 2:** Relative weight of price pressure caused by meat imports in inflation

Şekil 2’de yıllar itibariyle et ithalatının neden olduğu fiyat düşüşünün, enflasyon seviyesi üzerindeki etkisi görülmektedir. Buna göre 2019 sonrasında et ithalatında ortaya çıkan düşüş ile birlikte et ithalatının genel enflasyon seviyesi üzerinde baskı gücünün azaldığı görülmektedir. 2018 yılında maksimum düzeye çıkan et ithalatı, kamu otoritesi et ithalatı kısıtlama kararı ile 2018 sonrasında düşüş trendine girmiştir. Gerçekte söz konusu kısıtlama, 2018 yılı programına alınarak Resmî Gazete’nin 28 Ekim 2017 tarihli sayısında yayınlanmakla birlikte, uygulama gecikmeli

olarak 2019 yılı itibariyle uygulanmıştır. Buna göre kısa vadeli bir çözüm olan ithalat yerine, hayvan varlığı artırılarak sürdürülebilir bir piyasada yapısı oluşturmak esas alınmıştır (24).

Söz konusu paradigma değişikliği sonrasında et ithalatında ortaya çıkan gerilemenin genel enflasyon seviyesi üzerinde daha az baskıya neden olduğu görülmektedir. Buna göre Şekil 2’de 2019 yılı sonrasında et ithalatı ile piyasa müdahalesi azalmıştır.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Sığır besi işletmeleri, son yıllarda bir taraftan pandemi koşullarının ortaya çıkardığı kısıtlamalar, diğer taraftan enflasyonla mücadele kapsamında, kamu otoritesinin karkas fiyat baskılama isteği ile sınırlı bir koridorda faaliyetlerini sürdürmektedir (20).

Türkiye’de kamu otoritesi düşük karkas fiyatlarına et ithalatı ile zemin hazırlayarak bir taraftan tüketiciye ucuz et tüketim imkânı sunarken, diğer taraftan enflasyon seviyesinin et fiyatları gibi tekil ürünler aracılığıyla yükselmesine engel olmaya yönelik kontrol mekanizmasını uygulamaktadır (9).

Türkiye’de enflasyon sepeti içerisinde et ve et ürünlerinin %4,83, dana eti fiyatlarının ağırlığı ise tek başına %2.02 düzeyindedir. Bu durum kamu otoritesinin et fiyatlarına yapacağı münferit müdahaleler sonrasında, enflasyon sepetinin %2.02 lik bölümünde fiyat kontrolü sağlama imkânı vermektedir (7).

Enflasyon düzeyini kontrol etmekte, öncelikle fiyat kontrollerinin odak noktasının ne olacağı tespit edilmelidir. Literatürde genel olarak gıda ürünlerinden sıklıkla, tahıl fiyatlarının enflasyon düzeyine olan etkisinin incelendiği görülmektedir (Boudt K 2022, Xie H 2017, Zhou, Z 2018). Çin’in tahıl fiyatı ile TÜFE fiyat seviyesi arasında uzun dönemli, pozitif bir korelasyon olduğunu ve bunun sonucunda tahıl fiyatındaki her %1’lik artış için TÜFE’de %0,36 seviyesinde yukarı yönlü değişim olacağını bildirmiştir. Sen ve Bhattacharya (4) Hindistan kapsamında yaptığı çalışmada, gıda fiyatlarında %1 lik değişimin, TÜFE’de %0,60 artışa neden olduğunu bildirmiştir. Capehart ve Richardson (28) Amerika Birleşik Devletleri kapsamında gıda ürünleri enflasyonu içinde mısır, soya ve buğday gibi tekil ürünlerdeki fiyat değişimlerinin gıda enflasyonun ortaya çıkmasında temel sorunlardan biri olduğunu bildirmiştir. Araştırma kapsamında ise 2010-2022 yılları arasında et ithalatı ve sonrasında ortaya çıkan arz artışı sonrasında, sığır eti fiyatlarında ile ortaya çıkan fiyat azalışının genel enflasyon üzerinde etkisi incelemiştir.

Buna göre yıllık frekansta et ithalatı aracılığıyla, 2010-2022 yılları arasında sırasıyla %5.77, %3.90, %6.05, %4.28, %4.59, %4.81, %6.04, %4.87, %3.28, %5.45, %4.92, %2.45 ve %2.70 seviyesinde enflasyonun baskılandığı tespit edilmiştir. Diğer deyişle gerçekleşen enflasyon ve et ithalatı olmasaydı ortaya çıkacak deneysel enflasyon arasındaki farkın gerçekleşen enflasyon içerisindeki yüzde cinsinden ağırlığıdır. Bu baskılama sonucunda ise enflasyon 2010-2022 yılları arasında sırasıyla %0.39, %0.42, %0.40, %0.33, %0.39, %0.44, %0.55, %61, %0.69, %0.68, %0.75, %0.91, %1.78, seviyesinde daha düşük seviyede gerçekleşmiştir. Örnek vermek gerekirse, 2022 yılında %66.20 seviyesinde olması gereken TÜFE, et ithalatı aracılığıyla %2.70 oranında baskılanarak enflasyon %1.78 düşürülmüş ve yıllık enflasyon %64.42 seviyesinde gerçekleşmiştir.

Araştırmada kamu otoritesinin 13 yıllık sürede her yıl ortalama %0.98 seviyesinde, et ithalatı aracılığıyla enflasyon oranında azalışa neden olduğu tespit edilmiştir. Diğer deyişle et ithalatı, her yıl yaklaşık olarak enflasyon seviyesinin %0,64 daha düşük gerçekleşmesine neden olmuştur. Bu durum gıda fiyat riskini yönetebilmenin kamu otoriteleri yönünden niçin bu kadar öncelikli ve önemli olduğunu göstermektedir.

Aktaş (13) 2010-2019 yılları arasında Türkiye’de et ithalat miktarındaki %1’lik bir artışın, kırmızı et fiyatlarında %0,28’lik bir azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Bu durum et ithalatının dolaylı olarak fiyatlar genel seviyesinde ortaya çıkaracağı değişimim göstergesidir.

Xiang (29) 2010-2018 yılları arasında, et fiyatlarının Çin’de enflasyon düzeyine üzerine olan etkisini eşbütünleşme analizi ve Granger nedensellik testi ile TÜFE ve ÜFE verileri aracılığıyla incelemiştir. Buna göre hem Türkiye’de hem de Çin’de benzer şekilde et arzı ve fiyatının belirlenmesinde kamu otoritesi et ithalatı aracılığıyla piyasada arz açığını kapatmaktır. Araştırma kapsamında, Türkiye’de özellikle sığır eti yönünden, ithalat olmaksızın kendi kendine yeten bir piyasa yapısına sahip olmadığı görülmektedir. Kamu otoritesinin bir taraftan enflasyon sarmalından kurtulma ve enflasyonu düşürme hedefi, diğer taraftan tüketicilerin ucuz sığır eti tüketim beklentileri ve

son olarak sığır besi işletmelerinin ekonomik yönden sürdürülebilirlik sorunları ekseninde sorunları çözmeye çalışmaktadır.

Araştırmada enflasyon seviyesinin ılımlı enflasyon durumundan galopan enflasyona dönüştüğü 2021 ve sonrasında Türkiye’de et ithalatının enflasyon seviyesini baskılama gücünün azaldığı tespit edilmiştir. 2010-2020 yılları arasında ortalama %4.90 düzeyinde olan enflasyon baskılama oranı, 2021 yılında %2.45, 2022 yılında ise %2.70 seviyesine gerilemiştir. Burada bir taraftan 2019 ve sonrasında et ithalatında ortaya çıkan azalış, diğer taraftan yüksek enflasyon düzeylerinde baskılama mekanizmasının etki gücünün nispi olarak azalışı buna neden olmuştur.

Zhang ve ark., (30), Çin’de potansiyel et talebinde artış ve et arz açığı beklentisi nedeniyle et ithalatının artacağını beklentisinin arttığını bildirmiştir. Türkiye’de benzer şekilde 2010 yılı sonrasında başlayan et ithalatı kesintisiz olarak sürdürülmeye devam etmiştir. Et ithalatı ile sığır eti arz ve talep dengesi daha düşük fiyat seviyesinde dengeye gelmektedir.

Workman ve ark., (23), Amerika Birleşik Devletleri kapsamında kırmızı et piyasasında ‘*Sığır yetiştiricisinin pazar konumunu iyileştirmek için sığır sayısının sınırlandırılmasını talep etmek doğru mu?*’ sorusundan yola çıkarak bir araştırma yapmıştır. Araştırma kapsamında benzer şekilde, et ithalatının olmadığı diğer deyişle et arzının sınırlandırıldığı bir senaryoda sözkonusu bir sınırlandırmanın fiyat üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ancak araştırma kapsamında ise Workman ve ark., (23) farklı olarak bu fiyat değişiminin enflasyon üzerindeki etkisine odaklanılmıştır. (Workman ve ark., (23), sığır eti miktarındaki belirli bir azalmanın, sığır eti fiyatındaki artışla fazlasıyla telafi edileceği ve toplam sığır eti gelirinde artışa yol açacağını tespit etmiştir. Ancak bu artışın enflasyon sepetinde ortaya çıkaracağı değişim yerine sığır besi işletmelerinin gelirlerinde ortaya çıkardığı değişime odaklanmıştır.

Göğ ve Demir Ayvazoğlu (31) araştırmasında, ekonomi yönetiminin et ithalatı ile gerçekleştirdiği düşük karkas fiyatlarına neden olan politikalarının, sığır besi işletmelerinde ekonomik sürdürülebilirlik sorununu ortaya çıkardığını bildirmiştir. Ekonomi yönetiminin hayvancılık destekleri, özel kredi kolaylıkları vb. politika araçlarıyla sığır besi işletmelerinin gelir kaybını dengeleme çabasına rağmen bu stratejinin yapısal sorunları ötelediğini ve problemleri kronikleştirdiğini bildirmiştir.

Araştırmada et ithalatı ile enflasyon seviyesinde bir düşüş gerçekleşmesine rağmen bu olumlu etkiye karşılık, sığır besi işletmelerinin ekonomik sürdürülebilirliklerinde ortaya çıkan düşüş sektöründe birçok işletmeyi üretimden çekilmeye zorlamaktadır.

Aydın ve ark., (9) araştırmasında, 2010 yılında kasaplık hayvan ve kırmızı et ithalatının devam etmesi durumunda işletme sahiplerinin %87.8’inin üretim faaliyetlerinden çekileceği ya da ölçeğini azaltacağı yönünde olumsuz görüşe sahip olduğunu bildirmiştir. Çiçek ve ark., (11) bu olumsuz durumun sonraki yıllarda muhtemelen devam edeceğini, bunun nedeninin ise ithalatın et fiyatlarının düşürülmesinde etkin ve kalıcı bir rol oynamadığını, aksine besleme maliyetleri ile birlikte üretici kararlarında olumsuz bir etkiye sahip olduğunu bildirmiştir.

Şentürk B. (12) et ithalatının yukarıda sözü edilen olumsuz etkisini ortadan kaldırmak için ithalat uygulamasının kısa vadeli olması gerektiği ve yem fiyatlarının yüksek olması nedeniyle ithalat sürecinde girdi desteklerinin devreye alınması gerektiğini bildirmiştir. Buradaki çalışmalar et ithalatının hayvancılık sektöründe neden olduğu olumsuz durumu ortaya koymaktadır. Ancak bu olumsuz duruma rağmen et ithalatının enflasyonu baskılamadaki rolü tartışma konusudur.

Araştırmada Türkiye’de kamu otoritesinin enflasyonla mücadele stratejisi ekseninde, tekil gıda enflasyonu serilerinden sığır eti fiyatlarının, et ithalatı kullanılarak baskılanmasının toplam enflasyon serisinde ortaya çıkardığı etki düzeyi tespit edilmiştir.

Bu incelemenin odak noktası et ithalatı ve enflasyon ilişkisi olup, sığır eti fiyatları, enflasyonla mücadelede etkili bir yöntem olarak kullanılabilir mi sorusudur. Ancak yapılan çalışmada, et ithalatı ile sığır eti fiyatlarının baskılanması, daha düşük bir fiyat seviyesinde sığır eti fiyatlarının dengeye gelmesini sağlıyor görünse de bunun yapısal değişimleri göz ardı eden kısa süreli bir çözüm olduğu belirlenmiştir. Kamu otoritesi et ithalatı ile sürdürülebilirliği tartışmalı bir modeli uygulamak yerine sektörde var olan yapısal problemlere odaklanması gerekmektedir.

**Çıkar Çatışması Beyanı**

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

**Finansal Kaynak Beyanı**

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili herhangi bir maddi destek alınmamıştır.

**Yazar Katkısı Beyanı**

Fikir/kavram: Seyfettin TUNCEL

Veri toplama: Seyfettin TUNCEL

Veri analizi ve yorum: Seyfettin TUNCEL

Kaynak taraması: Seyfettin TUNCEL

Makalenin yazımı: Seyfettin TUNCEL

**Etik beyan**

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

**Kaynaklar**

1. Boudt K, Luu HA. Estimation and decomposition of food price inflation risk. *Statistical Methods & Applications* 2022; 31(2): 295-319.
2. Moncarz P, Barone S, Descalzi, R. Shocks to the international prices of agricultural commodities and the effects on welfare and poverty. A simulation of the ex ante long-run effects for Uruguay. *International economics* 2018; 156(1): 136-155.
3. Tule MK, Salisu AA, Chiemekke CC. Can agricultural commodity prices predict Nigeria's inflation?. *Journal of Commodity Markets* 2019; 16 (100087):1-16.
4. Sen GA, Bhattacharya R. Food Inflation in India: Causes and Consequences. 2015 (No. 2015-151). Working Paper. India.
5. Chand, R. Understanding the nature and causes of food inflation. *Economic and Political Weekly* 2010; 45(9):10-13.
6. Demirağ, İ. Türkiye'de gıda fiyatları endeksinin tarım ürünleri üretici fiyat endeksi ve döviz kuru arasındaki ilişkinin analizi: ARDL model. İskenderun Teknik Üniversitesi Enstitüsü (Master Thesis) 2023.
7. TÜİK TÜFE verileri. Erişim adresi: [<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Tuketici-Fiyat-Endeksi-Ocak-2023-49655>] Erişim tarihi:15.01.2023.
8. Akın CA, Arıkan MS, Çevrimli MB. Effect of import decisions in Turkey on the red meat sector. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University* 2020; 5(2): 83-89.
9. Aydın E, Can MF, Aral Y, Cevger Y, Sakarya E. Türkiye'de canlı hayvan ve kırmızı et ithalatı kararlarının sığır besicileri üzerine etkileri. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi* 2010; 81(2):51-57.
10. Aydın E, Aral Y, Can MF, Cevger Y, Sakarya E, İşbilir S. Türkiye'de son 25 yılda kırmızı et fiyatlarındaki değişimler ve ithalat kararlarının etkilerinin analizi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi* 2011; 82(1), 3-13.
11. Çiçek H, Doğan İ. Türkiye'de canlı sığır ve sığır eti ithalatındaki gelişmeler ve üretici fiyatlarının trend modelleri ile incelenmesi. *Kocatepe Veterinary Journal* 2018; 11(1): 1-10.
12. Şentürk, B. Türkiye'nin sığır eti üretimine sığır ve sığır eti ithalatının etkileri. *Iksad Journal* 2020; 6(21): 49-58.
13. Aktaş, G. Canlı hayvan ve karkas ithalatının kırmızı et fiyatlarına etkisi: Türkiye'de ithalatın regülasyonu. *Gümrük ve Ticaret Dergisi* 2020; 7(21): 12-29.
14. Johansen I, Nygaard R. Dealing with bias in the Norwegian superlative price index of food and non-alcoholic beverages. In twelfth meeting of the Ottawa Group Conference 2011 May 4-6; Wellington, New Zealand.

15. TÜİK TÜFE hesaplama kuralları Erişim adresi: [<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=enflasyon-ve-fiyat-106&dil=1>] Erişim tarihi:15.01.2023.
16. Ekinci, S. Türkiye’de bazı gıda maddelerinin talep analizi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Master’s thesis) 1966.
17. Hatırlı SA, Öztürk E, Aktaş AR. Kırmızı, tavuk ve beyaz et talebinin tam talep sistemi yaklaşımıyla analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 2008; 1(6):211-222.
18. Akbay C, Bilgiç, A, Miran, B. Türkiye’de önemli gıda ürünlerinin talep esneklikleri. Tarım Ekonomisi Dergisi 2008; 14:55-65.
19. Aktaş AR, Hatırlı, SA. Kentsel alanda et talep analizi: Bati Akdeniz bölgesi örneği. Journal of Yasar University 2010; 1(1): 3294-3319.
20. Demir, Y. Aydın’da hane halklarının gıda tüketim talebi ekonometrik analizi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Master's thesis) 2011.
21. Kadanalı E, İkikat TE, Miran B, Dağdemir, V. Tüketicilerin Dana Eti Tüketim Davranışları ve Organik Dana Eti için Ödeme İsteği: Erzurum İli Örneği. Türkiye IV. Organic Agriculture Symposium, 2010 28 June - 01 July; Erzurum, Türkiye.
22. TÜİK Et üretim verileri metodoloji değişikliği. Erişim adresi: [<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kirmizi-Et-Uretim-Istatistikleri-Subat-2011-8479>] Erişim tarihi:15.01.2023.
23. Workman JP, King SL, Hooper JF. Price elasticity of demand for beef and range improvement decisions. Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives 1972; 25(5):338-341.
24. Resmi gazete. 30224 Sayılı Mevzuat. Erişim adresi: [<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/10/20171028.htm>] Erişim tarihi:15.01.2023.
25. Keskin, G. Türkiye’de hayvancılığın sürdürülebilirliğine ilişkin makro verilerin analizi. Hayvan bilimi ve ürünleri dergisi 2022; 5(2): 81-94.
26. Xie H, Wang B. An empirical analysis of the impact of agricultural product price fluctuations on China’s grain yield. MDPI Sustainability 2017; 9(6):906.
27. Zhou, Z. An empirical analysis of the relationship between grain price fluctuation and price level in China. Journal of Hunan University of Economics and Finance 2018; 34(5):23-31.
28. Capehart T, Richardson J. Food price inflation: causes and impacts. Congressional Research Service, Library of Congress 2008 April 10; Washington, USA.
29. Xiang, LI. The impact of meat prices on inflation in China between 2000-2018. Wenzhou-Kean University Intellectual Research Environment. (PhD Thesis) 2020.
30. Zhang H, Wang J, Martin W. Factors affecting households' meat purchase and future meat consumption changes in China: a demand system approach. Journal of Ethnic Foods 2018; 5(1): 24-32.
31. Göğ M, Demir Ayvazoğlu. Ardahan ilinde hayvancılık destekleri-Ardahan Değerlemeleri. 1. Baskı. ISBN: 978-625-398-095-5. Ankara: Nobel Yayınları; 2022.



doi 10.33188/vetheder.1449573

Araştırma Makalesi / Research Article

**Bibliometric analysis of studies on gene expression and RNA-seq in cattle species****Esmâ Gamze AKSEL<sup>1,a\*</sup>, Ahu CEPHE<sup>2,b</sup>, Funda İPEKTEN<sup>3,c</sup>, Gözde ERTÜRK ZARARSIZ<sup>4,d</sup>, Ayaç AKÇAY<sup>5,e</sup>**<sup>1</sup> Department of Genetic, Faculty of Veterinary Medicine, Erciyes University, 38280, Kayseri, Türkiye<sup>2</sup> Institutional Data Management and Analytics Units, Erciyes University Rectorate, 38280, Kayseri, Türkiye<sup>3</sup> Department of Biostatistics, Faculty of Medicine, Adıyaman University, 1302040, Adıyaman, Türkiye<sup>4</sup> Department of Biostatistics, Faculty of Medicine, Erciyes University, 38280, Kayseri, Türkiye<sup>5</sup> Department of Biostatistics, Faculty of Veterinary Medicine, Ankara University, 06070, Ankara, TürkiyeID 0000-0002-0040-8933<sup>a</sup>; 0000-0001-9374-4495<sup>b</sup>; 0000-0002-6916-9563<sup>c</sup>; 0000-0002-5495-7540<sup>d</sup>; 0000-0001-6263-5181<sup>e</sup>MAKALE BİLGİSİ /  
ARTICLE INFORMATION:

## ABSTRACT

## Geliş / Received:

11 Mart 24

11 March 24

## Revizyon/Revised:

08 Mayıs 24

08 May 24

## Kabul / Accepted:

14 Mayıs 24

14 May 24

## Keywords:

Bibliometric analysis

Cattle

Gene expression

RNA-seq

## Anahtar Sözcükler:

Bibliometrik analiz

Gen ifadesi

RNA-dizileme

Sığır

©2024 The Authors.

Published by Veteriner

Hekimler Derneği. This is

an open access article

under CC-BY-NC license.

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

org/licenses/by-nc/4.0)



The aim of this study is to examine the development of research articles on "gene expression and RNA-seq" in cattle species in the Web of Science (WOS) database between 2010 and 2023 using bibliometric mapping methods. Initially, 500 articles were screened using relevant keywords, and 353 articles suitable for analysis were analyzed using the Bibliometrix R package's shiny web application and some analyses were conducted using the VOSviewer application. The conducted analyses included subheadings such as main data information, annual scientific production, countries, and institution analysis, bibliographic coupling with sources, Bradford analysis, Lotka's law analysis, highly cited articles, and most influential authors. According to the results obtained after the analysis, it was determined that the institution conducting the most studies in the relevant field is "Universidade De Sao Paulo", the country with the most publications is the USA, and the most published journal is "BMC Genomics". Keyword analysis revealed that the trending topics in recent years are mastitis, dairy cattle farming, and heat stress. The studies were categorized into different clusters related to the reproductive system, immune system and diseases, meat and dairy cattle production. It is recommended that researchers planning to work in this research area on cattle species should design their research, determine the journal to be published, or establish institutional connections by examining the reported study and planning accordingly.

**Sığır türünde gen ifadesi ve RNA-dizileme alanında yapılan çalışmaların bibliyometrik analizi**

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı; Web of Science (WOS) veri tabanında 2010-2023 yılları arasında sığır türünde "gen ifadesi ve RNA-dizileme" konusunun incelendiği araştırma makalelerinin bilimsel haritalama yöntemiyle gelişiminin incelenmesidir. Bu hususta ilgili anahtar kelimeler kullanılarak ilk taramada 500 adet makale incelenmiş ve analize uygun 353 makale Bibliometrix R paketinin Shiny web uygulaması ve bazı analizler VOSviewer uygulaması ile analiz edilmiştir. Yapılan analizler; ana veri bilgileri, yıllık bilimsel üretim, ülkeler ve kurum analizleri, kaynaklarla bibliyografik eşleştirme, Bradford analizi, Lotka kanunu analizi, en çok alıntı yapılan makaleler ve en etkili yazarlar gibi alt başlıkları içermektedir. Analiz sonrası elde edilen sonuçlara göre ilgili alanda en çok çalışma yapan ilişkili kurumun "Universidade De Sao Paulo" olduğu, en çok yayın yapan ülkenin ABD olduğu, en çok yayın yapılan derginin "BMC Genomics" olduğu belirlenmiştir. Anahtar kelime analizine göre son yıllarda öne çıkan konuların mastitis, süt sığırcılığı ve ısı stresi konuları olduğu belirlenmiştir. Çalışmaların reproduktif sistem, immün sistem ve hastalıklar, et ve süt sığır üretimi ile ilişkili olmak üzere farklı kümelerle ayrıldığı belirlenmiştir. Sığır türünde bu araştırma alanında çalışma planlayacak araştırmacıların araştırmalarını tasarlama, yayınlanacağı dergiyi belirleme ya da kurumsal bağlantılarının kurulmasında bildirilen çalışmayı inceleyerek planlama yapmaları önerilmektedir.

## 1. Introduction

Bibliometric research is a valuable method for quantitatively and qualitatively analysing publications covering a specific topic. This method was reported to help identify new and emerging research areas widely used in the field of medical research (1). The implementation of the Human Genome Project in the early 2000s marked a turning point in molecular research, catalyzing exponential growth in studies focusing on DNA and RNA dynamics. Technological advancements have revolutionized data acquisition, rendering it not only more cost-effective but also enhancing data quality and accessibility. Identifying the studies conducted so far, particularly in the field of gene expression and RNA-seq in cattle species, and determining the most cited publications, sources, and authors will be crucial in guiding the planning of new research endeavors.

In the realm of gene expression and RNA sequencing in cattle species, numerous significant studies have emerged. Among these pioneering works, the study conducted by Cánovas et al. (2) stands out as it focused on SNP determination using the cattle milk transcriptome technique via RNA-seq. Following this seminal research, Huang et al. (3) delved into a transcriptomic analysis using RNA-seq in cattle embryos within the reproductive research area, while Mamo et al. (4) shed light on identified the reciprocal conversation between conceptus and endometrium during maternal recognition in cattle pregnancy through RNA-seq analysis. Additionally, McGettigan et al. (5) utilized RNA-seq to compare gene expression patterns in reproductive organs of female cattle. Bahrami et al. (6) reported the investigation of the miRNA-mRNA network during the folliculogenesis stage using a systems biology approach. Wang et al. (7) reported a study examining the effect of lipopolysaccharide stimulation on the miRNA and mRNA expression profile in cattle endometrial cells. Passaro et al. (8) reported another study investigating the transcriptomic response of embryos at the blastocyst stage in cattle embryos. Prakash et al. (9) reported a comparative transcriptomic analysis of spermatozoa from high and low-yielding hybrid bulls. Xu et al. (10) reported a study examining the relationship between metabolic and endocrine disorders with bovine ovarian follicular cysts. In addition to studies focusing on gene expression and reproductive mechanisms, research endeavors have also explored disease pathways and immune responses in cattle. Notably, Nalpas et al. (11) investigated the response of bovine macrophages to (*Mycobacterium bovis*), unveiling crucial insights through RNA-seq analysis; Liang et al. (12) conducted a transcriptomic analysis revealing regional and temporal differences in the development of the mucosal immune system in the small intestines of newborn calves; Pošćić et al. (13) reported a study examining breed and adaptive response at the transcriptome level in peripheral blood cells of cattle. Additionally, Barreto et al. (14) reported a comparative transcriptomic analysis of bovine papillomatosis; Scott et al. (15) reported a study on full-blood transcriptomic analysis in beef cattle, examining potential markers for resistance to respiratory diseases.

Some of the studies reported on the determination of developmental pathways of tissues such as muscle, fat, liver, related to animal feeding in cattle farming include: He et al. (16) reported a study examining transcriptional complexity in the *Longissimus Dorsi* muscle of cattle using the RNA-seq method; Sheng et al. (17) conducted a study analyzing intramuscular, subcutaneous, and perirenal fat tissue in cattle using the RNA-seq method; Liu et al. (18) investigated the transcriptome profile of muscle tissue in Angus and Luxi cattle; Tizioto et al. (19) reported a study associated with different residual feed intake supplements in liver tissue of Nelore cattle; Keogh et al. (20) conducted a study on limited and intermittent feeding in cattle using the RNA-seq method associated with insulin secretion and signaling pathways; Wærp et al. (21) reported an RNA-seq analysis of cattle fat tissue in heifers fed diets differing in energy and protein content. De Las Hera-Saldana et al. (22) reported a study on gene expression in the *Longissimus dorsi* and *semimembranosus* muscles of Hanwoo cattle using the RNA-seq method; Wu et al. (23) determined changes in gene expression associated with clinical ketosis in Holstein cows using RNA-seq analysis; Chen et al. (24) conducted a study on identifying biomarker genes for feed efficiency in beef cattle using machine learning methods applied to multi-tissue transcriptomic data; Li et al. (25) reported a study on transcriptional states and chromatin accessibility during proliferation and myogenic differentiation of bovine myoblasts. Studies conducted in dairy cattle farming include: Raven et al. (26) reported a study identifying 12 candidate genes associated with lactation volume, composition, and calving interval in dairy cattle, by assigning sequence variants and gene expression profiles in a



targeted manner. Yang et al. (27) reported a study identifying differentially expressed genes in milk fat globules throughout lactation in dairy cattle. Ahmad et al. (28) reported a study demonstrating the genomic expression analysis of circular RNAs in dairy cattle mammary epithelial cells, highlighting differences in milk synthesis.

The reviewed literature mostly comprises studies conducted in the fields of reproductive biology, the immune system, dairy, and beef cattle farming. However, these studies represent only a subset of the researched field. Through bibliometric analyses, important trends, publications, institutions, journals, and authors can be identified within the examined research area, enabling the comprehensive evaluation of the development of this research area and facilitating the planning of future studies. Especially with the aid of integrated software tools with Scopus and Web of Science (WoS) databases, such analyses can be conducted. In the planned study, the aim is to identify gene expression and RNA-seq studies in cattle species within the Web of Science (WoS) database from 2010 to 2023 and to analyze these studies in terms of citation, country, author, institution, and keywords using bibliometric analyses.

## **2. Material and Methods**

### **Determination of Data and bibliometric analysis**

Ethics committee authorization is not required for this study. No funding was provided for the study. The database searches were carried out using the Web of Science (WoS) database on 20 January, 2024. The search query used to examine scientific publications is described as follows: (All Fields (AF)="cattle" OR "cow" OR "bovine") AND AF=("gene expression") AND AF=("RNA-seq"). In particular, all searches are planned in all fields columns. It is planned in this way in order not to miss any article. The information about the selected literature was converted into a Plain Text File (.txt). During the conversion process to txt. format, the complete record of each entry, and its cited references were selected. This format was chosen because it includes full records and references to all features reported in the articles. Therefore, no other features were left out. Comprehensive analyses including content assessment, keyword examination, and research trends were performed using the bibliometrix package of R, version 4.1.4 (29), and VOSviewer software, version 1.6.20 (30). A total of 500 literature items on gene expression and RNA-seq studies in cattle from 2010 to 2023 through the WoS search query. In determining the keywords, especially the combination words that will cover the subject and that all articles can be identified should be determined correctly with AND, OR, NOT conjunctions. Otherwise, some articles belonging to the field to be analysed bibliometrically may be overlooked. In bibliometric analyses, at least the title and abstract parts of all articles should be examined manually after a general article search with keywords. In particular, it can be determined that some keywords are not directly related to the researched fields. This may change the results of the analysis. It is recommended that researchers pay attention to these issues. Among these, all literature items were examined in terms of title and abstract content, and items containing content related to "microbiological, RNA-seq, pig, human-derived, water buffalo, yak" were excluded. This filtering resulted in 356 articles and early-access article. The bibliometrix package, then filtered conference papers by year and language (English), resulting in a final set of 353 articles for analysis. The analyses performed included subheadings such as main data information, annual scientific production, country, and institution analysis, bibliographic coupling with sources, highly cited articles, most local cited references, and author production of overtime and keyword analysis.

## **3. Results**

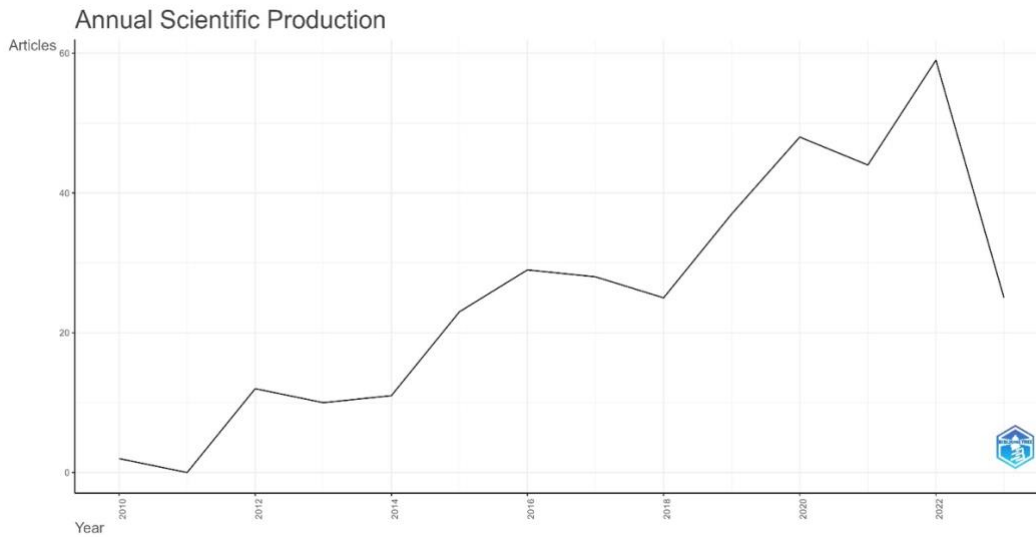
### **Quantitative analysis of publication**

After applying year, language and document type filters in the Bibliometrix programme, 353 articles and early-access articles from a total of 500 studies were included in the analysis (Table 1).

**Table 1:** Main data information**Table 1:** Temel veri bilgileri

<b>Main Information About Data</b>	
Timespan	2010:2023
Sources (Journals, Books, etc)	122
Documents	353
Annual Growth Rate %	21,44
Document Average Age	5.18
Average citations per doc	18.73
References	17729
<b>Document Contents</b>	
Keywords Plus (ID)	1444
Author's Keywords (DE)	879
<b>Authors</b>	
Authors	2014
Authors of single-authored docs	2
<b>Authors Collaboration</b>	
Single-authored docs	2
Co-Authors per Doc	7.98
International co-authorships %	39.66
<b>Document Types</b>	
Article	312
Article; early access	41

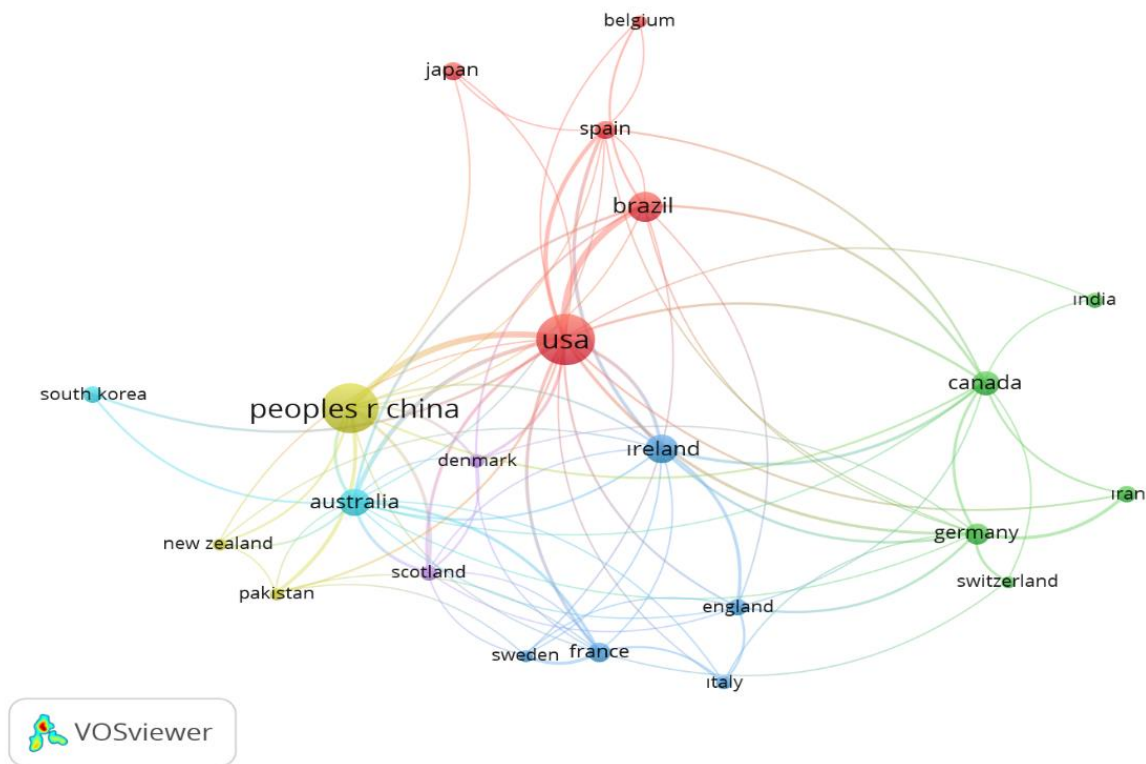
The graph of the annual increase in studies from 2010 to 2023 is shown in Figure 1. Until 2014, the number of studies remained below 20, while in the following years an increase in these studies was observed. In particular number of studies reached a high level in 2022.

**Figure 1:** Annual number of publications in gene expression and RNA-seq studies in cattle

*Şekil 1: Sığırlarda gen ekspresyonu ve RNA-seq çalışmalarına ilişkin yıllık yayın sayısı*

## Countries and institutions analysis

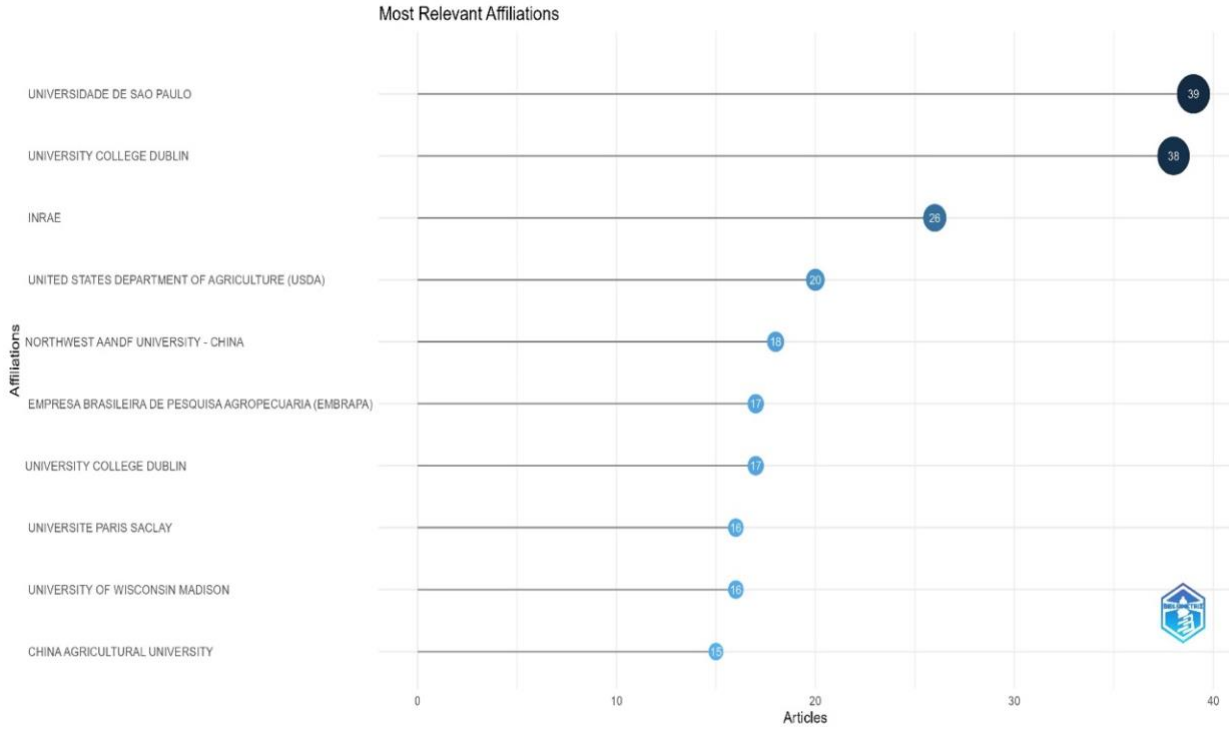
A total of 57 countries and 554 institutions were included in the research on RNA-seq and gene expression in cattle. The top 10 countries showed a global distribution including Asia, America, Europe, and Australia. The country with the highest number of publications was the USA ( $n=108$ ), followed by China ( $n=104$ ) and Brazil ( $n=39$ ). A country analysis of collaborative authorship was performed to demonstrate international collaborations. For each country, the total strength and collaborative authorship connections with other countries were calculated. In the network visualisation, the font size represents the frequency of collaboration, and each circle represents the country of the author (Figure 2). The lines connecting the countries in the examined figure indicate the strength of the collaboration, while the nodes represent the number of collaborations from each country. Countries shown in the same colour represent a common area of research. The USA ranks first in the field of study with 108 publications and 88 total linkages.



**Figure 2:** Map visualization of countries on research of gene expression and RNA-seq studies in cattle

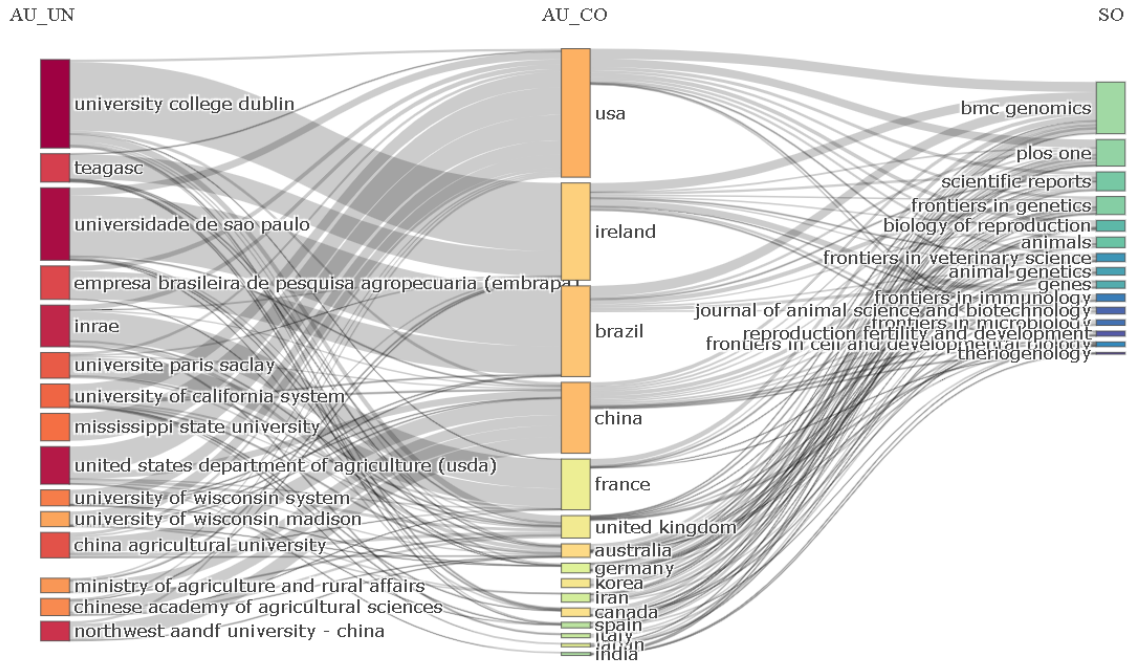
*Şekil 2: Sığırlarda gen ekspresyonu ve RNA-seq çalışmaları araştırmalarına ilişkin ülkelerin harita görselleştirilmesi*

Taking into account the most relevant links identified by the authors of the respective articles, Universidade De Sao Paulo leads with the highest number of articles ( $n=39$ ), as shown in Figure 3. It is closely followed by University College Dublin, with 38 articles, followed by INRAE with 26 articles. Figure 4 shows a three-domain graph using the Sankey plot that describes the interaction between institutions, countries and journals. The height of the nodes, shown as rectangles, corresponds to the frequency of a particular country, institution or journal within the collaborative network. Meanwhile, the width of the lines connecting the nodes is directly proportional to the number of links. The results show that America, Ireland, Brazil and China are the dominant countries.



**Figure 3:** Most relevant institutions

*Şekil 3: En ilgili kurumlar*



**Figure 4:** Three-field plot showing the network between institutions (left), countries (middle), and journals (right)

*Şekil 4: Kurumlar (solda), ülkeler (ortada) ve dergiler (sağda) arasındaki ağ gösteren üç alanlı çizim*

### Bibliographic Coupling with Sources

A total of 123 sources were generated from research articles using the full count method with a minimum threshold of 5. Only 15 sources met this criterion. For each of the 15 sources, the total strength of bibliographic coupling links with other sources was calculated (Table 3). The analysis revealed 105 links and a total link strength of 10988, forming 3 clusters of 15 items. The first cluster contained 7 elements, the second 5 items, and the third 3 items. The source with the highest total link strength is "BMC Genomics", followed by "PLoS One".

**Table 3:** The topmost 5 strong bibliographic coupling with sources

*Tablo 3: Kaynaklarla en güçlü 5 bibliyografik bağlantı*

Rank	Sources	Clusters	Links	Total link strength	Documents	Citations
1	BMC Genomics	1	14	5253	57	1998
2	PLoS One	2	14	2852	27	710
3	Frontiers in Genetics	1	14	2445	19	190
4	Scientific Reports	1	14	2351	17	279
5	Genes	1	14	1214	9	54

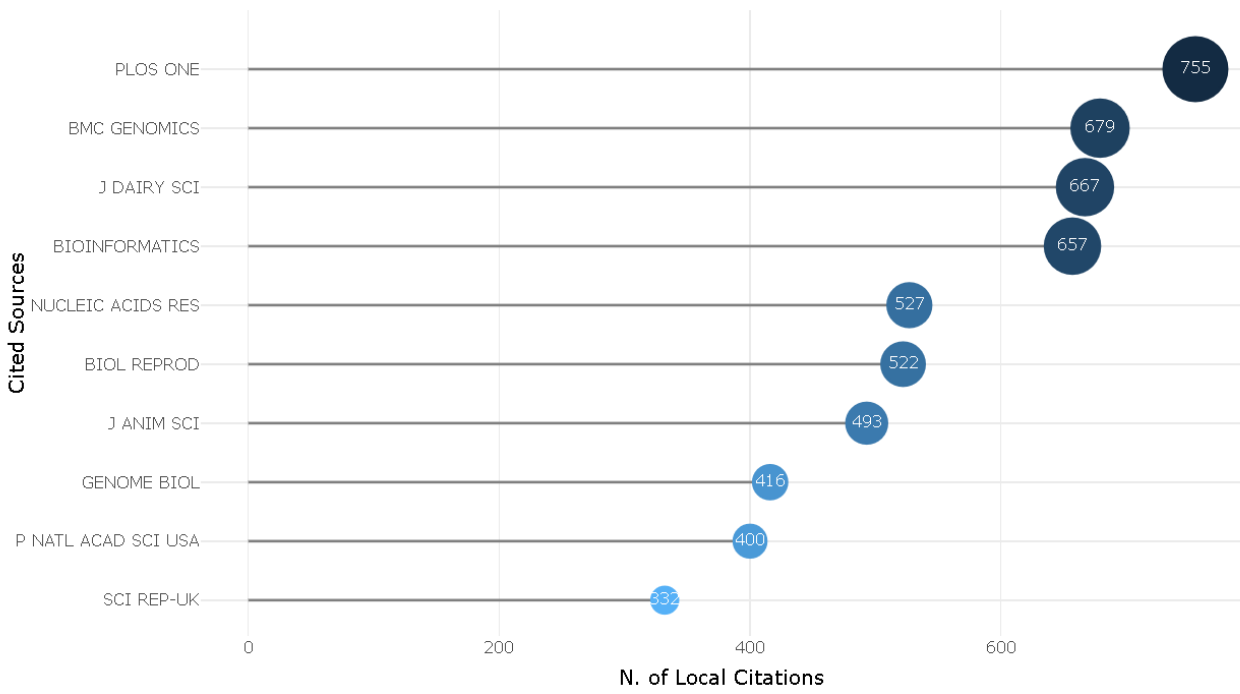
Among the top 10 journals, "BMC Genomics" stands out as the leading authoritative review journal in the field of gene expression and RNA-seq studies, with the highest Journal Impact Factor (JIF) as shown in Table 4. The latest recent impact factor for this journal: is 4.4, reflecting its importance at the academic forefront and providing insight into potential future development directions. Figure 6: shows the top 10 most locally cited journals. According to Table 4, it was determined that although the most articles were in BMC Genomics, PLoS One journal received also the most local citations (Figure 5).

**Table 4:** Top 10 journals with the most papers.

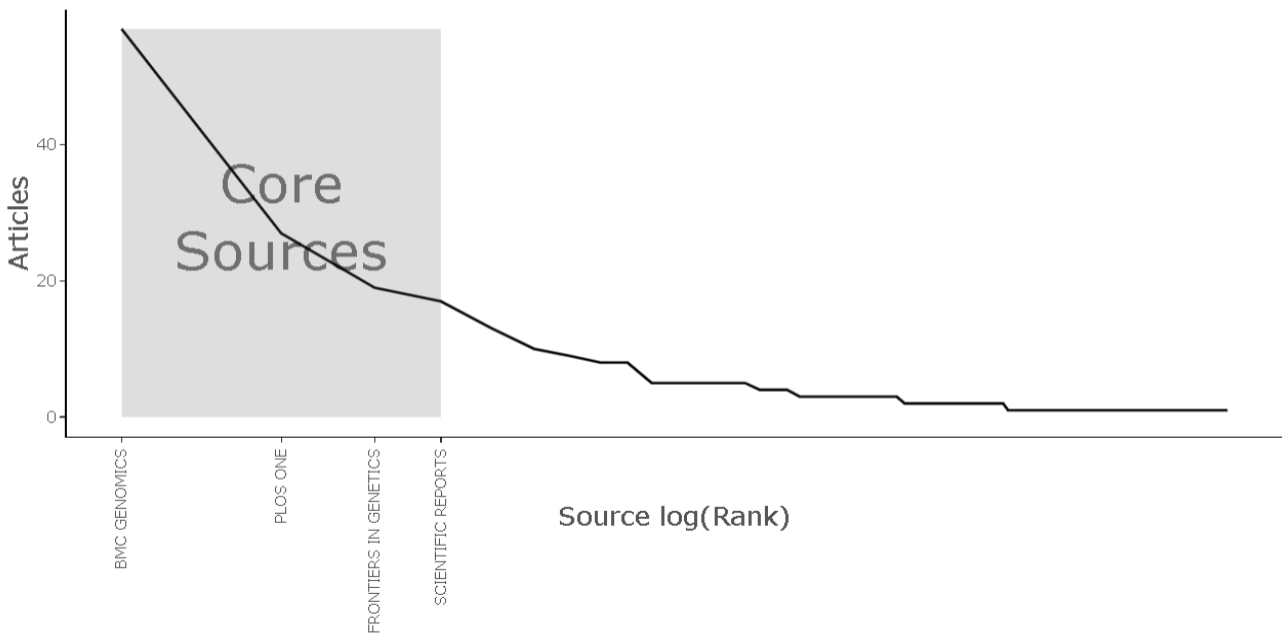
*Tablo 4: En çok makale içeren ilk 10 dergi*

Rank	Journals	Documents	JIF Percentile	JIF Quartile
1	BMC Genomics	57	78.1	Q1
2	PLoS One	27	65.1	Q2
3	Frontiers in Genetics	19	65.2	Q2
4	Scientific Reports	17	70.5	Q2
5	Animals	13	81.5	Q1
6	Biology of Reproduction	10	66.1	Q2
7	Genes	9	61.7	Q2
8	Animal Genetics	8	74.3	Q2
9	Frontiers in Veterinary Science	8	92.0	Q1
10	Frontiers in Cell and Developmental Biology	5	65.7	Q2

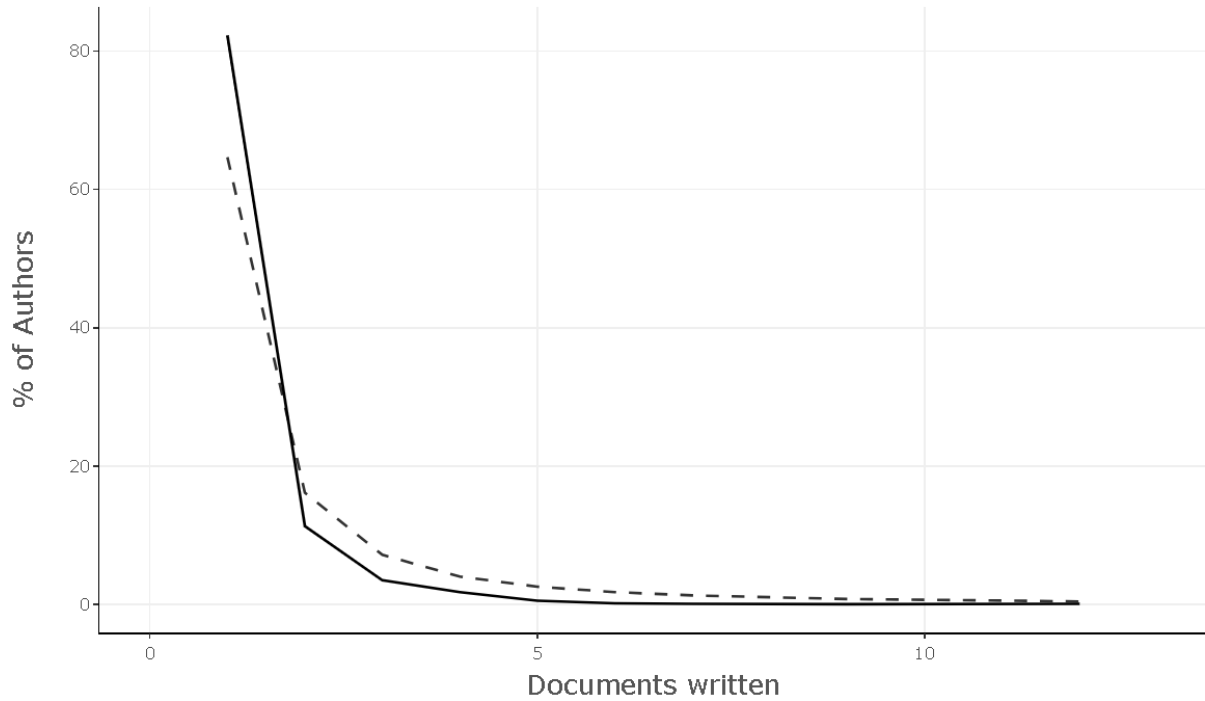
*JIF: Journal Impact Factor*



**Figure 5:** Most local cited sources  
**Şekil 5:** En çok yerel alıntı kaynağı



**Figure 6:** Determination of core journals with Bradford's law  
**Şekil 6:** Bradford's kanunu ile çekirdek dergilerin belirlenmesi



**Figure 7:** Lotka's law analysis for author productivity  
*Şekil 7: Yazar üretkenliğinin Lotka kanununa göre analizi*

Figure 6 shows the first academic articles related to the study area in the Bradford region, where the distribution of articles across journals was examined. The journals in this central region are considered to be the leading publications in the field of cattle gene expression and RNA-seq and serve as the primary outlet for the majority of articles related to this research. This graph is important for researchers trying to identify the most productive journals in the field of cattle gene expression and RNA-seq. Accordingly, core journals; BMC genomics, PLoS One, Frontiers in Genetics, Scientific Reports have been designated as journals. Figure 7 shows an analysis of the distribution of authors across articles according to Lotka's law. The distribution was found to follow this law.

### Highly Cited Articles, References and Author Production of Over Time

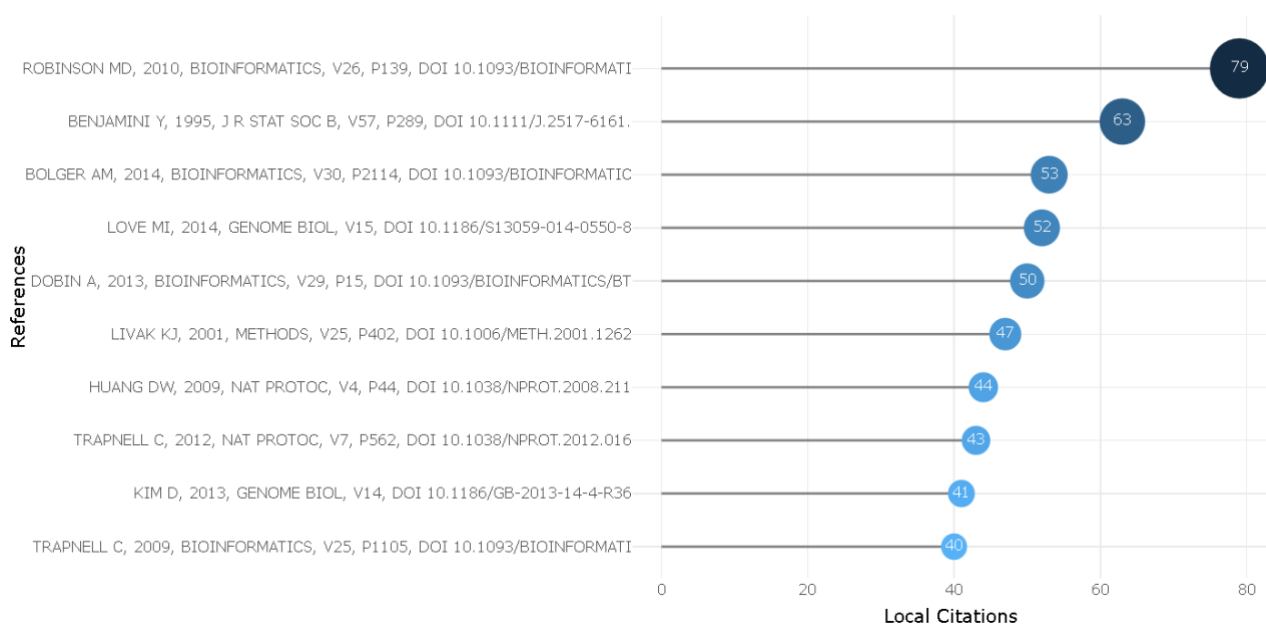
Table 5 shows the top 5 most cited research articles. Bogliotti et al. (2018) "Efficient derivation of stable primed pluripotent embryonic stem cells from bovine blastocysts. " comes next. Published in 2018, this article has collected 153 citations in 5 years.

The reference articles with the most local citations are reported in Figure 8.

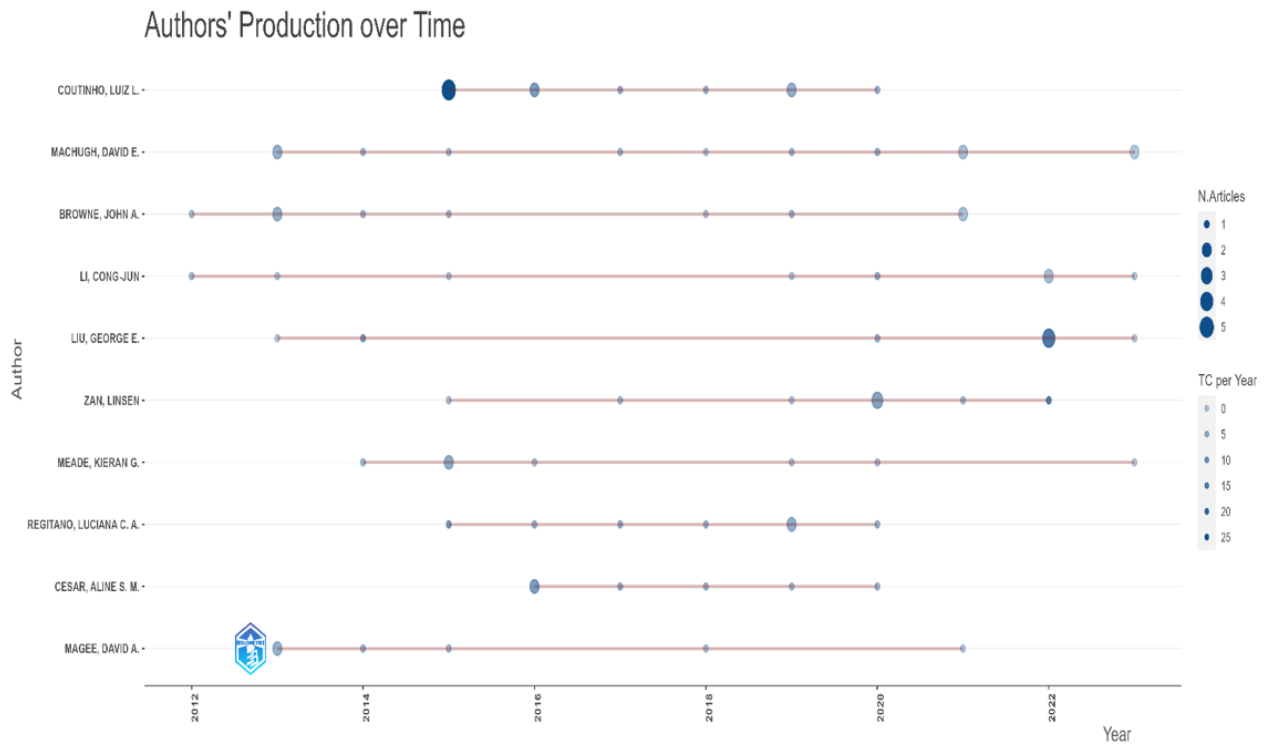
**Table 5:** The most global cited articles**Tablo 5:** En yüksek küresel atıf alan makaleler

Rank	Title	Paper	Total Citations	TC per Year	Normalized TC
1	Efficient derivation of stable primed pluripotent embryonic stem cells from bovine blastocysts.	Bogliotti et al. (31)	153	21.86	6.59
2	Transcriptional profiles of bovine in vivo pre-implantation development.	Jiang et al. (32)	128	11.64	1.96
3	Long non-coding RNA ADNCR suppresses adipogenic differentiation by targeting miR-204.	Li et al. (33)	126	14.00	4.11
4	Transcriptome microRNA profiling of bovine mammary epithelial cells challenged with <i>Escherichia coli</i> or <i>Staphylococcus aureus</i> bacteria reveals pathogen directed microRNA expression profiles.	Jin et al. (34)	122	11.09	1.87
5	SNP discovery in the bovine milk transcriptome using RNA-Seq technology.	Cánovas et al. (2)	119	7.93	1.29

TC: Total citations

**Figure 8:** The most local cited references**Şekil 8:** En yüksek yerel atıf alan referanslar





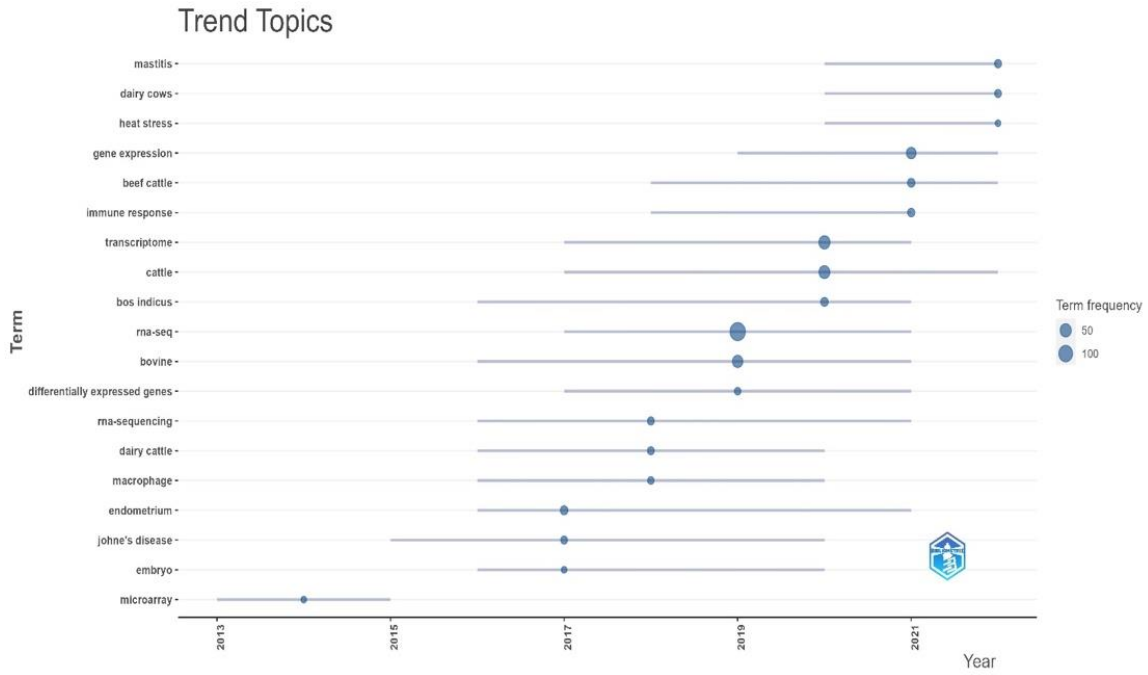
**Figure 9:** Production of the most productive authors over time

*Şekil 9: En üretken yazarların zaman içindeki üretimi*

Figure 9 shows, the most prolific authors in the field of gene expression and RNA-seq studies based on the number of publications attributed to each author. The size of the circles in the visualisation indicates the number of publications authored by an individual in a given year, while the density of the circles represents the number of citations received by the author the same year. As both the number of publications and the number of citations increase, the size and darkness of the circles increase proportionally. In particular, authors such as Li, CJ., Browne, JA. started their work on the topic in 2012, while other prolific authors concentrated their efforts in the following years. Coutinho LL continued their work until 2020 with a high number of articles in 2015 (Figure 9).

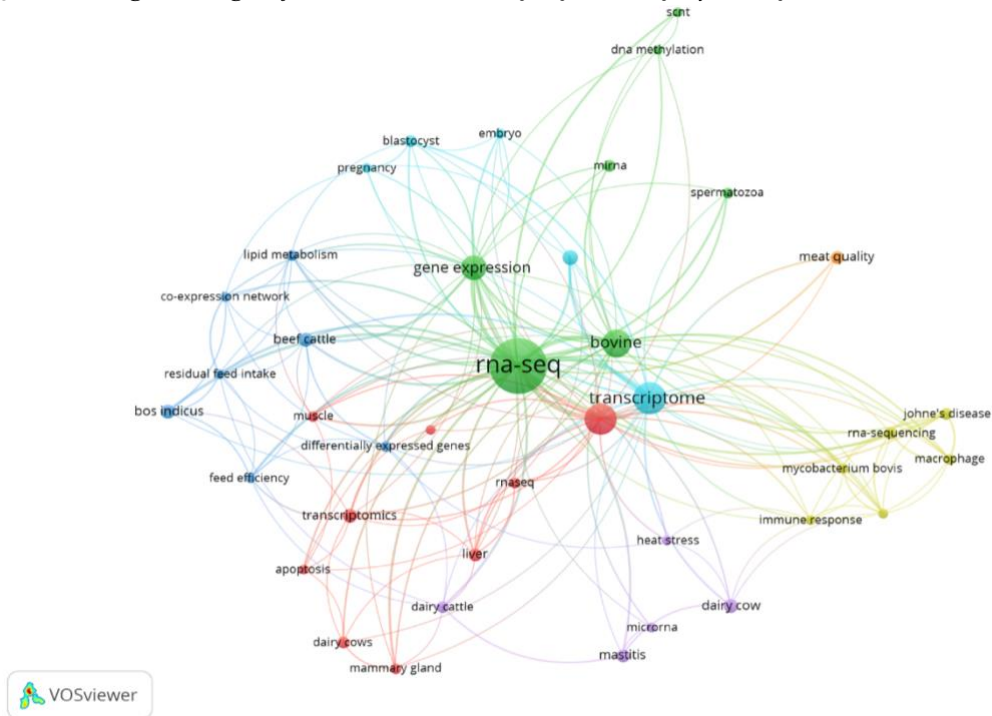
### Keyword Analysis

Keyword analysis is essential for gaining insight into the key issues, focus areas and trends in a research area. Such analysis allows researchers to quickly identify the most discussed topics and key concepts. The word cloud highlights the most used keywords in the field, with terms such as "rna-seq", "transcriptome", "gene-expression", "bovine" and "cattle". This demonstrates the widespread use of rna-seq, and transcriptome data in the context of gene expression studies in cattle. The results of trending topics and co-occurrence keyword analyses based on author keywords are reported in Figure 10 and Figure 11 respectively.



**Figure 10:** Trend topics across years for gene-expression and RNA-seq studies in cattle

*Şekil 10: Sığırlarda gen ifadesi ve RNA dizisi çalışmaları için yıllar içindeki trend konuları*



**Figure 11:** The result of a network of author keywords that co-occur in the field of gene expression and RNA-seq studies in cattle

*Şekil 11: Sığırlarda gen ifadesi ve RNA-seq çalışmaları alanında birlikte ortaya çıkan bir yazar anahtar kelimeler ağıının sonucu*

#### 4. Discussion and Conclusion

Bibliometric analyses allow for the statistical analysis and interpretation of articles accumulated over time and the summarisation of this information. While this analysis identifies potential research topics, trends and gaps in the research area, it can also show the impact of existing reported publications in the relevant subject area in the academic environment (35). In this study, research articles and early access articles published in the Web of Science journal search index between 2010 and 2023 on gene expression and RNA-seq studies in cattle species were collected and bibliometric analysis was performed. We used Bibliometrix and VOSviewer to understand the current literature in the research area and provide a globally accessible summary of studies conducted until 1 January, 2024. When the researches in the field of RNA-seq were examined in the Wos database, it was determined that there were a total of 58 publications between 2008-2010. However, it was determined that the first publications in RNA-seq and gene expression screening in cattle species started in 2010. While publications have increased since this year, it is observed that it has gained momentum since 2014. One of the main reasons for this is thought to be related to the references (bioinformatics studies) in Figure 8, where 'the most cited local references' are reported. In addition to technological developments in the field of RNA-seq, the development of bioinformatics algorithms in which differentiated gene expression analyses are performed has paved the way for researchers to obtain more unbiased publication results and indirectly suggests that publications may gain momentum.

In this study, 500 publications were identified from the WOS database between 2010 and 2023, and 353 articles were included in the analysis based on the content specified in the methods section. BMC Genomics, PLoS One, Frontiers in Genetics, Scientific Reports, Animals are reported as the top five journals with the most publications in this field. The fact that the determined journals are in Q1 and Q2 categories proves that the studies to be carried out in this field are high-level scientific studies. The top 10 journals with the highest number of publications in the field of gene expression and RNA-seq studies in cattle are as follows with WOS categories; Biotechnology & Applied Microbiology, Genetics & Heredity, Multidisciplinary Sciences, Reproductive Biology, Agriculture, Dairy & Natural Science, Veterinary Sciences, Agriculture, Dairy & Natural Science, Immunology. The reported research areas can be defined as cross-sectional areas of gene expression and RNA-seq studies in cattle species. According to Bradford's law, the top three journals with the most publications were "BMC Genomics", "PLoS One", and "Frontiers in Genetics", while the three most cited journals were "PLoS One", "BMC Genomics" and "Journal of Dairy Science". Bogliotti et al., (30) were the most global cited authors in the related research field with 153 citations during the period analysed. In addition, it was concluded that the studies reported to have received high citations close to 2010 were pioneering due to the citations they received for the studies planned later.

The most productive authors over time were Coutinho LL, Li CJ, and Brown JA. It has been determined that the studies in which Coutinho LL has been involved, especially in muscle development, polymorphism, gene expression (36), determination of variants on miRNA (37), transcriptional research on meat quality in different experimental designs (38- 42) as well as studies on reproductive organs in different experimental designs (43-46). Li CJ has been involved in studies in different perspectives ranging from transcriptomic profiling of organs in the digestive system such as rumen (47), duodenum (48) and butyrate-treated cells (49) in cattle, fat tissue development (50), epigenetic studies in which DNA methylation profiles (51) are monitored according to tissues and studies in which regulatory variants are examined in multiple tissue atlases (52). Brown JA, on the other hand, has been involved in reproductive studies and fertility genomics studies (53, 54) as well as some studies examining the responses in peripheral blood cells of cattle affected with *Mycobacterium avium* and *bovis* (11, 55-57). It was determined that the identified authors have been working and publishing in the relevant research field for many years. According to the author keyword analysis, "rna-seq", "transcriptome", "gene-expression", "bovine" and "cattle" best represent the studies. It is understood that the related words are in the front row because they are the basic words used by the authors to identify the subject at first glance. Although USA, China and Brazil were in the top three of the countries where the most articles were published, the most relevant affiliation institutes were Universidade De Sao Paulo from Brazil, University College Dublin from England, and INRAE from France. It is expected that these results are obtained in countries that are advanced in cattle breeding.

According to the trend topic analysis, while microarray studies were emphasised in the first years, topics such as Johne's disease, endometrium, macrophages, studies in 2015-2017, rna-seq, transcriptome studies in 2017-2018, immune response, and beef cattle between 2018-2020 were the trend topic. As of 2020, heat stress, dairy cattle, and mastitis are the trending topics. It is recommended that researchers design their research plans accordingly. It is predicted that studies on heat stress will increase, especially in terms of examining the effects of global climate changes on living things and taking the necessary measures. In addition, it is recommended that the studies to be planned especially on herd and beef cattle in the global food crises that may arise due to global climate change should be designed with this foresight in mind. In this regard, it may be recommended to perform transcriptomic analyses to determine the breeds resistant to temperature stress in which different tissues and organs are examined. It may be possible to determine up and down regulated gene expression, variants and molecular, biological and metabolic pathways associated with the mechanism under investigation. It may be suggested to design both descriptive and analytical comparisons of miRNA, lncRNA target mRNA interactions related to the mechanism to be investigated.

Seven different clusters were identified according to the results of keyword analysis in cattle species. These clusters were; spermatozoa, miRNA, DNA methylation - on epigenetic development genetics, mastitis - on dairy cattle, fat, muscle metabolism - on beef cattle, Johne's disease paratuberculosis - on immunity. In this regard, the article provides general guidance to researchers. For topic-specific studies, RNA-seq keywords and keywords observed as a result of cluster analysis can be used together to search the literature and determine the scope of the topics. The methods, bioinformatics algorithms and results can be evaluated from the articles obtained. For example, many researches can be designed at qualitative and quantitative levels of mRNA, miRNA, lncRNA with transcriptomic information to be obtained from different tissues in different cattle breeds, different developmental stages of the embryo, different disease patterns or different drug, feed, environment experimental designs.

This is the first planned bibliometric analysis in the field of gene expression and RNA-seq in bovine species. The results obtained in about 13 years of Web of Science accumulation show that studies in this field will increase every year. It may even be considered that the articles obtained are insufficient in terms of the scope of the subject of interest. In this direction, the results of keyword and trending topic analysis can be used in line with the above-mentioned recommendations in determining the field of study for new researchers, especially in the field of gene expression and RNA-seq in bovine species. The high quality of the journals in which the planned studies can be published can also provide motivation to the researchers. It can also make predictions about the quality of the studies that researchers will carry out in this field and with which institutions and organizations they can carry out their planned studies. Therefore, it is recommended that researchers plan their experimental designs in the field of gene expression and RNA-seq in bovine species after reviewing the reported analyses.

### **Conflict of Interest**

The authors declared that there is no conflict of interest.

### **Funding**

No funding was utilized for this study.

### **Authors' Contributions**

Motivation / Concept: Esmâ Gamze AKSEL, Aytaç AKÇAY

Design: Esmâ Gamze AKSEL, Ahu CEPHE, Aytaç AKÇAY

Control/Supervision: Güzde ERTÜRK ZARARSIZ

Data Collection and / or Processing: Esmâ Gamze AKSEL, Ahu CEPHE

Analysis and / or Interpretation: Esmâ Gamze AKSEL, Ahu CEPHE

Literature Review: Funda İPEKTEN, Güzde ERTÜRK ZARARSIZ

Writing the Article: Esmâ Gamze AKSEL, Funda İPEKTEN, Aytaç AKÇAY

Critical Review: Ahu CEPHE, Güzde ERTÜRK ZARARSIZ

## Ethical Approval

Ethical statements have been obtained from the authors confirming that the data, information, and documents presented in this article have been obtained within the framework of academic and ethical rules and that all information, documents, evaluations, and results are presented by scientific ethics and moral rules.

## References

1. Law J, Bauin S, Courtial JP, Whittaker J. Policy and the mapping of scientific change: a co-word analysis of research into environmental acidification. *Scientometrics* 1988;14:251–264.
2. Cánovas A, Rincon G, Islas-Trejo A, Wickramasinghe S, Medrano JF. SNP discovery in the bovine milk transcriptome using RNA-Seq technology. *Mamm Genome* 2010;11-12:592–598.
3. Huang W, Khatib H. Comparison of transcriptomic landscapes of bovine embryos using RNA-Seq. *BMC Genomics* 2010;11:711.
4. Mamo S, Mehta JP, Forde N, McGettigan P, Lonergan P. Conceptus-endometrium crosstalk during maternal recognition of pregnancy in cattle. *Biol Reprod* 2012;87(1):6, 1–9.
5. McGettigan PA, Browne JA, Carrington SD, Crowe MA, Fair T, Forde N, et al. Fertility and genomics: comparison of gene expression in contrasting reproductive tissues of female cattle. *Reprod Fertil Dev* 2016;28(1-2):11–24.
6. Bahrami A, Miraie-Ashtiani SR, Sadeghi M, Najafi A. miRNA-mRNA network involved in folliculogenesis interactome: systems biology approach. *Reproduction* 2017;154(1):51–65.
7. Wang N, Li CY, Zhu HB, Hao HS, Wang HY, Yan CL, et al. Effect of vitrification on the mRNA transcriptome of bovine oocytes. *Reprod Domest Anim* 2017;52(4):531–541.
8. Passaro C, Tutt D, Bagés-Arnal S, Maicas C, Laguna-Barraza R, Gutierrez-Adán A, et al. Global transcriptomic response of bovine endometrium to blastocyst-stage embryos. *Reproduction* 2019;158(3):223–235.
9. Prakash MA, Kumaresan A, Ebenezer Samuel King JP, Nag P, Sharma A, Sinha MK, et al. Comparative Transcriptomic Analysis of Spermatozoa From High- and Low-Fertile Crossbred Bulls: Implications for Fertility Prediction. *Front Cell Dev Biol* 202;9:647717.
10. Xu X, Bai J, Liu K, Xiao L, Qin Y, Gao M, et al. Association of Metabolic and Endocrine Disorders with Bovine Ovarian Follicular Cysts. *Animals (Basel)* 2023;13(21):3301.
11. Nalpas NC, Park SD, Magee DA, Taraktsoglou M, Browne JA, Conlon KM, et al. Whole-transcriptome, high-throughput RNA sequence analysis of the bovine macrophage response to *Mycobacterium bovis* infection in vitro. *BMC Genomics*. 2013;14:230.
12. Liang G, Malmuthuge N, Bao H, Stothard P, Griebel PJ, Guan le L. Transcriptome analysis reveals regional and temporal differences in mucosal immune system development in the small intestine of neonatal calves. *BMC Genomics*. 2016;17(1):602.
13. Pošćić N, Montanari T, D'Andrea M, Licastro D, Pilla F, Ajmone-Marsan P, et al. Breed and adaptive response modulate bovine peripheral blood cells' transcriptome. *J Anim Sci Biotechnol* 2017;8:11.
14. Barreto DM, Barros GS, Santos LABO, Soares RC, Batista MVA. Comparative transcriptomic analysis of bovine papillomatosis. *BMC Genomics* 2018;19(1):949.
15. Scott MA, Woolums AR, Swiderski CE, Perkins AD, Nanduri B, Smith DR, et al. Whole blood transcriptomic analysis of beef cattle at arrival identifies potential predictive molecules and mechanisms that indicate animals that naturally resist bovine respiratory disease. *PLoS One* 2020;15(1):e0227507.
16. He H, Liu X. Characterization of transcriptional complexity during longissimus muscle development in bovines using high-throughput sequencing. *PLoS One* 2013;8(6):e64356.
17. Sheng X, Ni H, Liu Y, Li J, Zhang L, Guo Y. RNA-seq analysis of bovine intramuscular, subcutaneous and perirenal adipose tissues. *Mol Biol Rep* 2014;41(3):1631–1637.
18. Liu G F, Cheng HJ, You W, Song EL, Liu XM, Wan FC. Transcriptome profiling of muscle by RNA-Seq reveals significant differences in digital gene expression profiling between Angus and Luxi cattle. *Anim Prod Sci* 2015; 55:1172–1178.
19. Tizioto PC, Coutinho LL, Decker JE, Schnabel RD, Rosa KO, Oliveira PS, et al. Global liver gene expression

- differences in Nelore steers with divergent residual feed intake phenotypes. *BMC Genomics* 2015;16(1):242.
20. Keogh K, Kenny DA, Kelly AK, Waters SM. Insulin secretion and signaling in response to dietary restriction and subsequent re-alimentation in cattle. *Physiol Genomics* 2015;47(8):344–354.
  21. Wærp HKL, Waters SM, McCabe MS, Cormican P, Salte R. RNA-seq analysis of bovine adipose tissue in heifers fed diets differing in energy and protein content. *PLoS One* 2018;13(9):e0201284.
  22. de Las Heras-Saldana S, Chung KY, Lee SH, Gondro C. Gene expression of Hanwoo satellite cell differentiation in longissimus dorsi and semimembranosus. *BMC Genomics* 2019;20(1):156.
  23. Wu ZL, Chen SY, Qin C, Jia X, Deng F, Wang J, et al. Clinical Ketosis-Associated Alteration of Gene Expression in Holstein Cows. *Genes (Basel)* 2020;11(2):219.
  24. Chen W, Alexandre PA, Ribeiro G, Fukumasu H, Sun W, Reverter A, et al. Identification of Predictor Genes for Feed Efficiency in Beef Cattle by Applying Machine Learning Methods to Multi-Tissue Transcriptome Data. *Front Genet* 2021;12:619857.
  25. Li Q, Wang Y, Hu X, Zhang Y, Li H, Zhang Q, et al. Transcriptional states and chromatin accessibility during bovine myoblasts proliferation and myogenic differentiation. *Cell Prolif* 2022;55(5):e13219.
  26. Raven LA, Cocks BG, Kemper KE, Chamberlain AJ, Vander Jagt CJ, Goddard ME, et al. Targeted imputation of sequence variants and gene expression profiling identifies twelve candidate genes associated with lactation volume, composition and calving interval in dairy cattle. *Mamm Genome* 2016;27(1-2):81–97.
  27. Yang J, Jiang J, Liu X, Wang H, Guo G, Zhang Q, et al. Differential expression of genes in milk of dairy cattle during lactation. *Anim Genet.* 2016;47(2):174–180.
  28. Ahmad SM, Bhat B, Manzoor Z, Dar MA, Taban Q, Ibeagha-Awemu EM, et al. Genome wide expression analysis of circular RNAs in mammary epithelial cells of cattle revealed difference in milk synthesis. *PeerJ* 2022;10:e13029.
  29. Aria M, Cuccurullo C. Bibliometrix: An R-Tool for Comprehensive Science Mapping Analysis. *J Informetr* 2017;11, 959–975.
  30. van Eck NJ, Waltman L. Software Survey: VOSviewer, a Computer Program for Bibliometric Mapping. *Scientometrics* 2010; 84, 523–538.
  31. Bogliotti YS, Wu J, Vilarino M, Okamura D, Soto DA et al. Efficient derivation of stable primed pluripotent embryonic stem cells from bovine blastocysts. *Proc Natl Acad Sci* 2018;115(9):2090–2095.
  32. Jiang Z, Sun J, Dong H, Luo O, Zheng X, Obergfell C, et al. Transcriptional profiles of bovine in vivo pre-implantation development. *BMC Genomics* 2014;15(1):756.
  33. Li M, Sun X, Cai H, Sun Y, Plath M, Li C, et al. Long non-coding RNA ADNCR suppresses adipogenic differentiation by targeting miR-204. *Biochim Biophys Acta* 2016;1859(7):871–882.
  34. Jin W, Ibeagha-Awemu EM, Liang G, Beaudoin F, Zhao X, Guan le L. Transcriptome microRNA profiling of bovine mammary epithelial cells challenged with *Escherichia coli* or *Staphylococcus aureus* bacteria reveals pathogen directed microRNA expression profiles. *BMC Genomics* 2014;15:181.
  35. Ruhanen L, Weiler B, Moyle BD, McLennan CLJ. Trends and patterns in sustainable tourism research: A 25-year bibliometric analysis. *J Sustain Tour* 2015; 23(4):517–535.
  36. Silva-Vignato B, Cesar ASM, Afonso J, Moreira GCM, Poleti MD, Petrini J, et al. Integrative Analysis Between Genome-Wide Association Study and Expression Quantitative Trait Loci Reveals Bovine Muscle Gene Expression Regulatory Polymorphisms Associated With Intramuscular Fat and Backfat Thickness. *Front Genet* 2022; 13:935238.
  37. Cardoso TF, Coutinho LL, Bruscadin JJ, da Silva Diniz WJ, Petrini J, Andrade BGN, et al. Multi-Omics Approach Reveals miR-SNPs Affecting Muscle Fatty Acids Profile in Nelore Cattle. *Genes* 2021;12(1):67.
  38. de Lima AO, Koltjes JE, Diniz WJS, de Oliveira PSN, Cesar ASM, Tizioto PC, et al. Potential Biomarkers for Feed Efficiency-Related Traits in Nelore Cattle Identified by Co-expression Network and Integrative Genomics Analyses. *Front Genet* 2020;11:189.
  39. Diniz WJS, Mazzoni G, Coutinho LL, Banerjee P, Geistlinger L, Cesar ASM, et al. Detection of Co-expressed

- Pathway Modules Associated With Mineral Concentration and Meat Quality in Nelore Cattle. *Front Genet* 2019;10:210.
40. Silva-Vignato B, Coutinho LL, Cesar ASM, Poleti MD, Regitano LCA, Balieiro JCC. Comparative muscle transcriptome associated with carcass traits of Nelore cattle. *BMC Genomics* 2017;18(1):506.
  41. Berton MP, Fonseca LF, Gimenez DF, Utembergue BL, Cesar AS, Coutinho LL, et al. Gene expression profile of intramuscular muscle in Nelore cattle with extreme values of fatty acid. *BMC Genomics* 2016;17(1):972.
  42. Cesar AS, Regitano LC, Poleti MD, Andrade SC, Tizioto PC, Oliveira PS et al. Differences in the skeletal muscle transcriptome profile associated with extreme values of fatty acids content. *BMC genomics* 2016;17(1):961.
  43. Sá Filho MF, Gonella-Diaza AM, Sponchiado M, Mendanha MF, Pugliesi G, Ramos RDS, et al. Impact of hormonal modulation at proestrus on ovarian responses and uterine gene expression of suckled anestrous beef cows. *J Anim Sci Biotechnol* 2017; 8:79.
  44. Mesquita FS, Ramos RS, Pugliesi G, Andrade SC, Van Hoeck V, Langbeen A, et al. Endometrial transcriptional profiling of a bovine fertility model by Next-Generation Sequencing. *Genom Data* 2015;7:26–28.
  45. Van Hoeck V, Scolari SC, Pugliesi G, Gonella-Diaza AM, Andrade SC, Gasparin GR, et al. Gene expression profiling by high throughput sequencing to determine signatures for the bovine receptive uterus at early gestation. *Genom Data* 2015;5:94–96.
  46. Gonella-Diaza AM, Andrade SC, Sponchiado M, Pugliesi G, Mesquita FS, Van Hoeck V, et al. Size of the Ovulatory Follicle Dictates Spatial Differences in the Oviductal Transcriptome in Cattle. *PloS one* 2015;10(12):e0145321.
  47. Kang X, Li C, Liu S, Baldwin RL, Liu GE, Li CJ. Genome-Wide Acetylation Modification of H3K27ac in Bovine Rumen Cell Following Butyrate Exposure. *Biomolecules* 2023;13(7):1137.
  48. Li CJ, Lin S, Ranilla-García MJ, Baldwin RL. Transcriptomic Profiling of Duodenal Epithelium Reveals Temporally Dynamic Impacts of Direct Duodenal Starch-Infusion During Dry Period of Dairy Cattle. *Front Vet Sci* 2019;6:214.
  49. Shin JH, Li RW, Gao Y, Bickhart DM, Liu GE, Li W, et al. Butyrate Induced IGF2 Activation Correlated with Distinct Chromatin Signatures Due to Histone Modification. *Gene regulation and systems biology* 2013;7:57–70.
  50. Li M, Sun X, Cai H, Sun Y, Plath M, Li C, et al. Long non-coding RNA ADNCR suppresses adipogenic differentiation by targeting miR-204. *Biochim Biophys Acta* 2016;1859(7):871–882.
  51. Zhou Y, Liu S, Hu Y, Fang L, Gao Y, Xia H, et al. Comparative whole genome DNA methylation profiling across cattle tissues reveals global and tissue-specific methylation patterns. *BMC Biol* 2020;18(1):85.
  52. Liu S, Gao Y, Canela-Xandri O, Wang S, Yu Y, Cai W, et al. A multi-tissue atlas of regulatory variants in cattle. *Nat Genet* 2022;54(9):1438–1447.
  53. Passaro C, Tutt D, Bagés-Arnal S, Maicas C, Laguna-Barraza R, Gutierrez-Adán A, et al. Global transcriptomic response of bovine endometrium to blastocyst-stage embryos. *Reprod* 2019;158(3): 223–235.
  54. McGettigan PA, Browne JA, Carrington SD, Crowe MA, Fair T, Forde N, et al. Fertility and genomics: comparison of gene expression in contrasting reproductive tissues of female cattle. *Reprod Fertil Dev* 2016;28(1-2):11–24.
  55. McLoughlin KE, Correia CN, Browne JA, Magee DA, Nalpas NC, Rue-Albrecht K, et al. RNA-Seq Transcriptome Analysis of Peripheral Blood From Cattle Infected With *Mycobacterium bovis* Across an Experimental Time Course. *Front Vet Sci* 2021;8:662002.
  56. Hall TJ, Mullen MP, McHugo GP, Killick KE, Ring SC, Berry DP, et al. Integrative genomics of the mammalian alveolar macrophage response to intracellular mycobacteria. *BMC Genomics* 2021;22(1):343.
  57. McLoughlin KE, Nalpas NC, Rue-Albrecht K, Browne JA, Magee DA, Killick KE, et al. RNA-seq Transcriptional Profiling of Peripheral Blood Leukocytes from Cattle Infected with *Mycobacterium bovis*. *Front Immunol* 2014;5:396.



doi 10.33188/vetheder.1469398

Araştırma Makalesi / Research Article

## Epidemiological analysis of dermatophytes isolated from cats and dogs in Ankara

Nevra KESKİN YILMAZ<sup>1,a\*</sup>, Bülent BAŞ<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup> Ankara University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine, Ankara, 06110, Türkiye

<sup>2</sup> Ankara University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Microbiology, Ankara, 06110, Türkiye

0000-0002-6287-1157<sup>a</sup>; 0000-0001-9992-8738<sup>b</sup>

### MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFORMATION:

#### Geliş / Received:

16 Nisan 24

16 April 24

#### Revizyon/Revised:

20 Mayıs 24

20 May 24

#### Kabul / Accepted:

12 Haziran 24

12 June 24

#### Anahtar Sözcükler:

Dermatofit

Kedi

Köpek

#### Keywords:

Dermatophyte

Cat

Dog

©2024 The Authors.  
Published by Veteriner  
Hekimler Derneği. This is  
an open access article  
under CC-BY-NC license.  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)



### ABSTRACT

Dermatophytosis, a common fungal infection caused by dermatophytes, affects both cats and dogs and poses significant importance to veterinary professionals and pet owners. In this study conducted in Ankara, it is aimed to investigate the causative agents of dermatophytosis in domestic cats and dogs within the region by reviewing the reports of the samples analyzed in Ankara University Veterinary Faculty Department of Microbiology Laboratory. Key findings from this research revealed a significant prevalence of dermatophytosis in both feline and canine populations in the suspected cases with positive culture results of 76% and 88% in cats and dogs, respectively. Seasonal changes were identified as one of the most significant risk factors for dermatophytosis, with a higher culture positivity rate observed in samples analyzed during the autumn season compared to other seasons. *Alternaria spp* in cats and *Microsporum canis* in dogs were the most frequently isolated microorganisms. In conclusion, dermatophytosis continues to be a significant problem for pet health in Ankara. These findings underline the importance of veterinarians utilizing diagnostic laboratory methods to prevent, diagnose and treat dermatophytosis, thereby protecting animal health while reducing potential zoonotic risks.

### Ankara'daki kedi ve köpeklerden izole edilen dermatofitlerin epidemiyolojik analizi

#### ÖZET

Dermatofitlerin neden olduğu yaygın bir mantar enfeksiyonu olan ve kedi ve köpekleri etkileyen dermatofitoz, veteriner hekimler ve evcil hayvan sahipleri için büyük önem taşır. Ankara'da yapılan bu çalışmada, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda analiz edilen numunelere ait raporlar incelenerek, bölgedeki evcil kedi ve köpeklerde dermatofitoz etkenlerinin araştırılması amaçlandı. Bu çalışmada analiz edilen kedi ve köpek örneklerinden sırasıyla %76 ve %88 pozitif kültür sonuçları elde edilmesiyle hem kedi hem de köpek popülasyonlarında dermatofitosizin önemli bir prevalansının olduğu ortaya konuldu. Mevsimsel değişikliklerin dermatofitoz için en önemli risk faktörlerinden biri olduğu, sonbahar mevsiminde analiz edilen örneklerde kültür pozitifliği oranının diğer mevsimlere göre daha yüksek olduğu belirlendi. Kedilerde *Alternaria spp* ve köpeklerde *Microsporum canis* en sık izole edilen mikroorganizmalardı. Sonuç olarak dermatofitoz Ankara'da evcil hayvan sağlığı açısından önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. Bu bulgular, veteriner hekimlerin dermatofitozu önlemek, teşhis etmek ve tedavi etmek için laboratuvar teşhis yöntemlerinden yararlanarak hayvan sağlığını korurken potansiyel zoonotik riskleri azaltmasının önemini vurgulamaktadır.

**How to cite this article:** Keskin Yılmaz N, Baş B. Epidemiological analysis of dermatophytes isolated from cats and dogs in Ankara. Vet Hekim Der Derg 95 (2): 132-139, 2024. DOI: 10.33188/vetheder.1469398

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



## 1. Introduction

Dermatophytosis, a non-fatal but significant cutaneous affliction resulting from superficial fungal infections, is a noteworthy concern in the realm of veterinary medicine, particularly when it comes to feline and canine populations. This condition predominantly manifests in domestic animals, with dogs and cats exhibiting heightened susceptibility to infections caused by various microorganisms, such as *Microsporum spp*, *Trichophyton spp*, *Alternaria spp*, *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*. and these animals serve as reservoirs for the fungal pathogens, perpetuating the cycle of transmission (1,2).

The prominence of the disease arises from both its high contagiousness among animals and its potential zoonotic transmission, emphasizing the need for a comprehensive understanding and effective management. Although dermatophytes can also be isolated from asymptomatic animals (3); fungal species are more commonly isolated in culture samples from animals with clinical signs compared to asymptomatics (4). The relationship between these dermatophytes and their animal hosts underscores the importance of further research to elucidate the dynamics of this interaction, facilitating the development of targeted preventive measures and therapeutic interventions. Because dermatophytosis demands attention not only for its impact on animal health but also for its potential implications on human health, necessitating a multidisciplinary approach for comprehensive disease management and prevention (4).

Dermatophytosis development is influenced by age, accompanying diseases, immune status, and environmental factors (4,5). While well-cared pets typically exhibit localized lesions, animals with nutritional deficiencies or in unhygienic environments may develop widespread disease with secondary bacterial infections (6). This multifactorial perspective is crucial for effective disease management in diverse animal populations, emphasizing the need for a holistic approach that considers various contributing factors. Therefore, careful monitoring becomes imperative in environments such as shelters, group housing for animals, and facilities with multiple cats or dogs, as they pose an increased risk for potential outbreaks of dermatophytosis (6,7). Although in most cases of dermatophytosis the disease tends to heal spontaneously, it is important to shorten the duration of the infection, especially in cases where microorganisms of zoonotic importance are identified (8).

In recent years, notable progress has been witnessed in the field of veterinary mycology, particularly regarding the diagnosis and treatment of dermatophyte infections in dogs and cats. Despite these advancements, culture-based microorganism identification remains the gold standard in laboratory methods for diagnosing dermatophytosis (5,9). Despite the array of methods available for isolating dermatophytes, Sabouraud dextrose agar (SDA) stands out as one of the most consistently recommended agars in prior studies (10,11).

Comprehensive investigations into dermatoses in cats and dogs have been conducted worldwide, providing valuable insights into the prevalence and characteristics of these conditions. However, there remains a notable scarcity of epidemiological analyses specific to Türkiye (12-14). Despite the wealth of global research, understanding the unique regional patterns, risk factors, and prevalence rates of cat and dog dermatoses in Türkiye is crucial for tailoring effective preventive and therapeutic strategies. Bridging this gap in epidemiological research in Türkiye is essential for the development of targeted veterinary interventions, fostering a more localized and contextually relevant approach to the management of dermatoses in the country's feline and canine populations. This study aims to systematically evaluate the microbiological analyzes of out-of-hospital samples referred from various clinics in Ankara region to obtain data on the prevalence of dermatophytosis cases in cats and dogs.

## 2. Material and Methods

A retrospective analysis was conducted on case files comprising microbiological analysis findings from skin swabs and hair samples taken from cats and dogs suspected of dermatophytosis. These samples were collected by private veterinarians from veterinary clinics across the Ankara region. Subsequently, they were analyzed as out-of-hospital specimens in the Microbiology Laboratory of Ankara University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Microbiology.

The study encompassed an analysis of a comprehensive dataset consisting of 75 cat and 50 dog samples, all collected and examined between October 2017 and December 2020. To ensure a holistic understanding of the factors influencing dermatophytosis, critical parameters such as age, gender, environmental conditions, and the precise date of sample collection were assessed.

Furthermore, to discern potential seasonal patterns in the prevalence of the disease, the dataset was systematically categorized based on the four distinct seasons: spring (March-May), summer (June-August), autumn (September-November), and winter (December-February).

For the laboratory analysis, the collected samples were placed in sterile petri dishes, further emphasizing the commitment to maintaining a sterile environment throughout the procedure. To safeguard the integrity of the samples and expedite the diagnostic process, all specimens were transported to laboratory within a strict timeframe of 24 hours following collection. Only samples meeting these criteria were considered for inclusion in the study, thereby ensuring the reliability and accuracy of the diagnostic analyses. This approach aimed to minimize potential contamination and preserve the quality of the samples for subsequent laboratory investigations.

In the laboratory analysis, skin swap and hair samples were examined by following the routine procedures. In summary, the samples placed on a slide and 10% KOH solution was dropped on them for direct microscopy. The specimens were then covered with a coverslip, heated slightly from below, and then left at room temperature for half to one hour. Spore and hyphae were searched under the microscope (15).

For the skin culture, the samples were placed on SDA surface containing antibiotics. The microorganisms were cultured by embedding them in the medium with the help of a sterile scalpel and forceps. The skin culture was then incubated at 25°C in an aerobic environment for four weeks. The media was checked daily to identify growth based on macroscopic and microscopic characteristics. Macroscopic observations included colony growth, structure, and pigmentation on the Petri dish, while microscopic identification was performed by examining fungal colony features like hyphae, macroconidia, microconidia, and spore structures under a light microscope at 40X and 100X magnifications (15).

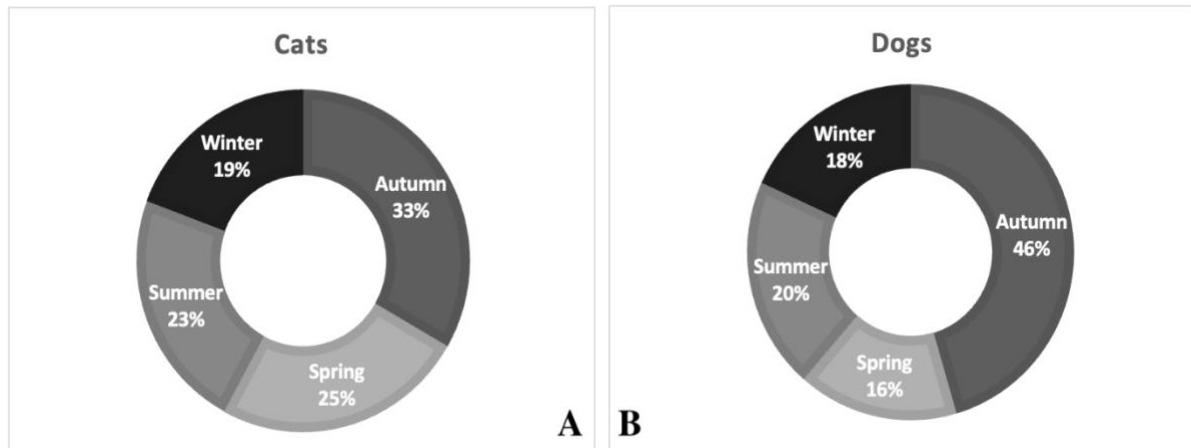
### 3. Results

Out of the 75 cat and 50 dog cases examined in this study, a significant 76% of cats (57 out of 75) and 88% of dogs (44 out of 50) showed positive cultures for dermatophytes. Among the feline cases with positive cultures, 33 were female, while 24 were male. For dogs, there was an even distribution of positive cultures among both females and males.

It was established that all sampled cats, whose specimens tested positive for dermatophytes, were exclusively indoor-dwelling felines. Similarly, the dogs included in this study were predominantly indoor canines; however, they were granted access to outdoor environments.

In the present study, the mean age $\pm$ SD of the entire cat population was determined to be 4.5 $\pm$ 3.3 years, and a notable decrease was observed in culture-positive cats, where the value declined to 4.16 $\pm$ 3.07 years. Similarly, in the canine population, the overall mean age was 5.5 $\pm$ 3.6 years, with a decrease to 5.41 $\pm$ 3.62 years in culture-positive dogs. Notably, culture-negative cats exhibited a mean age of 4.75 $\pm$ 3.39 years, while culture-negative dogs displayed a slightly higher mean age of 6.06 $\pm$ 3.84 years. Our findings reveal a consistent trend across both feline and canine populations, wherein the oldest individuals were consistently identified among those from which culture-negative samples were obtained.

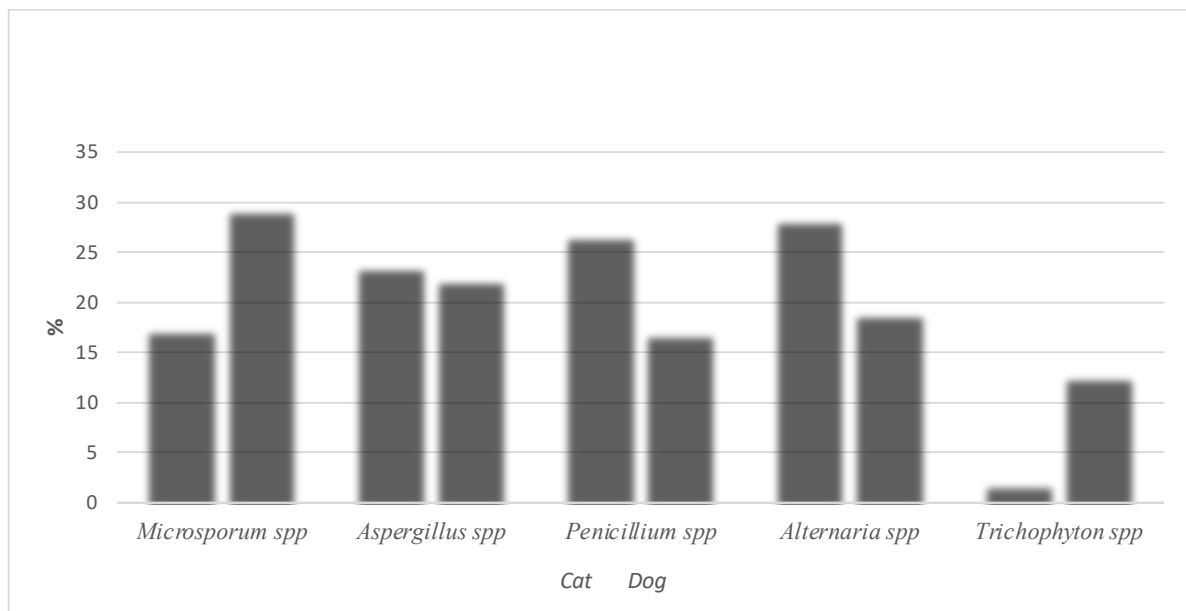
Upon scrutinizing the distribution of dermatophyte-positive samples across seasons, a discernible pattern emerged, revealing that the highest rate of sample admissions occurred during autumn (Figure 1) for both cats (33.33%) and dogs (45.45%). During our comprehensive 15-month study commencing in the autumn season, we observed an elevated number of cases during this period. Notably, when we narrowed our investigation to a 12-month timeframe, the seasonal distribution consistently exhibited the same characteristics, reaffirming the prominence of autumn in influencing case numbers.



**Figure 1:** Seasonal distribution (%) of cases in cats (A) and dogs (B)  
**Şekil 1:** Kedilerde (A) ve köpeklerde (B) vakaların mevsimsel dağılımı (%)

Among the culture-positive cat samples, a noteworthy occurrence of multiple fungal growth was identified in 7 out of 57 samples. The predominant dermatophyte recovered from these feline samples was *Alternaria spp*, constituting 28.12% of the isolates. Following closely, *Penicillium spp* accounted for 26.56%, *Aspergillus spp* for 23.43%, and *Microsporum spp* for 17.18% of the fungal isolates. Additionally, *Trichophyton spp*, *Mucor spp*, and *Candida albicans* were each isolated once, contributing to the overall diversity of fungal species detected.

Within the canine population, multiple fungal growth was identified in 4 out of 44 culture-positive samples. The predominant dermatophyte retrieved from these dog samples was *Microsporum canis (M. canis)*, constituting 29.16% of the isolates. Subsequently, *Aspergillus spp* accounted for 22.91%, *Alternaria spp* for 18.75%, *Penicillium spp* for 16.66%, and *Trichophyton spp* for 12.5% of the fungal isolates. The information regarding the distribution of dermatophytes were summarized in Figure 2.



**Figure 2:** Distribution of isolated microorganisms in cats and dogs  
**Şekil 2:** Kedilerde ve köpeklerde izole edilen mikroorganizmaların dağılımı

#### 4. Discussion and Conclusion

The study results demonstrated a higher prevalence of dermatophytosis among suspected cases in dogs compared to cats, exceeding the incidence reported in earlier studies where positive findings ranged from 14-37% (12, 16,17). These findings in the presented study could be attributed to the detailed examination of cases by veterinarians prior to sample submission to laboratory, thereby assembling a case sample characterized by a heightened likelihood of dermatophyte positivity. This underscores the crucial role of thorough clinical assessments in shaping the composition of samples for diagnostic purposes and contributing to the observed prevalence of dermatophytosis.

In the present study, gender-based prevalence rates exhibited a notable similarity between males and females. While some prior research has suggested a higher prevalence of dermatophytosis among males compared to females (14,18), our findings are consistent with other studies that do not indicate a significant gender-based dominance in the occurrence of dermatophytosis. (17, 19- 21). This concurrence underscores the complexity of gender-related patterns in dermatophytosis prevalence and highlights the importance of considering multifactorial influences in future investigations to comprehensively elucidate potential associations.

Despite the absence of evidence indicating an elevated risk of infection among older pets, it is noteworthy that the susceptibility to dermatophytosis appears to increase during the early stages of life when the immune system is still maturing (18, 22). Although this study did not specifically establish an average age below 1 year for the animals, the observation that animals with negative culture results tended to have a higher average age implies a potential association between age and the risk of dermatophytosis. This finding encourages further investigation of age-related dynamics as potential risk factors for disease, highlighting the need for comprehensive studies to reveal the complex interplay between age and susceptibility to dermatophyte infections.

Our investigation revealed a heightened risk of dermatophytosis during the autumn months in the Ankara region, characterized by generally warm yet rainy conditions. This observation aligns with findings from other studies, underscoring a consistent trend wherein the incidence of dermatophyte cases tends to surge in climates characterized by increased humidity and warmth (8). Notably, the prevalence of dermatophytosis in cats peaks during the subsequent winter months, following the autumn period. This temporal pattern may be attributed to heightened stress levels during winter, as evidenced by the impact of seasonal variations on the circadian rhythms of cortisol and its receptors, showcasing elevated amplitudes during winter. The shorter daylight hours in winter, coupled with shifts in physiological activity, contribute to a more pronounced immune response to acute stress, potentially rendering cats more susceptible to dermatophytosis during this season (23, 24). Further exploration of these seasonal dynamics is warranted to elucidate the intricate interplay between environmental factors, stress, and the occurrence of dermatophyte infections.

Previous studies indicate that *Alternaria* is the most common form of fungal disease sampled from granulomatous nodular lesions (25,26). *Alternaria*, known as dematiaceous (pigment-producing) fungi, is soil saprophyte that commonly cause sporadic infections causing non-healing wounds of the skin usually because of traumatic implantation of fungus in subcutaneous tissues in animals and humans (27,28). In addition, *Alternaria* can be found in humid places (29) and therefore indoor-only cats might have an increased risk of exposure to *Alternaria*, which may, in turn, explain the high incidence of *Alternaria* positive cases in the presented study. Our findings underscore the diverse fungal spectrum within the culture-positive cat samples, with *Alternaria* spp emerging as the most prevalent. The identification of various dermatophytes further emphasizes the complexity of fungal colonization in this population, laying the foundation for a comprehensive understanding of the specific fungal taxa involved and their potential implications for feline health.

The most recovered fungus from dogs *M. canis*, confirming the results from past studies (8,12,30). One of the findings in our study is that the incidence of *M. canis* was as 1 out of third samples determined to be like a study conducted in Poland (30) but was lower when compared to research from Italy which revealed nearly up to 78% positive results (18). Another study with a higher incidence was conducted in Türkiye with a rate of 57% positive samples (12).

The variations in incidence observed between studies may be attributed to regional conditions and epidemiological differences.

The fungal species identified in cats and dogs in the presented study have a high zoonotic potential and there is an emerge of antifungal resistance (31,32). Therefore, making the correct diagnosis in animals with suspected dermatophytosis is also of great importance for protecting human health as much as animal health under the umbrella of One Health approach that considers the interconnectedness of human and animal health (33). Consequently, it is important to expand epidemiological studies and conduct case-based evaluations for each patient in order to prevent unnecessary and long-term drug use within the scope of veterinary practice and to prevent indirect side effects, including increased antifungal resistance.

### Conflict of Interest

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

### Funding

This study is not funded.

### Authors' Contributions

Motivation/Concept: Nevra KESKİN YILMAZ, Bülent BAŞ

Design: Nevra KESKİN YILMAZ, Bülent BAŞ

Control/Supervision: Bülent BAŞ

Data collection and/or processing: Bülent BAŞ

Analysis and Interpretation: Nevra KESKİN YILMAZ, Bülent BAŞ

Literature review: Nevra KESKİN YILMAZ

Writing the article: Nevra KESKİN YILMAZ

Critical review: Bülent BAŞ

### Ethical Statement

This study was approved by Ankara University Animal Experiments Local Animal Ethics Committee (Decision number: 2024-06-39).

### References

1. Moskaluk AE, VandeWoude S. Current Topics in Dermatophyte Classification and Clinical Diagnosis. *Pathogens*. 2022; 11(9): 957
2. Outerbridge CA. Mycologic disorders of the skin. *Clin Tech Small Anim Pract*. 2006; 21(3):128-34.
3. Santana AE, Taborda CP, Severo JS, Rittner GM, Muñoz JE, Larsson Jr CE, et al. Development of enzyme immunoassays (ELISA and Western blot) for the serological diagnosis of dermatophytosis in symptomatic and asymptomatic cats. *Med Mycol J*. 2018; 56(1): 95-102.
4. Moriello KA, Coyner K, Paterson S, Mignon B. Diagnosis and treatment of dermatophytosis in dogs and cats. *Clinical Consensus Guidelines of the World Association for Veterinary Dermatology*. *Vet Dermatol*. 2017; 28(3): 266-e68.
5. Miller WH, Griffin CE, Campbell KL. Fungal and algal skin disease. *Muller and Kirk's Small Animal Dermatology 7th edition*. St Louis, MO: Elsevier, 2013; 223-283.
6. Frymus T, Gruffydd-Jones T, Pennisi MG, Addie D, Belák S, Boucraut-Baralon C, Egberink H, Hartmann K, Hosie MJ, Lloret A, Lutz H. Dermatophytosis in cats: ABCD guidelines on prevention and management. *J Feline Med Surg* 2013; 15(7): 598-604.

7. Newbury S, Moriello K, Coyner K, Trimmer A, Kunder D. Management of endemic *Microsporum canis* dermatophytosis in an open admission shelter: a field study. *J Feline Med Surg* 2015;17(4): 342-7.
8. Moriello K. Dermatophytosis in cats and dogs: a practical guide to diagnosis and treatment. *In Pract* 2019; 41(4):138-47.
9. Robert R, Pihet M. Conventional methods for the diagnosis of dermatophytosis. *Mycopathologia* 2008; 166: 295-306.
10. Chermette R, Ferreiro L, Guillot J. Dermatophytoses in animals. *Mycopathologia* 2008; 166:385-405.
11. Debnath C, Mitra T, Kumar A, Samanta I. Detection of dermatophytes in healthy companion dogs and cats in eastern India. *Iran J Vet Res* 2016; 17(1): 20.
12. Seker E, Dogan N. Isolation of dermatophytes from dogs and cats with suspected dermatophytosis in Western Turkey. *Prev Vet Med* 2011; 98(1): 46-51.
13. Sığırcı BD, Metiner K, Çelik B, Kahraman BB, İkiz S, Bağcıgil AF, et al. Dermatophytes isolated from dogs and cats suspected dermatophytoses in Istanbul, Turkey within a 15-year-period: An updated report. *Kocatepe Vet J* 2019;12(2):116-21.
14. Keskin Yılmaz N, Baş B. Superficial pyoderma in cats and dogs: A retrospective clinical study. *Ankara Univ Vet Fak Derg* 2024; 71 (2): 207-213.
15. Babacan O, Baş B, Müştak HK, Şahan Ö, Tekin O, Torun E. Kedi ve köpeklerden izole edilen dermatofit etkenlerinin retrospektif değerlendirilmesi. *J Etlik Vet Microbiol* 2011;22(1): 23-6.
16. Paixão GC, Sidrim JJ, Campos GM, Brilhante RS, Rocha MF. Dermatophytes and saprobe fungi isolated from dogs and cats in the city of Fortaleza, Brazil. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2001; 53: 568-73.
17. Brilhante RS, Cavalcante CS, Soares-Junior FA, Cordeiro RA, Sidrim JJ, Rocha MF. High rate of *Microsporum canis feline* and canine dermatophytoses in Northeast Brazil: epidemiological and diagnostic features. *Mycopathologia* 2003; 156:303-8.
18. Cafarchia C, Romito D, Sasanelli M, Lia R, Capelli G, Otranto D. The epidemiology of canine and feline dermatophytoses in southern Italy. *Mycoses* 2004; 47(11-12): 508-13.
19. Kasmaei A, Salimi A, Helan JA, Asl SA, Katirae F. Molecular study of feline dermatophytosis and Toll-like receptor 2 and 4 gene expression in their lesions. *Vet Med Sci* 2023; 9(3): 1036-42.
20. Tel OY, Akan M. Kedi ve köpeklerden dermatofitlerin izolasyonu. *Ankara Univ Vet Fak Derg* 2008; 55:167-171.
21. Murmu S, Debnath C, Pramanik AK, Mitra T, Jana S, Dey S, et al. Detection and characterization of zoonotic dermatophytes from dogs and cats in and around Kolkata. *Vet World* 2015; 8(9): 1078.
22. Ilhan Z, Karaca M, Ekin IH, Solmaz H, Akkan HA, Tutuncu M. Detection of seasonal asymptomatic dermatophytes in Van cats. *Braz J Microbiol* 2016; 47:225-30.
23. Iki T, Ahrens F, Pasche KH, Bartels A, Erhard MH. Relationships between scores of the feline temperament profile and behavioural and adrenocortical responses to a mild stressor in cats. *Appl Anim Behav Sci* 2011;132(1-2): 71-80.
24. Pierre K, Schlesinger N, Androulakis IP. The role of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in modulating seasonal changes in immunity. *Physiol Genomics* 2016; 48(10): 719-38.
25. Miller RI. Nodular granulomatous fungal skin diseases of cats in the United Kingdom: a retrospective review. *Vet Dermatol* 2010; 21 (2). 130-135.
26. Bernhardt A, von Bomhard W, Antweiler E, Tintelnot K. Molecular identification of fungal pathogens in nodular skin lesions of cats. *Med Mycol* 2015; 53(2):132-44.
27. Dye C, Johnson EM, Gruffydd-Jones TJ. *Alternaria* species infection in nine domestic cats. *J Felin Med Surg* 2009;11(4): 332-6.
28. Lou J, Fu L, Peng Y, Zhou L. Metabolites from *Alternaria* fungi and their bioactivities. *Molecules* 2013; 18(5): 5891-935

29. Abel-Fernández E, Martínez MJ, Galán T, Pineda F. Going over Fungal Allergy: *Alternaria alternata* and Its Allergens. *J Fungi* 2023; 9(5): 582.
30. Jańczak D, Górecki P, Maj AK. PCR-based methods in detection and identification of dermatophytes in dogs and cats with suspected dermatophytosis in 2021 in Poland. *Pol J Vet Sci* 2023; 26(4): 629-634.
31. Silveira-Gomes F, Oliveira EF, Nepomuceno LB, Pimentel RF, Marques-da-Silva SH, Mesquita-da-Costa M. Dermatophytosis diagnosed at the evandro chagas institute, Pará, Brazil. *Braz J Microbiol* 2013; 44: 443-6.
32. Seyedmousavi S, Bosco SD, De Hoog S, Ebel F, Elad D, Gomes RR, et al. Fungal infections in animals: a patchwork of different situations. *Med Mycol J* 2018; 56(suppl\_1): S165-87.
33. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) [Online]. One Health and Fungal Diseases. 2022 September 13 [Cited 2023 October 10]; Available from: URL: <https://www.cdc.gov/fungal/fungal-one-health.html>.



doi 10.33188/vetheder.1455874

Araştırma Makalesi / Research Article

## Retrospective evaluation of diseases in wild birds brought to Aksaray University Veterinary Faculty Animal Hospital Surgery Clinics: 102 cases (2020-2023)

Fehmiye GÜMÜŞ<sup>1,a\*</sup>, Nihan AVCI<sup>1,b</sup>, Deva Başak BOZTOK ÖZGERMEN<sup>1,c</sup>, Mehmet SAĞLAM<sup>2,d</sup>

<sup>1</sup> Aksaray Üniversitesi, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Aksaray, Türkiye

<sup>2</sup> Siirt Üniversitesi, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Siirt, Türkiye

ORCID 0000-0003-1670-0709<sup>a</sup>; 0000-0001-6789-8474<sup>b</sup>; 0000-0001-7039-8956<sup>c</sup>; 0000-0001-8934-8529<sup>d</sup>

### MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFORMATION:

#### Geliş / Received:

20 Mart 24

20 March 24

#### Revizyon/Revised:

05 Haziran 24

05 June 24

#### Kabul / Accepted:

07 Haziran 24

07 June 24

#### Anahtar Sözcükler

Kırık

Yumuşak doku

zedelenmesi

Tedavi

Vahşi kuşlar

Yara

#### Keywords:

Fracture

Soft tissue injuries

Treatment

Wild birds

Wound

©2024 The Authors.

Published by Veteriner

Hekimler Derneği. This is

an open access article

under CC-BY-NC license.

(https://creativecommons.

org/licenses/by-nc/4.0)



### ABSTRACT

This retrospective study aimed to evaluate surgical diseases in wild birds that were brought to Aksaray University Veterinary Faculty Animal Hospital. A total of 102 wild birds with orthopedic and/or soft tissue diseases were included in the study. The orthopedic diseases encountered were arthrosis (n=3), luxation (n=5), and fracture (n=38). The most frequent type of fracture was ulna fractures (33.33%), followed by radius fractures (27.45%), metacarpus fractures (9.80%), humerus fractures (9.80%), tibiotarsus fractures (9.80%), carpus (5.88%), and finally femur fractures (3.92%). The fractures were treated using an '8'-shaped bandage (n=15), intramedullary pin and cerclage application (n=12), and external fixator (n=1). In cases of infection, nerve damage, joint arthrosis, bone necrosis, and muscle macerations, wing amputation (n=10) was performed. The most prevalent soft tissue diseases were wounds and injuries (n=45), followed by general condition disorders (n=15), ophthalmological diseases (n=6), and neurological diseases (n=5) respectively. Wounds were treated with sutures or wound dressings. Infectious ophthalmologic diseases and neurological diseases were medically treated. All wild birds that are brought to a veterinary clinic should undergo a detailed physical and radiological examination for an accurate diagnosis. In cases where emergency intervention is required, it is crucial to perform the indicated treatment without delay and to maintain follow-up care. This will ensure that the birds can be safely returned to their natural habitats.

### Aksaray Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Cerrahi Anabilim Dalına getirilen yabani kuşların retrospektif değerlendirilmesi: 102 Olgu (2020-2023)

### ÖZET

Bu retrospektif çalışmada Aksaray Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi'ne getirilen yabani kanatlılarda cerrahi hastalıkların değerlendirilmesi amaçlandı. Çalışmaya ortopedik ve/veya yumuşak doku hastalığı olan toplam 102 yabani kuş dahil edildi. En sık görülen kırık tipi ulna kırıklarıydı (%33,33), bunu takiben radius kırıkları (%27,45), metacarpus kırıkları (%9,80), humerus kırıkları (%9,80), tibiotarsus kırıkları (%9,80), carpus (%5,88) ve son olarak femur kırıkları (%3,92) izledi. Kırıklar "8" şeklinde bandaj (n=15), intramedullar pin ve serklaj uygulaması (n=12) ve eksternal fiksasyon (n=1) kullanılarak tedavi edildi. Enfeksiyon, sinir hasarı, eklem artrozu, kemik nekrozu, ve kas maserasyonları durumlarında kanat amputasyonu (n=10) uygulandı. En sık görülen yumuşak doku hastalıkları yara ve yaralanmalar (n=45) olup, bunu sırasıyla genel durum bozuklukları (n=15), göz hastalıkları (n=6) ve nörolojik hastalıklar (n=5) takip etmiştir. Yaralar dikiş veya yara pansumanıyla tedavi edilmiştir. Enfeksiyöz oftalmolojik hastalıklar ve nörolojik hastalıklar medikal olarak tedavi edildi. Bir veteriner kliniğine getirilen tüm yabani kuşlar, doğru teşhis için ayrıntılı bir fiziksel ve radyolojik muayeneden geçirilmelidir. Acil müdahalenin gerekli olduğu durumlarda, belirtilen tedavinin gecikmeden uygulanması ve takip bakımının sürdürülmesi çok önemlidir. Bu, kuşların doğal yaşam alanlarına güvenli bir şekilde geri dönebilmelerini sağlayacaktır

**How to cite this article:** Gümüş F, Avcı N, Boztok Özgermen DB, Sağlam M. Retrospective evaluation of diseases in wild birds brought to Aksaray University Veterinary Faculty Animal Hospital Surgery Clinics: 102 cases (2020-2023). Vet Hekim Der Derg 95(2): 140-148, 2024. DOI: 10.33188/vetheder.1455874

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



## 1. Introduction

Turkey is a suitable country for many bird species to shelter and find nutrition due to its geographical location, diverse climates, rich natural resources, and location on the migration route of birds (1,2). Approximately 465 bird species have been observed in Turkey and a quarter of these bird species being non-breeding birds that migrate to Turkey only in winter (3).

A study conducted in Aksaray Ihlara Valley in 2010-2011 examined 171 bird species. Of these, 60 were native, 77 migrated in summer, and 34 migrated in winter. According to international conservation criteria, three of these species were vulnerable, four were threatened, and seven were near threatened (4).

The natural habitats of wild animals have been reduced and restricted due to rapid urbanization, technological advances, poaching, and climate change. This situation poses a threat to the survival of animals (5). Wild birds are also crucial for maintaining a healthy natural balance (6,2). As with other animals, surgical diseases in birds can be classified into two groups: orthopedic and non-orthopedic diseases, such as soft tissue disorders and ophthalmic diseases. Avian species are particularly sensitive and require careful management, including hospitalization, appropriate treatment, post-operative care, and rehabilitation (7).

The objective of this study was to identify the diseases found in wild birds brought to the Aksaray University Faculty of Veterinary Medicine Animal Hospital Department of Surgery Clinic between 2020 and 2023, and to investigate the distribution of these diseases and to ensure that the results obtained provide information for future studies. The survival rates and treatment outcomes of the animals were not included in the scope of the study.

## 2. Material and Methods

The study material consisted of a total of 102 wild birds of various species, breeds, and sexes, that were brought to Aksaray University Veterinary Hospital, Department of Surgery, by the Directorate of Nature Conservation and National Parks between 2020 and 2023. The study material consisted of 37 red hawks, 16 storks, 7 owls, 5 pelicans, 5 pigeons, 4 swifts, 2 sandpipers, 4 kestrels, 3 crows, 2 hawks, 2 falcons, 3 cuckoos, 2 flamingos, 3 goldfinches, 2 ibis, 3 gray herons, 1 raven and 1 skylark (Table 1).

Two groups of animal diseases were examined: orthopedic and non-orthopedic. Orthopedic conditions were assessed as fractures, dislocations, and arthrosis. While non-orthopedic issues were categorized as soft tissue, ophthalmologic, neurologic, and other diseases. After a routine physical examination, ophthalmologic, orthopedic, and neurologic evaluations were conducted. Direct and indirect radiographic examinations were performed using the Fujifilm Fcr Prima T2 FVS-1000 X-ray machine. At least two-way radiographic images were obtained using 45-55 kV 1.3-5 mAs and archived.

**Table 1:** Distribution rates of bird species.

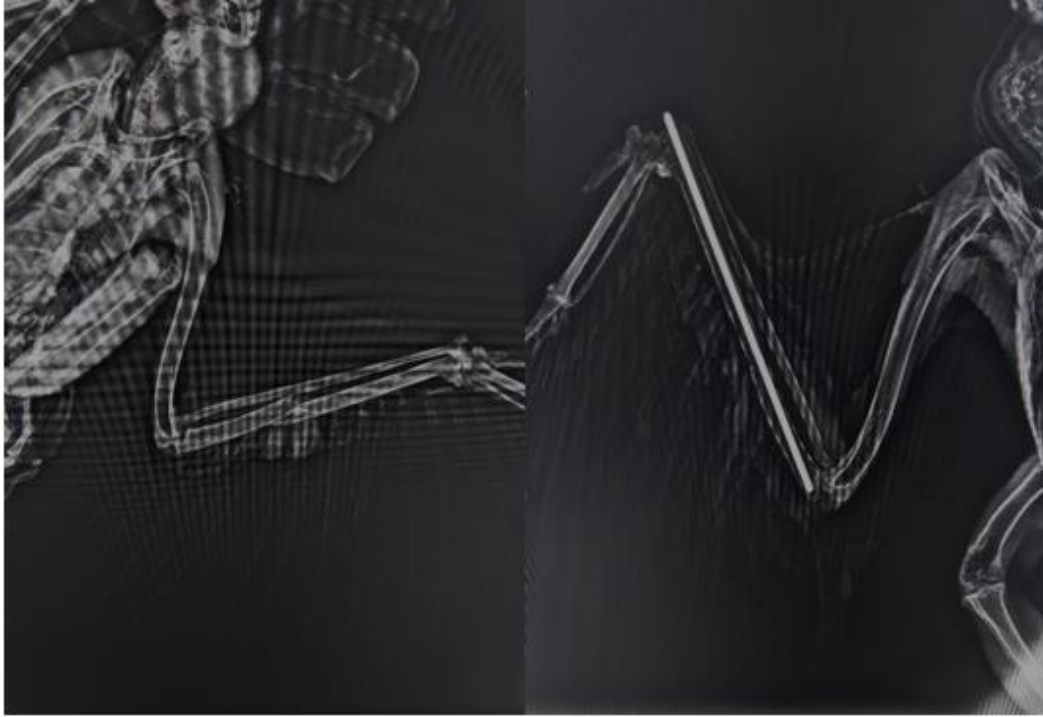
*Tablo 1: Kuş türlerinin dağılımları.*

Bird species	Number of cases (n)	Ratio
Red Falcon	37	36.27%
Stork	16	15.69%
Owl	7	7%
Pelican	5	4.90%
Pigeon	5	4.90%
Kestrel	4	3.92%
Others	28	27.45%
<b>Total</b>	<b>102</b>	<b>100%</b>

Following an orthopedic and radiographic examination, the diagnosis was made and the location of the dislocation in the wing and extremity was determined. An analgesic, Butorphanol tartrate (Butomidor®, Richter Pharma AG, Austria) 0.5 mg/kg, was administered intramuscularly before osteosynthesis. For anesthesia induction, intramuscular administration of ketamine hydrochloride (Keta-Control®, Turkey) at a dose of 1.5-2 mg/kg and medetomidine HCl (Domitor®, Zoetis, Finland) at a dose of 60-85 µg/kg was administered. Isoflurane (Forane, Abbott Lab. UK) was used to maintain anesthesia during prolonged operations. Enrofloxacin (Baytril® 50 injectable; Bayer Korea, Korea) was administered subcutaneously daily (15 mg/kg) during the postoperative period. The treatment method was chosen according to the type of fracture.

### 3. Results

The study identified three orthopedic diseases: arthrosis (n=3), dislocation (n=5) and fracture (n=38). The highest number of fractures by anatomical region was found in the ulna with a rate of 33.33%, while the rate of fractures in the radius was 27.45% (Figure 1). Table 2 provides the number of fractures detected by anatomical region and the proportions of fractures found in the bones.



**Figure 1:** Treatment of ulna fracture in a Red Hawk with an intramedullary pin  
**Şekil 1:** Kızıl şahindeki ulna kırığının intramedullar pin ile sağaltımı

Management was based on whether the fractures were comminuted or non-comminuted, open, or closed. For this purpose, an '8'-shaped bandage was used in 15 cases, while intramedullary pins and Cerclage wires were used in 12 cases and, rarely, external fixation was used in one case (n=1). In cases where there is infection accompanying fractures, nerve damage, joint arthrosis, bone necrosis, and muscle maceration, wing amputation (n=10) was the preferred treatment option.

**Table 2:** Distribution rates of fractures based on their anatomical regions.*Tablo 2: Anatomik bölgelere göre kırıkların dağılım oranları.*

Anatomical Region	Number of Fractures	Ratio
Humerus	5	9.80%
Radius	14	27.45%
Ulna	17	33.33%
Carpus	3	5.88%
Metacarpus	5	9.80%
Femur	2	3.92%
Tibiotarsus	5	9.80%
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>100%</b>

**Table 3:** Classification of other diseases in the birds.*Tablo 3: Kuşlardaki diğer hastalıkların karşılaştırılması.*

		Number (n)	
<b>OTHER DISEASES</b>	<b>Ophthalmologic Diseases</b>	Blepharitis	2
		Conjunctivitis	1
		Nystagmus	1
		Hyphema	1
		Microphthalmia	1
	<b>Neurological Diseases</b>	Head Trauma	3
		Paralysis	2
		Wound	24
	<b>Soft Tissue Diseases</b>	Soft Tissue Injury	19
		Bowel Perforation	2
	<b>General Condition Disorders</b>	Hemothorax	1
		Gastric Dilation	1
		Hypothermia and Hypoglycemia	13

The most common soft tissue diseases were wounds (n=24), followed by soft tissue injuries (n=19), and gastrointestinal tract perforations (n=2) (Figure 2). Fresh wounds without discharge or infection were treated with sutures, while chronic and infected wounds were treated with wound dressings. For infections of chronic wounds, the wound area was covered with 0.2% nitrofurazone soluble dressing (Furacin, Zentiva) and Centella Asiatica (1% Madecassol pomade, Bayer). Gastrointestinal tract perforations were sutured with suitable suturing techniques.



**Figure 2:** A case of intestinal perforation in a red hawk.  
*Şekil 2: Bir kızıl şahinde kursak perforasyonu olgusu.*

The study identified several ophthalmologic diseases, including blepharitis (n=2) and conjunctivitis (n=1) due to infections, nystagmus (n=1) and hyphema (n=1) resulting from trauma, and congenital microphthalmia (n=1). Treatment for blepharitis (n=2) and conjunctivitis (n=1) involved administering topical oxytetracycline hydrochloride and polymyxin B (Terramycin eye ointment 5 mg/gr, Pfizer) and tobramycin (Tobradex 0.3% eye drop). Dexamethasone (Onadron Simple 0.1%, İ.E Ulugay) was administered to a bird with hyphema. The nystagmus (n=1) recovered spontaneously after treatment for head trauma.



**Figure 3:** A Red Hawk presented with a case of hyphema in the eye following head trauma.  
*Şekil 3: Bir Kızıl şahinde kafa travmasını sonucu gözde şekillenen hifema olgusu.*

Within the scope of neurological disorders, head trauma (n=3) and wing nerve injuries (n=2) were encountered. Among ophthalmologic diseases, two cases of head trauma were accompanied by hyphema and nystagmus. Three cases with head trauma were administered intravenous 20% mannitol, resulting in complete recovery for two cases and unfortunately, one patient died. In two cases with paralysis, limb and wing amputation were performed.

One case of hemothorax and one case of gastric dilatation were detected, along with 13 cases of hypoglycemia due to malnutrition, all of which are shown in Figure 4. Birds that were experiencing hypothermia and hypoglycemia were transferred to the intensive care unit to regulate their body temperature and some were fed orally. Intravenous 5% dextrose was administered to the birds with poor general condition.



**Figure 4:** Image of an owl with hypothermic shock and hypoglycemia.

*Şekil 4: Hipotermik şok ve hipoglisemi görülen bir baykuşa ait görüntü.*

#### 4. Discussion and Conclusion

In the study conducted by Sarierler and Kılıç (8) at the Faculty of Veterinary Medicine of Aydın Adnan Menderes University between 1999 and 2003, a total of 48 avians were recorded. Aslan et al (2) identified 26 wild animals with wounds or fractures over two years. Pamuk et al (9) reported a total of 45 domestic and wild avians recorded during their 8-year study at Afyon Kocatepe University Faculty of Veterinary Medicine. A 13-year retrospective study conducted at Aydın Adnan Menderes University Faculty of Veterinary Medicine reported the recording of 120 avians, 85 cage birds, and 35 wild bird animals (3). The present study found that Salt Lake and its surroundings, as well as Melendiz Stream located within the borders of Aksaray province, are home to hundreds of bird species that provide shelter, wintering, and incubation opportunities. It is believed that the number of wild birds brought to our veterinary hospital has reached 102 in just 3 years.

In a study conducted in Brazil, 413 wild birds were investigated by necropsy. Of the 413 cases most common causes of death was metabolic/nutritional diseases (12.10%) followed by traumatic injuries (8.47%) and

infectious diseases (19.11%) (16). In another study conducted in Toronto Wildlife Centre, Canada collision injuries of Songbirds were investigated. A total of 563 birds with different species were evaluated from 2013 to 2016. Of these birds the most common injury was eye trauma (n=414) followed by head trauma (n=75), fractures (n=69), soft tissue trauma (n=62), internal trauma (n=42), and others (n=136) (18). In our study, of the 102 birds most common diseases were soft tissue diseases (46%) followed by orthopedic lesions (45.09%), general condition disorders (12%), ophthalmologic diseases (5.88%) and neurological diseases (4.9%) respectively.

In a retrospective study on beak deformities in 26 birds, 5 of the cases were trauma-related beak fractures of the wild birds (19). It was concluded that the hemostasis was very important in beak fractures. In cases that hemostasis couldn't be achieved quickly the mortality rate was high due to traumatic shock and hemorrhage. In our study none of the birds had beak deformities. This may be due to the type of the trauma the bird was exposed.

In cases of bird injury, first aid and emergency intervention are crucial (10). Additionally, it is essential to conduct a general examination of the injured bird and obtain anamnesis, if possible, regarding the cause of injury and wound condition. Complicated fractures may lead to malnutrition, dehydration, and shock in a short time. To prevent complications such as shock, emergency treatments should be administered, and fractures should be temporarily stabilized. After the general condition has improved, osteosynthesis should be planned (11,10). In our study, we regulated the general conditions of hypothermal shock and hypoglycemia due to malnutrition with appropriate fluid treatments and drug administration, aiming to prevent dehydration and shock.

Akın et al. (3) found that orthopedic diseases were more prevalent than other diseases. Kibar and Bumin (6) reported that wing fractures were the most common (80%). In studies conducted on wild birds, humerus, radius, and ulna were the most frequently reported wing fractures (6,10,11). Aslan et al. (2) reported that fractures of the wings occurred more frequently in the radius, ulna, humerus, and metacarpus, respectively. In the present study, we found that 61.97% of the fractures occurred in the wing. Ulna fractures (33.33%) were more common than radius fractures (27.45%). Based on the literature provided by Kurtdede (13), this study found that a common clinical finding in cases of wing fractures is that the affected wing hangs downwards. A study was conducted on 119 wild birds of prey with femur fractures, and either conservative treatment (cage rest) or surgical repair was performed. The healing rate for comminuted fractures was found to be 91%. The authors reported that surgical complications occurred in 10 cases and led to euthanasia in 4 cases (14). In the present study, we found that the femur had the lowest fracture incidence rate at 3.92%.

Demir and Gerbaga Ozsemir studied trauma-related ocular and neurological diseases in 114 birds (17). Of the 114 birds, 102 were wild birds and 12 were cage birds. 26.3% of the cases had ocular problems involved the anterior segment (86.6%), posterior segment (13.3%) and both segments (3.3%). In 30 of the ophthalmologic cases 12 had hyphema, 8 had periorbital swelling, 5 had corneal ulcer, 2 had corneal perforation, 4 had palpebral laceration and 2 had cataract. In our study 6 birds had ocular disorders due to trauma. 2 birds had blepharitis and one bird had conjunctivitis due to infections, one bird had nystagmus and one bird had hyphema, and one bird had congenital microphthalmia. The previous studies (17) showed that the most common ocular disease of the birds was hyphema. In contrast to Demir and Gerbaga Ozsemir's results in our study the most common ocular disease was blepharitis.

It is important to perform necessary interventions promptly following injury or fracture in wild birds. Failure to do so may result in open fractures that can quickly become infected, reducing the likelihood of successful treatment (15, 2). In our study, wing amputation was the first choice of treatment (n=10) in chronic cases with delayed intervention in the presence of infection, nerve damage, joint arthrosis, the presence of bone necrosis, and muscle maceration.

As a conclusion, all wild animals that have somehow ended up in human hands should be subjected to a detailed physical examination, even if they appear intact at first sight. A rapid diagnosis should be made,

preferably with the aid of a radiological examination. Especially in cases that require emergency intervention, it is crucial to perform the indicated treatment without delay and to maintain follow-up care. In current conditions, the advancement of technology and widespread communication have made it easier for veterinarians to access wild animals. This enables correct diagnosis and treatment interventions to be administered, allowing the animals to be returned to their habitats.

### Conflict of Interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

### Funding

This work is not supported by any Project.

### Authors' Contributions

Motivation / Concept: Fehmiye Gümüş, Mehmet Sağlam

Design: Fehmiye Gümüş, Başak Boztok Özgermen

Control/Supervision: Nihan Avcı, Mehmet Sağlam

Data Collection and / or Processing: Fehmiye Gümüş

Analysis and / or Interpretation: Nihan Avcı

Literature Review: Başak Boztok Özgermen

Writing the Article: Fehmiye Gümüş

Critical Review: Başak Boztok Özgermen, Mehmet Sağlam

### Ethical Statement

All procedures involving study animals in the experiment were approved by Aksaray University Animal Experiments Local Ethics Committee (No:2024/2-15).

### References

1. Kızıroğlu İ. Türkiye kuşları. Orman Genel Müd. Eğitim Dairesi Başkanlığı Yayın ve Tanıtma Şube Müd. Basım Tesisleri, 1989; 312s., Ankara.
2. Aslan L, Özdemir A, Karasu A, Özkan C, Gençcelep M, Durmuş A, Akgül Y. Van Gölü havzasında 2006-2008 yılları arasında yabani kuşlarda yaralanma ve kırık olgularının tedavileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2009; 20(2):7-12.
3. Akın İ, Yaygıngül R, Derincegöz OÖ, Tatlı ZB, Şen ZB, Bellek CG, Bulut O, Sarierler M, Belge A, Kılıç N. Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Kliniğine getirilen kanatlı hayvanların değerlendirilmesi: 120 olgu (2000-2013). Animal Health Production and Hygiene 2015, 4(1), 355 – 358.
4. Tabur M. İhlara vadisinin (Aksaray) kuşları. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2014; 30(3):162-173
5. Parlak K, Arıcan M. Travma hastalıklarının görülme insidansı. Türkiye Klinikleri J Vet Sci Surg-Special Topics 2015;1(3):82-7
6. Kibar M, Bumin A. Yırtıcı kuşlarda ateşli silah yaralanması sonucu oluşan kırıkların değerlendirilmesi: 85 Olgu (1998-2005). Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2006, 12(1):11-16.
7. Altıntaş G. Evcil ve yabani kanatlı hayvanlarda görülen cerrahi hastalıkların etiyolojisi, klinik bulguları ve sağaltımı üzerine çalışmaların değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi 2021.
8. Sarierler M, Kılıç N. Adnan Menderes Üniversitesi (ADÜ) Veteriner Fakültesi Cerrahi Kliniğine getirilen hastalara toplu bir bakış (1999-2003). Uludağ Univ J Fac Vet Med 2003;22:75-79.
9. Pamuk K, Sarıtaş KZ, Demirkan İ, Korkmaz M. Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi kliniğine getirilen hastaların değerlendirilmesi: 1090 olgu (2001-2008). Kocatepe Veteriner Dergisi 2009; 2(1): 29-33

10. Degernes LA, Lind PJ, Olson DE, Redig PT. Evaluating avian fractures for use of methyl methacrylate orthopedic technique. *J Assoc Avian Vet* 1989;3(2):64-67
11. Joseph V. Emergency care of raptors. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract* 1998; 1: 77-98.
12. Özsoy S. Yabani kuşlarda ekstremitelerin ortopedik problemlerinin klinik değerlendirilmesi. *İstanbul UniVet Fak Derg* 1996, 22(1):107-125.
13. Kurtdede A. Kafes Kuşlarının Muayenesi ve Hastalıkları. Ankara: Azim Matbaası, p.68, 70; 2002.
14. Vigneault A, Fitzgerald G, Desmarchelier M. A retrospective study of femoral fractures in wild birds of prey: 119 cases. *Journal of zoo and wildlife medicine: official publication of the American Association of Zoo Veterinarians*, 2021; 52(2), 564–572. <https://doi.org/10.1638/2020-0192>
15. Komnenou AT, Georgopoulou I, Savvas I, Dessiris A . A retrospective study of presentation, treatment, and outcome of freeranging raptors in Greece. *J Zoo Wildl Med* 2005; 36(2): 222-228.
16. Echenique, JV, Soares MP, Albano APN, Bandarra PM, Schild AL. Doenças de aves silvestres no sul do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 2020; 40:121-128.
17. Demir A, Gerbaga Ozsemir K. Ocular Lesions and Neurologic Findings in Traumatic Birds: A retrospective evaluation of 114 cases. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2021;18(1):19-25. <https://doi.org/10.32707/ercivet.878004>
18. Hudecki J, Finegan E. Songbird collision injuries during migration season. *J Wildlife Rehab* 2018; 38(2): 7-11.
19. Demir A, Gerbaga Ozsemir K. Retrospective study of beak deformities in birds beak deformities in birds. *Turk Vet J* 2021; 3(1):13- 20.





doi 10.33188/vetheder.1447907

Kısa Bilimsel Çalışma / Short Communications

## Exploring the morphology of the glandula uropygialis in Denizli rooster: 3 tesla MRI and histological investigation

**Barış BATUR<sup>1,a\*</sup>, Tuncer KUTLU<sup>2,b</sup>, Caner BAKICI<sup>1,c</sup>, Hikmet ALTUNAY<sup>3,d</sup> Gözde YÜCEL TENEKECI<sup>4,e</sup>, Okan EKİM<sup>1,f</sup>, Çağdaş OTO<sup>1,g</sup>**

<sup>1</sup> Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine, Ankara University, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> Department of Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Mustafa Kemal University, Hatay, Türkiye

<sup>3</sup> Department of Histology, Faculty of Veterinary Medicine, Ankara University, Ankara, Türkiye

<sup>4</sup> Department of Patology, Faculty of Veterinary Medicine, Ankara University, Ankara, Türkiye

**ORCID** 0000-0001-9669-9917<sup>a</sup>; 0000-0002-8771-1256<sup>b</sup>; 0000-0003-2413-3142<sup>c</sup>; 0000-0002-2983-8582<sup>d</sup>; 0000-0002-2586-8346<sup>e</sup>; 0000-0002-3322-4161<sup>f</sup>; 0000-0002-2727-3768<sup>g</sup>

MAKALE BİLGİSİ:

ARTICLE INFORMATION:

ABSTRACT

Geliş / Received:

06 Mart 24

06 March 24

Revizyon/Revised:

20 Mayıs 24

20 May 24

Kabul / Accepted:

28 Mayıs 24

28 May 24

Anahtar Sözcükler:

Denizli horozu

MRG

Preen bezi

Üropigial bez

Keywords:

Denizli rooster

MRI

Preen gland

Uropygial gland

©2024 The Authors.

Published by Veteriner

Hekimler Derneği. This is

an open access article

under CC-BY-NC license.

(https://creativecommons.

org/licenses/by-nc/4.0)

The aim of this study was to examine the preen gland (uropygial gland) of Denizli rooster, an endemic species for Turkey, both macroscopic and by magnetic resonance imaging and to present its histological formation. Five adult male subjects were used for this study. Although some of the findings of the preen gland in Denizli rooster were quite similar to the previous studies on the various avian species, widely branching secondary sinuses of the both two lobes of the gland were formed different from those. It was observed that the sinuses of these two lobes were connected to each other by forming passageway at the isthmus region of the gland. MR images showed bright white hyper-echoic features due to high fat secretion of the preen gland. Therefore, it was determined that the preen gland could be easily isolated from the surrounding tissues. It was also observed in the MR images that the gland in the Denizli cock has a pair of symmetrical bilateral lobes and is located on both sides. This connection gave rise to thought that the problems occurred by the blockage of the one of the primary canals can be solved by the compensation of another canal connected through this passageway. Thus, the secretion of the gland could be maintained properly.

### Denizli horozlarında glandula uropygialis morfolojisinin araştırılması: 3 Tesla MRG ve histolojik inceleme

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye için endemik bir tür olan Denizli horozunun preen bezini (glandula uropygialis) hem makroskopik olarak hem de manyetik rezonans görüntüleme ile incelemek ve histolojik oluşumunu sunmak amacıyla yapıldı. Beş yetişkin Denizli horozunun kullanıldığı çalışmamızın sonuçları, şimdiye kadar bu konuda yapılan diğer çalışmalarla büyük oranda benzer olmasına karşılık, diğer türlerden farklı olarak, her iki loba ait her yöne dallanmış sekonder sinusların, bezin istmus bölgesinde birbirine açılarak iki lobu birbirine bağlayan geçiş kanalları oluşturduğu gözlemlendi. MR görüntülerinde preen bezinin yüksek miktarda yağ salgılamasına bağlı olarak parlak beyaz hiper-ekoik özellikler görüldü. Bu sebeple preen bezinin çevre dokulardan kolayca izole edilebildiği belirlendi. Denizli horozundaki bezin bir çift simetrik bilateral loba sahip olduğu ve her iki tarafta yer aldığı MR elde edilen görüntülerinde de gözlemlendi. Loblar arası geçiş sayesinde, primer kanallardan birinin herhangi bir nedenle tıkanması durumunda bezden dışarı salgı akışının devamlılığının sağlanabildiği ve böylece tıkanmaya bağlı olumsuzlukların engellenebildiği düşünülmektedir.



**How to cite this article:** Batur B, Kutlu T, Bakıcı C, Altunay H, Yücel Tenekeci G, Ekim O, Oto Ç. Exploring the morphology of the glandula uropygialis in Denizli rooster: 3 tesla MRI and histological investigation. Vet Hekim Der Derg 95(2): 149-157, 2024. DOI: 10.33188/vetheder.1447907

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

## 1. Introduction

The Denizli rooster, a prominent domestic breed in Turkey, holds a distinctive position among other breeds due to its prolonged and continuous crowing, lasting approximately 20-25 seconds (1, 2). Renowned for its high-pitched, deep, and bass crowing, the Denizli rooster's voice is unique (3). In addition to its distinctive vocalizations, the Denizli rooster is admired for its aesthetically pleasing appearance, characterized by an almost black body color and various types of fleshy combs atop their heads (4, 5).

The uropygial gland is mostly known as the sebaceous gland, rump gland or preen gland, a skin gland unique to birds and not found in any other mammalian group. (6, 7, 8). It is always present in chickens and waterfowl. However, it may be absent in some parrots (Amazon, *Anodorhynchus* and *Cyanopsitta*), pigeons, ostriches and their relatives (ratites) and woodpeckers (9).

Morphological properties of the uropygial gland differ among the avian species and even individuals (10). In chickens and roosters, it is a gland topographically located on the upper side of the caudal root, approximately between the fourth caudal vertebra and the pygostylus, and can be seen with the naked eye (6, 9, 11, 12). The secretion of the gland consists of a combination of cells, ester waxes, fatty acids, fat, and sudanophilic secretory granules (13). It is reported that there are differences in gland mass relative to body mass due to different factors such as seasonal variation, habitat, body mass, individual variation and gender. The chemical composition of the gland secretion can vary depending on age, diet, sex and reproductive periods (14, 15).

Three main functions of this gland have been indicated by the researchers: Protects the keratin on the feathers which is essential for thermoregulation and flying, provides water tightness by covering the feathers, defends against pathogens and ectoparasites by protecting the microflora on the skin (6, 10, 12, 16). In addition, it has been reported in studies that it may also play a role in the storage of vitamin D and allow this vitamin to be taken up by the beak during grooming. The uropygial gland interferes in processes of sexual communication, via the production of pheromones. Another function is that saving against predator deterrence (17). This secretion works as an origin of chemo signals that evokes social and reproductive behaviors (11).

Preen gland generally consists of two lobes (10, 18). The appearance, size, and shape of the lobes vary between species (6, 10, 19). There is no statistically significant difference between hens and roosters or between right and left lobes in terms of morphometric parameters. Each lobe contains a special tissue that produces an oil-like secretion and a sophisticated canal system that transfers this secretion from the gland to the skin and the feather (6, 10, 20). The previous studies on the preen gland have indicated that it produces a holocrine secretion such in mammals and this helps to store the secretion in the canals and to release it through a small papilla when required (10, 16, 20, 21). This papilla is located right at the top of the tail (18, 20) and has a typical teat-like appearance (6). The papillar part distinctly differs from the lobar part of the preen gland by an intermediary area composed of a firm connective tissue, the isthmus region (22). Each lobe consists of a large number of follicles which are covered by secretory epithelium. When the preen gland is stimulated by the friction of the beak, the follicles start to excrete the secretion through the secondary sinuses and then the primary sinuses (6, 22). Each follicle can be observed in 4 different histological layers (6, 10, 11, 22). The germinative layer, the intermediate layer, the secretory layer and the degenerative layer (6, 8, 10, 11, 22, 23).

However there have been several studies about the uropygial gland since the middle of the thirteenth century (10), and the research which has been made by modern imaging techniques about this gland was very limited. In addition to the MR imaging technique, because of having any destructive effect, it has been frequently used as a non-invasive method (24). Especially tissues which have got high fat and water ratio can be readily visualized and quantified in virtual slices made with T1-weighted magnetic resonance imaging, and then summed across slices to calculate body composition (25). Besides it allows us to investigate the body part from a 3-dimensional capturing (26). It is a high incidence of intracranial tissue accumulations in domestic ducks with feather crests and is monitored for diagnosis

and management of liposarcomas (27, 28). It is used to image the normal anatomy of the brain and coelomic cavity of domestic pigeons (*Columba livia domestica*) on the other hand is also used for the eye and orbit of a euthanized screech owl (*Otus asio*) (29).

The aim of this study was to investigate the anatomical structures of the endemic Denizli rooster uropygial gland by both macroscopic and magnetic resonance imaging and to reveal its detailed histological structure.

## 2. Material and Methods

Pedigree embryonated eggs were obtained from the Denizli Food, Agriculture, and Livestock Directorate. The eggs were incubated in the hatchery of Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Husbandry. Uropygial gland samples used in the study were obtained from 5 adult healthy roosters. Ethical approval (Decision No: 2012-24-139) was obtained from Ankara University Animal Experiments Local Ethics Committee.

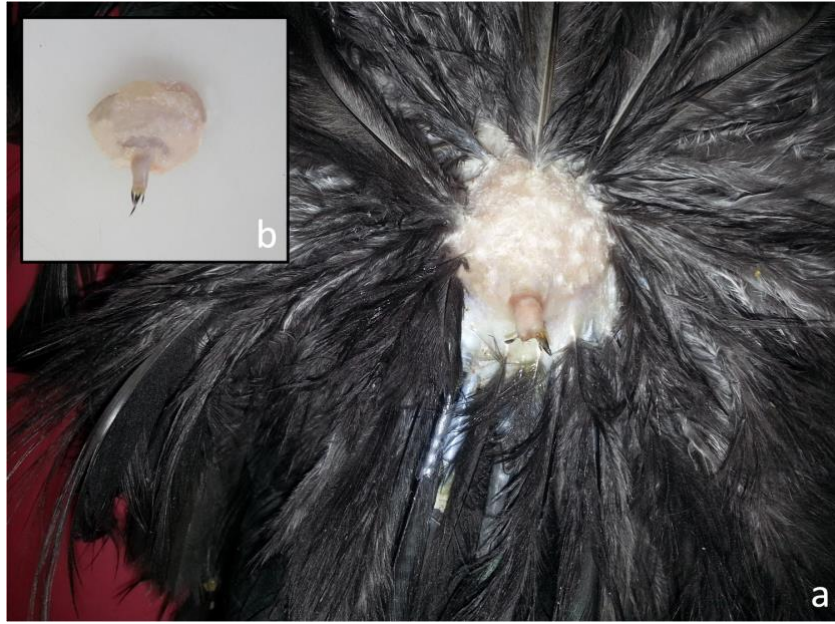
Anesthesia was induced using a combination of xylazine, diazepam, and ketamine (30). The roosters were set in “prone” position and were scanned T1 and T2-weighted in 3 Tesla magnetic resonance imaging device (Siemens Magnetom, Germany). It was acquired in sagittal, transverse, and dorsal planes. In addition, 3-dimensional reconstructions were made from MR images in an electronic setting. T1 – weighted images were acquired using 0.8 slice thickness with a repetition time (TR) of 1100 ms and an effective echotime (TE) of 16 ms. T2 – weighted images were attained using 0.8 slice thickness with a repetition time (TR) of 8900 ms and an effective echotime (TE) of 85 ms.

For anatomical evaluation, topographic features of the glandula uropygialis were analyzed in situ. Macroscopic images of the glands were obtained from cadavers. The feather on the glandula uropygialis was removed and the dissection stage was started. The glands were carefully dissected and removed from the body without damaging the surrounding tissues. Images of the dissected glands were taken.

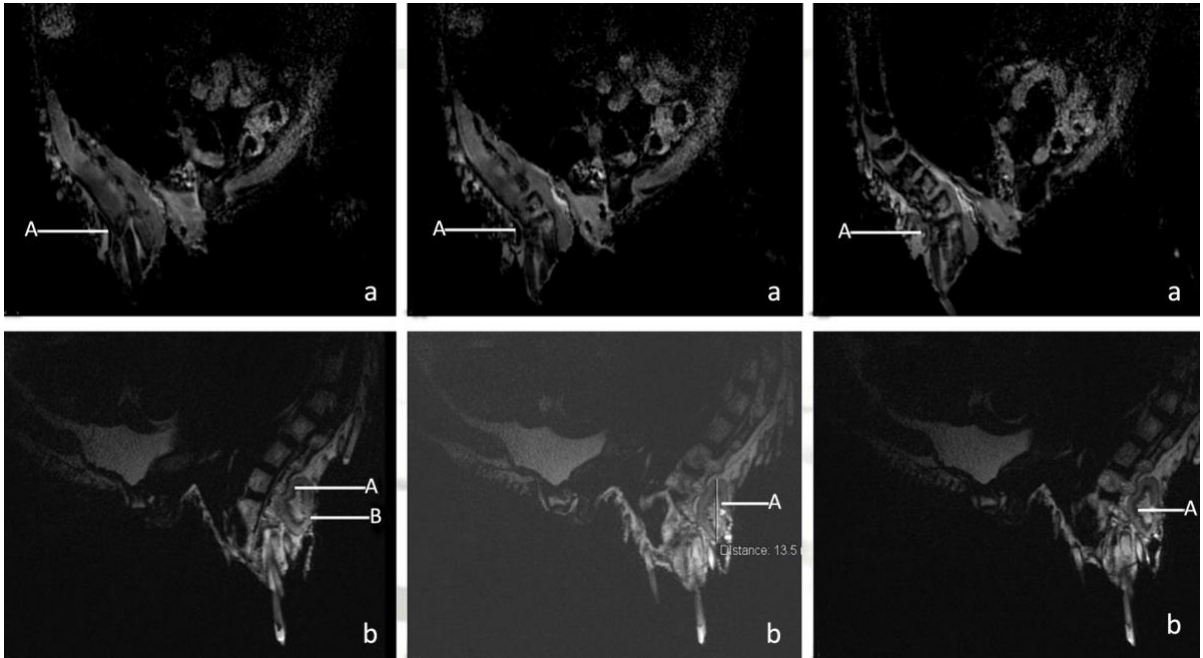
For the histological investigation, the uropygial gland was promptly excised and fixed in Bouin's fixative (composed of picric acid, saturated formaldehyde, and acetic acid in a ratio of 15:5:1, v/v) for 12 hours. Subsequently, a gradual dehydration process ensued, involving 1-hour incubations in 70%, 80%, 96%, and finally absolute alcohol. To facilitate material softening, the samples were immersed in methyl benzoate for 24 hours. Following this, the specimens underwent immersion in a benzene/paraplast (1:1) mixture and then in pure paraplast for 6 hours within a vacuum oven, ultimately resulting in embedding in paraplast. The prepared blocks were sectioned serially to a thickness of 5-6  $\mu\text{m}$  using a rotary microtome (Leica RM 2025, Germany). Crossmon's Modified Triple stain (31) was applied to the sections for light microscopic (Leica DM 2500, Germany) examinations.

## 3. Results

An anatomical examination revealed that the glandula uropygialis were prominently situated at approximately the level of the fourth caudal vertebra in a dorso-median position (Figure 1). Dissecting and removing the overlying skin exposed the lobus glandula uropygialis, symmetrically organized into two right and left lobes, displaying a shiny appearance and light cream color (Figure 1). These lobes were discernibly separated by a interlobar septum. Each lobe featured an individual ductus glandula uropygialis and was positioned within the papilla uropygialis located caudally to the gland. These ducts, observed within the gland, were identified to open into the papilla uropygialis, a singular median protrusion adorned with small hairs. Notably, the ventral surfaces of the lobes appeared flatter than their dorsal counterparts. Importantly, the gland exhibited no structural connection with the pygostylus muscles.



**Figure 2:** Before (a) and after (b) dissection view of glandula uropygialis in Denizli rooster  
**Şekil 2:** Denizli horozunda glandula uropygialis'in diseksiyon öncesi (a) ve sonrası (b) görünümü

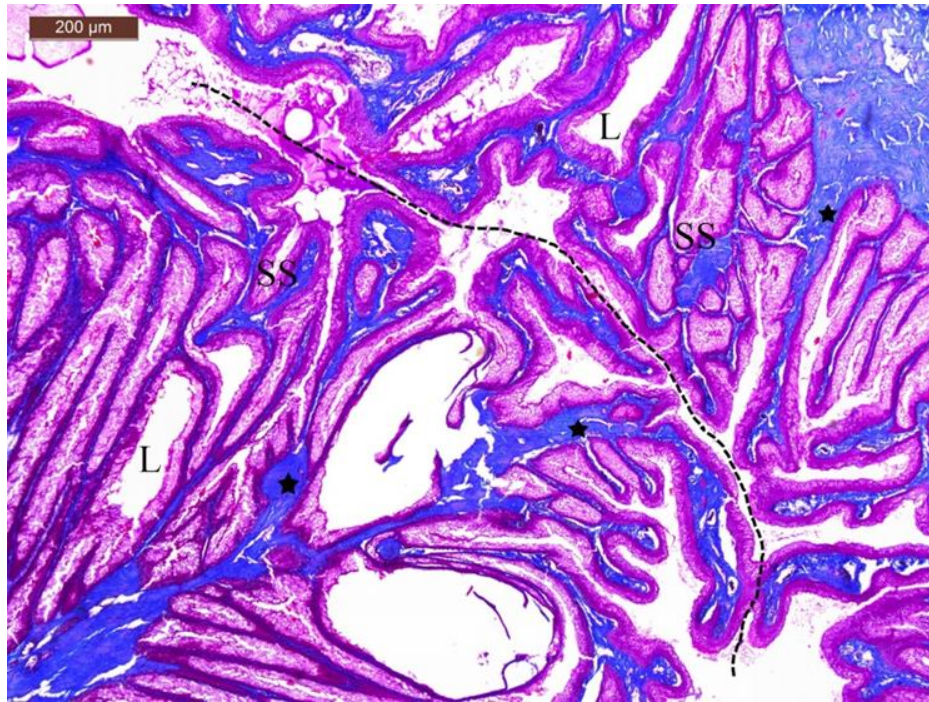


**Figure 2:** a-T1-weighted sagittal image in denizli rooster. b-T2-weighted sagittal image in denizli rooster. A-preen gland lobe. B-collecting duct.

**Şekil 2:** a-Denizli horozunda T1 ağırlıklı sagittal görüntü. b-Denizli horozunda T2 ağırlıklı sagittal görüntü. A-lobus glandula uropygialis. B-ductus glandula uropygialis

It was observed that anatomical details were visualized better in T1-weighted scans. The bib fabric was placed on the stern below the tail feathers. MRI images showed bright white hyper-echoic features due to the high amount of oil secretion of the preen gland. Therefore, it can be easily isolated from surrounding tissues. It was understood that the gland in the Denizli rooster had a pair of symmetrical bilateral lobes and was located on both sides. There is a channel for each lobe of the Denizli rooster. In transverse images, the width of the feather glands in the rooster at its widest level was determined to be 13.5 mm in the Denizli rooster (Figure 2).

In histopathological examinations, no pathological changes were observed. The histological appearance of the uropygial gland was identified. Accordingly, it was observed that the uropygial gland is surrounded by a wide capsule externally. The capsule also extended in between the two lobes and formed the interlobar septum in there. The thinner connective tissue prolongations arose from the outer capsule and the interlobar septum entered into the gland and formed the interfollicular septa. Complex secondary sinuses with a branching structure were observed in between the central cavity that stores the secretion, also termed as primary sinus, and the follicles. In the isthmus region where the lobes come close together, it was determined that transition channels connecting the two lobes by opening to each other in the isthmus region, shaped by branched secondary sinuses belonging to each lobe, were formed (Figure 3).



**Figure 3:** The histological image of the uropygial gland of the Denizli rooster. Interlobar septum separating into thinner connective tissue arms forming interfollicular septa (stars) entering into the gland, secondary sinuses (SS) consisting of branching structures, gland lumens (L), and a transition channel (dashed line) connecting the two lobes at the isthmus region of the secondary sinuses, stained using Crossman's modified triple staining

**Şekil 3:** Denizli horozuna ait üripygial bezin histolojik görüntüsü. İnterlobar septumdan ayrılarak daha ince bağdokü kollarından oluşan interfoliküler septumlar (yıldızlar), Dallı budaklı yapıya sahip bezlerden oluşan sekonder sinuslar (SS) ve bez lümenleri (L) ile sekonder sinusların istmus bölgesinde birbirine açılarak iki lobu birbirine bağlayan geçiş kanalı (kesik çizgi), Crossman'ın modifiye üçlü boyaması

#### 4. Discussion and Conclusion

The insights derived from morphological and radiological imaging studies of the uropygial gland hold significant importance in unraveling the gland's functions. The intricate structure of this avian gland necessitates heightened scrutiny of both its secretory processes and the mechanisms involved in its excretion. The increasing histological research on the preen gland not only enables us to observe the variations among the avian species but also is very important to explain the basic relationship between the secretion function and preening.

Jacob et al. (6) demonstrated some of the morphological variations of the preen gland in different bird species. However, the shape and the size of it vary up to the species, most of the researchers reported that the uropygial gland generally has two lobes (10, 18, 23, 32, 33). In accordance with that the uropygial gland of Denizli chicken was composed of two drop shaped lobes.

Many morphometric and macroanatomical studies have been performed on the glandula uropygialis (14, 34). However, there is no study on the evaluation of the glandula uropygialis using magnetic resonance imaging. Therefore, our study is the first study in this sense. Yılmaz et al. (19) in the morphometric study conducted in Assel breed roosters, the lengths of the right and left lobes of the glandula uropygialis were 13.95 and 12.93 mm, respectively. In our study, the width at the widest level of the feather glands in the rooster was determined as 13.5 mm in Denizli rooster in MR transverse images.

Previous studies stated that each lobe has its own primary sinus and a primary canal in connection with this sinus (19, 33, 34). However, researchers have emphasized that the uropygial gland has two sinuses and two openings basically, some exceptional species which have less or more openings were presented (6). It has been reported that the preen gland in hoopoe (*Upupa epops*) has 3 lobes and excretes its secretion to one main papilla with a wide opening (6, 12). On the other hand, the preen gland of European nightjar (*Caprimulgus europaeus*) has one lobe (6) and kiwi (*Apteryx haastii*) has two lobed gland with 4 primary sinuses and 4 primary canals for each lobe. Similarly to kiwi there are 4 primary sinuses in New Zealand bellbird (*Anthornis melanura*). However, hibi (*Notiomystis cincta*), tui (*Prosthemadera novaeseelandiae*) and saddleback (*Philesturnus carunculatus*) have 3 primary sinuses in each lobe (16). Our study demonstrated that preen gland in Denizli rooster had two lobes and a single primary sinus for each lobe. The primary sinuses were connected with the well-branched secondary sinuses and also opened out through the primary canals in the papilla.

The papillae of the uropygial gland differ from species to species in birds. Besides, Jacob et al. (6) identified different types of canals inside the papilla. In the compact type papillae, the connective tissue which is the continuation of the interlobar septum surrounds the each canal inside the papilla and wherefore makes the lumen diameter of the canals narrower. On the other hand the delicate type canals are void of this compact connective tissue mentioned above and therefore the diameter of the lumen can be much wider (6). In our study, a condensed and wide connective tissue had been observed around these two canals. And the canals were classified in compact type group.

Four main follicle layers have been emphasized in the previous researches. These are germinative layer at the basal part of the follicles and then intermediate, secretory and finally, at the inner part, the degenerative layer, respectively (6, 8, 10, 11, 16, 22, 23, 35). In our study, the follicle cell layers were similar to the other species analysed.

In some of the species, the skin at the upper part of the preen gland contains melanin granules and this induces a dappled appearance on the skin as result of pigmentation (6). However we didn't observe such a pigmentation on the Denizli rooster.

As a result, the histological features of the preen gland in Denizli rooster is quite similar to those in other species. In addition it was observed that the well branched secondary sinuses of each lobe are connected to each other at the isthmus region and form passageway between the two lobes of preen gland. It has been thought that the

secretion of the gland could be maintained properly by this way and this probably helps to prevent the negative effects of the mechanic obstruction. In addition to these, in the study conducted in Denizli cock, the glandula uropygialis was visualised with magnetic resonance imaging for the first time and it was observed that the gland has a pair of symmetrical bilateral lobes, located on both sides and there is a duct for each lobe of Denizli rooster. It is thought that the presented data will be guiding for future studies of the glandula uropygialis with magnetic resonance imaging and can be analysed with three-dimensional reconstructions in more comprehensive studies.

### **Acknowledgment**

The authors would like to thank Prof. Dr. Ayhan Özkul for on the biological behavior of the Denizli rooster and for his support in obtaining the animals.

### **Conflict of Interest**

The authors declared that there is no conflict of interest.

### **Funding**

This research is not supported by any Project.

### **Authors' Contributions**

Motivation / Concept: Çağdaş Oto, Hikmet Altunay, Gözde Yücel Tenekeci

Design: Caner Bakıcı, Okan Ekim, Hikmet Altunay, Barış Batur

Control/Supervision: Gözde Yücel Tenekeci, Çağdaş Oto

Data Collection and / or Processing: Tuncer Kutlu, Caner Bakıcı, Hikmet Altunay

Analysis and / or Interpretation: Caner Bakıcı, Okan Ekim, Barış Batur

Literature Review: Barış Batur, Caner Bakıcı, Hikmet Altunay

Writing the Article: Barış Batur, Çağdaş Oto, Hikmet Altunay, Gözde Yücel Tenekeci

Critical Review: Çağdaş Oto, Hikmet Altunay, Gözde Yücel Tenekeci

### **Ethical Approval**

The present study was approved by the Ankara University Animal Experiments Local Ethics Committee (Decision No: 2012-24-139, Ankara, Türkiye).

### **References**

1. Denizli horozu [Online]. 2006 [cited 2024 Jan 13]; Available from: URL: <http://www.denizli.gov.tr/denizli-horozu/>
2. Ozdoğan N, Gürçan IS. Denizli ve gerze yerli tavuk ırklarında yumurta verimine ait bazı özellikler. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 2006;46(2):13-21.
3. Tuncer PB, Kinet H, Ozdoğan N, Demiral ÖO. Evaluation of some spermatological characteristics in denizli Cocks. *J Fac Vet Med Univ Erciyes* 2006;3(1):37-42.
4. Demirsoy A. Yaşamın temel kuralları omurgalılar/amniyota (sürüngenler, kuşlar ve memeliler). 1st ed. Ankara: Meteksan AŞ; 1992.
5. Keskin N, İli P. Denizli horozu genital sistemi üzerinde histokimyasal araştırmalar. *Atatürk Üniversitesi Vet Bil Derg* 2011;6(3):231-237.
6. Jacob J, Ziswiler V. The uropygial gland. In: Farner DS, King JR, Parkes KC, editör. *Avian biology: Volume VI*. 1st ed. New York: Academic Press; 1982. p. 199-324.

7. Moyer BR, Rock AN, Clayton DH. Experimental test of the importance of preen oil in rock doves (*Columba livia*). *The Auk* 2003;120:490-496.
8. Sadoon AH. Histological study of european starling uropygial gland (*Sturnus vulgaris*). *International Journal of Poultry Science* 2011;10:662-664.
9. Cakır A, Bakıcı C, Batur B. *Evcil Kanatlı Hayvanların Anatomisi*. 1st ed. Ankara: Ankara Nobel Tıp Kitabevleri; 2024.
10. Salibian A, Montalti D. Physiological and biochemical aspects of the avian uropygial gland. *Braz J Biol* 2019;69(2):437-446.
11. Harem IS, Kocak-Harem M, Turan-Kozlu T, Akaydin-Bozkurt Y, Karadağ-Sarı E, Altunay H. Histologic structure of the uropygial gland of the osprey (*Pandion haliaetus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 2010;41:148-151.
12. Martín-Vivaldi M, Ruiz-Rodríguez M, Soler JJ, Peralta-Sánchez JM, Méndez M, Valdivia E, Martín-Platero AM, Martínez-Bueno M. Seasonal, sexual and developmental differences in hoopoe *Upupa epops* preen gland morphology and secretions: evidence for a role of bacteria. *Journal of Avian Biology* 2009;40:191-205.
13. Chen YH, Peh HC, Roan SW. Establishment of uropygial gland growth curves for white, three-way crossed mule ducklings. *Braz J Poultry Sci* 2015;17:209-217.
14. Demircioğlu I, Yılmaz B, Filikci K, Das A. A morphometric and histometric analysis of the effect of mint oil (*Mentha piperita*) supplementation at different levels to quail (*Coturnix coturnix Japonica*) rations on glandula uropygialis. *F Ü Sağ Bil Vet Derg* 2019;33(3):185-189.
15. Yılmaz B, Yılmaz R. Peçeli baykuşlarda (*Tyto alba*) glandula uropygialis'in morfolojik ve histolojik analizi. *J Res Vet Med* 2020;39(2):143-8.
16. Reynolds S. The anatomy and histomorphology of the uropygial gland in new zealand endemic species. New Zealand; Massey University. A master thesis; 2013.
17. Moreno-Rueda G. Uropygial gland size correlates with feather holes, body condition and wingbar size in the house sparrow *Passer domesticus*. *J. Avian Biol* 2010;41:229-236.
18. Stettenheim PR. The integumentary morphology of modern birds – an overview. *American Zoology* 2000;40:461-477.
19. Yılmaz B, Harem IS, Demircioğlu I, Özyiğit G, Bozkaya F. Anatomic, morphometric and histological features of Glandula uropygialis in Aseel roosters and hens. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences* 2018;34(2):65-70.
20. King AS, McLelland J. *Form and function in birds*. 1st ed. London: Academic Press;1985.
21. Sara Q, Malentacchi C, Delfino C, Brunasso AMG, Delfino G. Adaptive evolution of secretory cell lines in vertebrate skin. *Caryologia* 2006;59:187-206.
22. Lucas AM, Stettenheim PR. *Avian anatomy: Integument Agriculture Handbook 362*. 1st ed. Washington; United States Department of Agriculture;1972.
23. Sawad AA. Morphological and histological study of uropygial gland in moorhen (*Gallinula choropus*). *International Journal of Poultry Science* 2006;5:938-941.
24. Pepperberg IM, Howell KS, Banta PA, Patterson DK, Meister M. Measurement of grey parrot (*Psittacus erithacus*) trachea via magnetic resonance imaging, dissection, and electron beam computed tomography. *Journal of Morphology* 1998;238: 81-91.
25. Guglielmo CG, McGuire LP, Gerson AR, Seewagen CL. Simple, rapid and non-invasive measurement of fat, lean and total water masses of live birds using quantitative magnetic resonance. *J Ornithol* 2011;152(1):75-85.



26. Vellema M, Verschuere J, Meir VV, Linden AV. A customizable 3-dimensional digital atlas of the canary brain in multiple modalities. *NeuroImage* 2011;57:352-361.
27. Bartels T, Brinkmeier J, Portmann S, Baulain U, Zinke A, Junghanns MEK, Boos A, Wolf P, Kummerfeld N. Magnetic resonance imaging of intracranial tissue accumulations in domestic ducks (*Anas platyrhynchos* f.dom.) with feather crests. *Vet Radiol Ultrasound* 2001;42:254-258.
28. Graham JE, Werner JA, Lowestine LJ, Wallack ST, Tell LA. Periorbital liposarcoma in an african grey parrot (*Psittacus erithacus*). *Journal of Avian Medicine and Surgery* 2003;17(3):147-153.
29. Reneerkens J, Versteegh MA, Schneider AM, Piersma T, Burt EH. Seasonally changing preen-wax composition: Red Knots (*Calidris canutus*) flexible defense against feather-degrading bacteria. *The Auk* 2008;125(2): 285-290.
30. Mostachio GQ, De - Oliveira LD, Carciofi AC, Vicente WR. The effects of anesthesia with a combination of intramuscular xylazine - diazepam - ketamine on heart rate, respiratory rate and cloacal temperature in roosters. *Veterinary anaesthesia and analgesia* 2008;35(3):232-236.
31. Crossmon GA. Modification of mallory's connective tissue stain with a discussion of principles involved. *Anat Rec* 1937;69:33-8.
32. Balkaya H, Ozdemir D, Ozudogru Z, Kara H, Erbas E. A study on the anatomic and histological structures of magpie (*Pica pica*) glandula uropygialis. *Van Vet J* 2016;27(1):21-4.
33. Stangier N, Sandhöfer S, Mosig A, Distler C. The uropygial gland of the Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*): I Morphology. *Journal of Ornithology* 2023;164:591-603.
34. Yılmaz B, Yılmaz R. Yeşilbaş Ördeklerde (*Anas platyrhynchos*) Glandula uropygialis'in makroanatomik ve histolojik özellikleri. *Harran Univ Vet Fak Derg* 2019;8(2):214-20.
35. Mobini B, Ziaii A. Comparative histological study of the preen of broiler and native chicken. *Veterinary Research Bulletin* 2011;6:121-128.



## A case report of vaginal fibromyoma in a bitch

**Rabia Buse AKSU<sup>1,a\*</sup>, Bahar GEZER<sup>1,b</sup>, Çağla Nur KÜÇÜKBEKİR<sup>1,c</sup>, Mehmet Fatih ÖZBEZEK<sup>1,d</sup>, Zeynep GÜNAY UÇMAK<sup>2,e</sup>, İsmail KIRŞAN<sup>2,f</sup>, Ashhan BAYKAL<sup>2,g</sup>, Merve YILMAZ<sup>2,h</sup>, Damla HAKTANIR<sup>3,i</sup>, Funda YILDIRIM<sup>3,j</sup>, Barış HALAÇ<sup>4,k</sup>, Ayşe Ilgın KEKEÇ<sup>4,l</sup>**

<sup>1</sup>Istanbul University-Cerrahpaşa, Institute of Graduate Studies, Istanbul, Turkey

<sup>2</sup>Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, Istanbul, Turkey

<sup>3</sup>Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology, Istanbul, Turkey

<sup>4</sup>Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Microbiology, Istanbul, Turkey

**ID** 0000-0002-2572-4289<sup>a</sup>;0000-0001-8410-893X<sup>b</sup>;0000-0002-9687-1702<sup>c</sup>;0009-0003-5375-8130<sup>d</sup>;0000-0003-2530-1291<sup>e</sup>;0000-0003-0780-0118<sup>f</sup>;0000-0002-2107-1874<sup>g</sup>;0000-0002-6985-9150<sup>h</sup>;0000-0001-5171-1927<sup>i</sup>;0000-0001-9755-8198<sup>j</sup>;0000-0002-3067-9937<sup>k</sup>;0000-0002-0821-8376<sup>l</sup>

### MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFORMATION:

#### Geliş / Received:

20 Aralık 23

20 December 23

#### Revizyon / Revised:

04 Nisan 24

04 April 24

#### Kabul / Accepted:

15 Mayıs 24

15 May 24

#### Anahtar Sözcükler:

Fibromiyom

Köpek

Vajina

#### Keywords:

Fibromiyoma

Dog

Vagina

©2024 The Authors.

Published by Veteriner

Hekimler Derneği. This is

an open access article

under CC-BY-NC license.

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



### ABSTRACT

A 5-year-old, intact female Caucasian Shepherd dog was brought to our clinic with complaints of ongoing vaginal bleeding, weakness, loss of appetite, and a vaginal mass for a month. According to the anamnesis, the vaginal mass had rapidly increased in size over the last month, and there was ulceration and bleeding on the mass. In the examination, it was determined that the mass originated from the ventrolateral surface of the vagina, and an abscess-like structure was also found cranially to this mass. The mucous membranes were light pink, the palpable lymph nodes were of average size, the furs were matte, and the vaginal area was dirty with blood. The dog's hemogram and biochemical test results were found to be within normal reference ranges; hence, it was decided to treat the dog surgically. The tissue obtained after vaginal mass excision was examined microbiologically and histopathologically. The mass, initially thought to be an abscess based on its smaller size and macroscopic examination, was determined to have a sterile content and to be an inflammatory infiltration rather than an abscess. It was concluded that detailed clinical examination and histopathological analysis can establish the diagnosis of all tumoral cases like this, and successful treatment can be achieved through surgical intervention.

### *Bir köpekte görülen vajinal fibromiyom olgusu*

#### ÖZET

5 yaşında dişi, kısırlaştırılmamış Kafkas çoban köpeği 1 aydır devam eden vajinal kanama, halsizlik, iştahsızlık ve vajinal kitle şikâyeti ile kliniğimize getirildi. Anamnezde vajinal kitlenin son 1 ayda hızla büyüdüğü, kitle üzerinde yara ve kanamaların oluştuğu bilgisi alındı. Klinik muayenede kitlenin vajenin ventrolateral yüzeyinden köken aldığı ve bu kitlenin kranialinde de apse benzeri bir yapının olduğu tespit edildi. Mukozal membranların açık pembe renkte, palpe edilebilen lenf yumrularının normal boyutlarda, tüylerin mat, vajinal bölgenin kan ile bulaşık olduğu görüldü. Hemogram ve biyokimyasal test sonuçlarının normal referans aralıklarında olduğu tespit edilen köpeğin cerrahi yolla tedavisine karar verildi. Vajinal kitle ekstirpasyonu sonrasında alınan doku mikrobiyolojik ve histopatolojik olarak incelendi. Fibromiyom teşhis edilen hastadaki daha küçük ve makroskobik bakıda apse olduğu düşünülen kitlenin ise steril içeriğe sahip olduğu ve apse değil yangılı infiltrasyon olduğu belirlendi. Bunun gibi tümöral olguların detaylı klinik muayene ve histopatolojik analiz ile tanısının konulabileceği ve cerrahi müdahale ile de başarıyla sağaltılabileceği sonucuna varıldı.

**How to cite this article:** Aksı RB, Gezer B, Küçükbeğir ÇN, Özbezek MF, Günay Uçmak Z, Kırşan İ, Baykal A, Yılmaz M, Haktanır D, Yıldırım F, Halaç B, Kekeç AI. A case report of vaginal fibromyoma in a bitch. Vet Hekim Der Derg 95(2): 158-163, 2024. DOI: vetheder.1407423

\* Sorumlu Yazar e-posta adresi / Corresponding Author e-mail address: rbuse.erdogan@hotmail.com

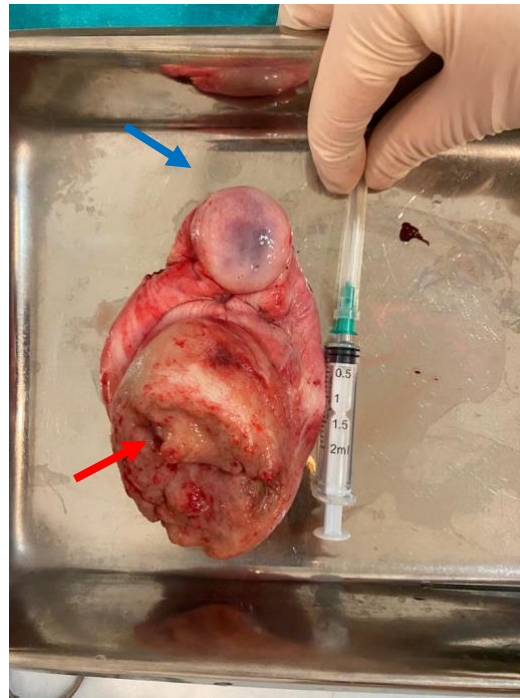
## 1. Introduction

Tumours seen in the female reproductive system have two sources; one originates from the ovaries and the other from the tubular genital tract (1-3). It is crucial to differentiate whether these neoplasms are benign or malignant and distinguish them from other conditions, such as hyperplasia, granulation tissue, or abscesses, as it can alter the treatment approach and prognosis (4). Tumours of the vagina and vulva are rare in dogs, accounting for about 2.5-3% of all canine tumours. Among specific tumours in the reproductive region, the incidence of vaginal tumours is 41%, and vulvar tumours stand at 34.2% (5,6). Approximately 70-80% of vaginal/vulvar tumours are benign. Leiomyoma, fibropapilloma, fibroma, fibroleiomyoma, lipoma, peripheral nerve tumor, fibrous histiocytoma, melanoma, myxoma, and myxofibroma are reported as benign vaginal/vulvar tumours (7). Leiomyoma, fibroma or fibroleiomyoma, and TVT (transmissible venereal tumour) are the most commonly reported benign neoplasms of the canine reproductive system (8). On the other hand, 27-30% of vaginal/vulvar tumours are malignant. The age at which these tumours occur ranges from 2 to 18 years. There is no specific breed predisposition (9,10). Malignant tumours are more common in large-breed dogs. Clinical signs associated with these tumours include perineal swelling, visible mass from the vulva, vulvar discharge, dysuria, licking of the vulva, polyuria, and polydipsia (7). Diagnosis involves physical examination, biopsy, vaginoscopy, and histopathological examination of the tissue for differential diagnosis. Surgery is an option for the treatment of vaginal/vulvar tumours, followed by two doses of chemotherapy post-operation. The prognosis is considered good for benign and non-metastatic cases (6,10,11). In the conducted studies (12), the numbers of estrogen, progesterone, and epidermal growth factor receptors in vaginal tumours were evaluated, and based on these assessments, the use of steroids as a treatment method has also been considered. This case discusses clinical approaches taken for the diagnosis and treatment of vaginal abscesses and fibromyoma observed in an intact female dog.

## 2. Case Story

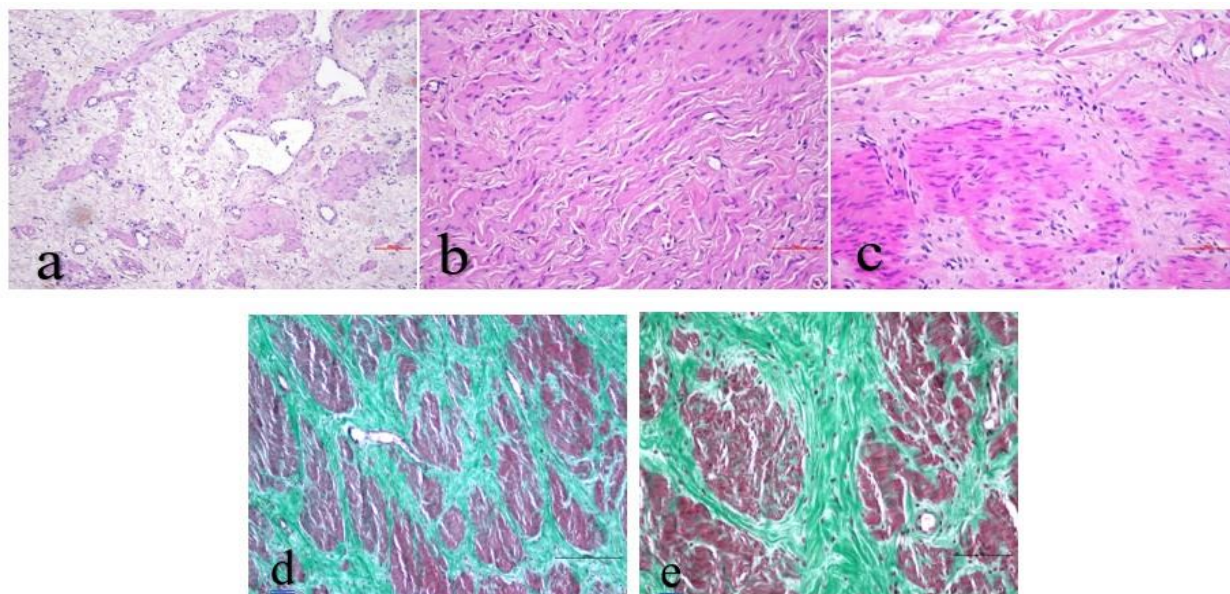
A 5-year-old, intact female Caucasian Shepherd dog was brought to the clinic with complaints of ongoing vaginal bleeding, weakness, loss of appetite, and a vaginal mass for a month. According to the history, the vaginal mass had rapidly increased in size over the last month, and there were reports of ulceration and bleeding on the mass. In the examination, it was determined that the mass originated from the ventrolateral surface of the vagina, and an abscess-like structure was also found cranially to this mass. The mucous membranes were light pink, the palpable lymph nodes were of average size, the furs were matte, and the vaginal area was dirty with blood. Surgical intervention was decided as a treatment. Before the surgery, a blood test was conducted to assess anesthesia risk. The hemogram and biochemical test results were within normal reference ranges. The dog was administered on isotonic saline solution (0.9% NaCl) at a dose of 20 ml/kg/15 min via intravenous route before to the operation (Polifleks, Polifarma, Türkiye). As suggested in the KIRSAN method, a mixture of 1 ml adrenaline (Adrenalin Codex 0.5 mg/1 ml, Galen Pharmaceuticals, Istanbul, Türkiye) and 9 ml of saline (Polifleks, Polifarma, Türkiye) to be locally applied to the surgical area was cooled at +4°C in a refrigerator for 30 minutes before the operation (13,14). For premedication, atropine sulfate (Teknovet Atropin, Teknovet Pharmaceuticals, Istanbul, Türkiye) was administered subcutaneously at a dose of 0.02 mg/kg, and for induction propofol (Propofol 200 mg/20 mL, Fresenius Kabi Pharmaceuticals, Istanbul, Türkiye) was given intravenously at a dose of 6-8 mg/kg. After intubation, the anesthesia was maintained with isoflurane at a dose of 3.5-4% (Isoflurane USP, Piramal Critical Care, USA) with 2-2.5% oxygen. The dog was positioned in a dorsoventral Trendelenburg position, a cushion was placed transversely under the caudal abdomen near the pelvis, and the pelvic region was elevated. The tail was secured to the dog's back after exposing the perineum. Aseptic and antiseptic procedures were performed in the area. Urinary catheterization was applied to prevent urethral damage before the surgery. Hemostatic forceps were attached dorsally, ventrally, and laterally to limit the section of the protruded vagina. A diluted and cooled adrenaline mixture was injected into the submucosal and tissue depths along the incision boundaries. The purpose was to constrict the vessels in the area with effect of both adrenaline and cold, thus preventing bleeding. The cutting process commenced using an electrosurgical unit that combined cutting and coagulation (Blend-2 mode) with an electrically activated blade electrode set at 80 watts. The mass was removed by dissecting deep into

the dorsal, ventral, and lateral aspects. The wound edges were apposed and sutured with Connell sutures as described in the KIRSAN method (13). Absorbable suture material (Monocryl No:0, Medeks, Istanbul, Türkiye) was used for all sutures. The sample taken from the smaller mass was sent to the microbiology laboratory for identification of the causative agent. The morbid substance delivered to the laboratory was first planted in nutrient broth and incubated in a microaerobic environment at 37°C for 24 hours. Gram staining was performed on the liquid cultures obtained and no bacterial growth was found as a result of gram staining. The liquid culture was transferred to Blood agar and incubated at 37°C for 24 hours. As a result of microbiological examination, no agent growth was detected in the abscess content and it was determined that the content was sterile. Also, extirpated vaginal masses were examined histopathologically. Tissue samples obtained during the surgery were fixed in 10% formalin, underwent routine tissue processing, sections were taken at 5 µm thickness, and stained with hematoxylin-eosin stain. The tissue sections were stained using a staining kit based on the principle of trichrome staining, specifically Masson-Trichrome Goldner (Katalog no. 04-011802, Bio Optica, İtalya), to demonstrate the distribution of connective and muscle tissue. The preparations were examined under a Nikon Eclipse Ci-L microscope, and digital micrographs were obtained using the Nikon DSQi2 camera system. All images were enhanced using Macromedia Fireworks 8 software with the same settings. Macroscopically, the tumoural mass appeared as two parts, measuring 2.5 and 6 cm in diameter, firm and elastic in consistency, nodular in form, with a pale-white cut surface and a slight hemorrhagic appearance near one area (Figure 1). In the microscopic examination of tissue sections, loose fibrous connective tissue covering wide areas (Figure 2.a) and intermittently collagen-rich dense fibrous connective tissue (Figure 2.b) were observed, intertwined with benign-appearing, highly cellular, with indistinct borders, eosinophilic cytoplasm, cigar-shaped nuclei (tapered ends), and small nucleoli, monotonous spindle myocyte fascicles (Figure 2.c). Some sections exhibited ulceration on the surface, while beneath the surface, areas of neutrophilic leukocyte infiltration, hemorrhage, vascularization, and fibrotic areas were identified. Sections stained with the Masson-Trichrome kit highlighted the connective tissue in green and the myocyte fascicles in red (Figure 2.d and 2.e). Based on the histopathological features exhibited by the lesion, it was diagnosed as a fibromyoma, defined as a benign tumor of muscle and connective tissue.



**Figure 1:** The extirpated vaginal mass. Blue arrow: smaller mass, red arrow: vaginal tumor

**Şekil 1:** Ekstirpe edilen vajinal kitle. Mavi ok: küçük kitle, kırmızı ok: vajinal tümör



**Figure 2:** (a) Irregular myocyte fascicles, stained darker pink, were observed within the loose edematous connective tissue, H&E staining, Scale Bar: 100µm. (b) Dense fibrous connective tissue composed of coarse irregular collagen and hyperchromatic nuclei fibrocytes, H&E staining, Scale Bar: 70µm. (c) Within the background of young connective tissue characterized by lightly stained pink collagen fibers and prominent nuclei fibroblasts, myocyte fascicles with eosinophilic cytoplasm and cigar-shaped nuclei were observed, H&E staining, Scale Bar: 70µm. (d) Myocyte fascicles stained in red were observed among coarse collagen fibers stained in green, Masson-Trichrome staining, Scale Bar: 200µm. (e) Myocyte fascicles stained in red were observed among coarse collagen fibers stained in green, Masson-Trichrome staining, Scale Bar: 90µm

**Şekil 2:** (a) Oldukça gevşek ödemli bağ doku içerisinde daha koyu pembe boyanan düzensiz miyozit fasikülleri, H&E boyaması, Bar: 100µm. (b) Kaba düzensiz kolajen ve hiperkromatik ince çekirdekli fibrositlerden oluşan sıkı fibröz bağ doku, H&E boyaması, Bar: 70µm. (c) Daha açık pembe renkte boyanan hafif düzensiz kolajen iplikler ve iri çekirdekleri göze çarpan fibroblastların oluşturduğu genç bağ dokunun oluşturduğu zeminde eozinofilik sitoplazmalı, puro şeklinde çekirdeğe sahip miyozit fasikülleri, H&E boyaması, Bar: 70µm. (d) Yeşil renkte boyanan kaba kolajen iplikler arasında kırmızı renkte boyanan miyozit fasikülleri, Masson-Trichrome boyaması, Bar: 200µm. (e) Yeşil renkte boyanan kaba kolajen iplikler arasında kırmızı renkte boyanan miyozit fasikülleri, Masson-Trichrome boyaması, Bar: 90µm

The dog was fed with wet food to avoid the constipation for two days following the surgery. For one week, it received injections of ceftriaxone (Equiceft, Tüm Ekip İlaç, İstanbul, Türkiye) at a dose of 30 mg/kg administered intramuscularly. The suture line was cleaned daily with isotonic saline solution (0.9% NaCl, Polifleks, Polifarma, Türkiye). Activity was restricted for three days, and cold compresses were applied to the area. The dog was in a good health on the postoperative 10th day.

### 3. Discussion and Conclusion

Many pathologies such as congenital and acquired abnormalities, benign or malignant neoplasms, trauma, and abscesses, among others, can affect the reproductive organs (vagina, vestibule, clitoris, and vulva) in dogs and cats, leading to their illness. Most of these pathologies may develop due to genetic predisposition, aging, certain past illnesses, or iatrogenic causes, obesity, hormonal medications, and whether the animal is sexually active (13). Contrary to previous studies, in this case, the dog was not elderly, not obese, had not mated before, did not use hormonal medication, and had no history of illness. However, it was presented with complaints of a vaginal mass, suggesting that vaginal masses could occur independently of these symptoms. In the presented case of the Caucasian Shepherd Dog, contrary to what the researchers' report (7) indicated about a higher prevalence of malignant tumours in large-breeds, a benign vaginal tumour has been identified. Vaginal neoplasms can be confused with vaginal hyperplasia/prolapse cases. Vaginal hyperplasia and prolapse present as lobulated and soft formations, whereas vaginal neoplasms are solid

and firm nodules, often associated with the mucosa, which helps distinguish them from vaginal hyperplasia/prolapse. Additionally, it should be differentiated from clinical conditions like clitoral hypertrophy, vaginal abscess, and hematoma. Advanced investigations after the examination are necessary to differentiate vaginal hyperplasia/prolapse from vaginal masses (15). Consistent with the researchers' report, in our case, the mass palpated on the ventrolateral surface of the vagina was firm and lobulated. In the traditional surgical approach, horizontal U-shaped stitches are placed at the base of the excised mass with absorbable sutures intertwined through each other. Then, the mass is resected by electrocautery. The exposed fresh wound edges are apposed, preventing adhesions and septum formation on the vaginal wall (13-15). In the KIRSAN method, traditional sutures used for ligation are either not used at all or used in very few numbers. Therefore, reducing the risk of suture complications during and after surgery and lowering costs. The KIRSAN method speeds up the patient's healing process, enhances its well-being, and involves minimal or no bleeding during or after the operation. In the presented case, unlike the traditional treatment method, applying the KIRSAN method, as in the researchers' report (13,16), shortened the anesthesia duration during the operation and accelerated the recovery process. The most appropriate treatment for vaginal masses, regardless of whether they are benign or malignant, is surgical intervention. Radiotherapy may be attempted for metastases of the mass in inaccessible areas (1,2). Iatrogenic injury to the urethra or accidental injury to other perineal structures are possible surgical complications. As reported by researchers (4), catheterization was performed in the presented case to prevent damage to the urethra before the operation. Vaginal fibroids are typically described as tumours composed of regular smooth muscle cells. Microscopic examination of these tumours reveals regular smooth muscle cells within a smooth and dense collagen matrix. The cells often appear spindle-shaped or star-shaped and exhibit a regular structure (17). Such tumours are generally considered benign or non-cancerous and rarely tend to become malignant. The histopathological structures observed in the presented case are consistent with those of the researchers (17). It was concluded that tumor cases, along with masses resembling abscesses macroscopically, can be diagnosed through detailed clinical examination and histopathological analysis. Additionally, it was determined that these cases can be successfully treated with a novel surgical intervention technique.

### **Conflict of Interests**

The authors declared that there is no conflict of interest.

### **Acknowledgement**

A part of this case report's abstract was presented as a poster presentation at the 10th National & 4th International Turkish Society of Veterinary Gynecology Congress.

### **Funding**

During this study, no financial and/or moral support has been received from any pharmaceutical company directly related to the research topic, any company supplying and/or producing medical equipment, tools, and materials, or any commercial firm that could adversely influence the decision-making process related to the study evaluation.

### **Authors' Contributions**

Motivation / Concept: İsmail KIRŞAN, Zeynep GÜNAY UÇMAK

Design: İsmail KIRŞAN, Zeynep GÜNAY UÇMAK

Control / Supervision: İsmail KIRŞAN, Zeynep GÜNAY UÇMAK, Rabia Buse AKSU

Data Collection and / or Processing: Merve YILMAZ, Mehmet Fatih ÖZBEZEK, Çağla Nur KÜÇÜKBEKİR

Analysis and / or Interpretation: Barış HALAÇ, Ayşe Ilgın KEKEÇ, Damla HAKTANIR, Funda YILDIRIM

Literature Review: İsmail KIRŞAN, Rabia Buse AKSU, Aslıhan BAYKAL

Writing Manuscript: Rabia Buse AKSU, Zeynep GÜNAY UÇMAK

Critical Review: Bahar GEZER, Zeynep GÜNAY UÇMAK

## Ethical Approval

The data, information and documents presented in this article have been obtained within the framework of academic and ethical standards. Ethical statements have been obtained from the authors, affirming that all information, documents, evaluations, and conclusions are presented in accordance with scientific ethical and moral principles.

## References

1. Susaneck SJ. Tumors of the female reproductive tract. In: Collins, F. (Ed), Oncology notes. Comparative Oncology Unit, Colorado State University, 1981.
2. Barrett RE, Theilen GH. Neoplasms of the canine and feline reproductive tracts. In: Kirk RW, editor. Current veterinary therapy VI. Philadelphia, London, Toronto, W.B. Saunders Co., 1977. p. 1263-1267.
3. Bostock DE, Owen LN. A colour atlas of neoplasia in the cat, dog and horse. London, United Kingdom, Wolfe Medical Publications Ltd. 1975. p. 62-79.
4. Kang TB, Holmberg DL. Vaginal leiomyoma in a dog. Canadian Veterinary Journal. [serial online] 1983 [cited 2023 Dec 13]; Aug 24(8):258-60. Available from: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1790397/>
5. Johnston SD, Kustritz MVR, Olsan PNS. Disorders of the canine vagina, vestibule, and vulva. In: Kersey R, editor. Canine and feline theriogenology. 1st ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia; 2001. p.225-242.
6. Alaçam E. Üreme Organlarının Tümörleri. In: Alaçam E, editor. Köpek ve Kedilerde Üreme Süreci ve Sorunları. 1st ed. Medisan, Ankara; 2008. p.121-126.
7. Köse AM, Ozsoy SY, Dogruer G. Bir Köpekte Vajinal Leyomiyosarkom. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi. 2017;12(1):80-83.
8. Balamurugan B, Sivasudharsan L. Surgical correction of vaginal fibroma in a Spitz she dog. Haryana Veterinarian. 2021;60(2): 307-308.
9. Erer H, Kıran MM. Veteriner Onkoloji. 3rd ed. Damla Ofset, Konya; 2005. p. 83-114.
10. McEntee MC. Reproductive oncology. Clinical Techniques in Small Animal Practice. [serial online] 2002 [cited 2023 Dec 13]; Aug;17(3):133-49. Available from: URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12476817/>
11. England GCW. Diseases of the reproductive system. In: Dunn JK, editor. Textbook of Small Animal Medicine. 1st ed. WB Saunders Company, Philadelphia; 1999. p.574-612.
12. Günay Uçmak Z, Ateş A, Erdoğan Bamaç Ö, Öztürk Gürgen H, Kırşan İ, Tek Ç, Küçükbekir ÇN, Kurban İ. Determination of estrogen receptor, progesterone receptor and epidermal growth factor receptor in canine vaginal tumors and vaginal fold prolapse: A preliminary study. Journal of Istanbul Veterinary Sciences. 2022;6(1):35-41.
13. Kırşan İ. Köpeklerde vajinal hiperplazi ve prolapsus. TVJD. Eğitim Seminerleri. 2020.
14. Wykes PM, Olson PN. Vagina, vestibule and vulva. In: Slatter D, editor. Textbook of small animal surgery. 3rd ed. Philadelphia, W. B. saunders; 2003. p.1502-10.
15. Arnold S. Erkrankungen von vagina, vestibulum und vulva. In: Niemand HG, Suter PF, editors. Praktikum der Hundeklinik. 8th ed. Berlin, Blackwell-Wissenschafts-Verlag; 1994. p 863-6.
16. Kırşan İ. Kedi ve köpeklerde vajina, vestibulum ve klitoris'in cerrahi hastalıkları. In: Tekeli T, editor. Kedi ve Köpeklerde Jinekolojik ve Obstetrik Operasyonlar. 1st ed. Ankara, Türkiye Klinikleri; 2022. p. 45-80.
17. Stewart CJR, Amanuel B, Brennan BA, Jain S, Rajakaruna R, Wallace S. Superficial cervico-vaginal myofibroblastoma: a report of five cases. Royal Collage of Pathologists of Australasia. Pathology. 2005;37(2), pp. 144-148.



doi 10.33188/vetheder.1353693

Derleme Makale / Review Article

## Parazitlerin konak davranışlarına etkileri

Elif Burcu GENÇAY TOPÇU<sup>1,a\*</sup>, Cenk Soner BÖLÜKBAŞ<sup>1,b</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye

ORCID 0000-0002-0621-3125<sup>a</sup>; 0000-0002-4863-696X<sup>b</sup>

### MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFORMATION:

#### Geliş / Received:

01 Eylül 23  
01 September 23

#### Revizyon/Revised:

04 Aralık 23  
04 December 23

#### Kabul / Accepted:

19 Aralık 23  
19 December 23

#### Anahtar Sözcükler:

Adaptasyon  
Konak davranışı  
Parazit  
Paraziter manipülasyon

#### Keywords:

Adaptation  
Host behavior  
Parasite  
Parasite manipulation

©2024 The Authors.  
Published by Veteriner  
Hekimler Derneği. This is  
an open access article  
under CC-BY-NC license.  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)



### ÖZET

Parazitler ve konakları evrimsel süreçte uzun yıllardır birlikte var olmuş ve birbirlerine karşı çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Parazitin yerleştiği yere göre konakta davranış değişikliği meydana gelebilmektedir. Davranış değişiklikleri, parazitin yaşam döngüsünü tamamlamasını kolaylaştırarak enfeksiyon oluşma şansını ve konağa adaptasyonunu artırır. Bu durum konaklarda davranış, renk, morfoloji ve fizyoloji gibi pek çok değişikliğe sebep olur. Ayrıca saldırganlık, çiftleşme ve üreme, ebeveyn davranışı üzerine etkileri olmaktadır. Bu değişikliklerde nöral, endokrin, nöromodülatör, immunomodülatör gibi fizyolojik sistemlerin rolü büyüktür. Davranış manipülasyonları, genellikle indirekt yaşam döngüsüne sahip parazitlerde gözlenmektedir ve bu parazitlerin en önemlileri arasında *Dicrocoelium dendriticum* ve *Toxoplasma gondii* örnek olarak gösterilebilir. Son yıllarda parazitlerle enfekte hayvanlardaki davranış değişiklikleri, bilim dünyasında da oldukça ilgi çekici bir hal almış ve bu konuda birçok çalışma yapılmıştır. Bu derlemede, konuyla ilişkin yapılan çalışmalar bir araya getirilmiş ve örnekler ile parazitlerin bu davranış değişikliklerine sebep olma mekanizmaları açıklanmaya çalışılmıştır.

### *Effects of parasites on host behavior*

#### ABSTRACT

Parasites and their hosts have co-existed for many years in the evolutionary process and have developed various defence mechanisms against each other. Behaviour changes may occur in the host depending on where the parasite settles. Behaviour changes make it easier for the parasite to complete its life cycle, increasing the chance of infection and adaptation to the host. This causes many changes in the host, such as behaviour, colour, morphology, and physiology. It also affects aggression, mating and reproduction, and parental behaviour. Physiological systems such as neural, endocrine, neuromodulator, and immunomodulatory systems play a significant role in these changes. Behavioural manipulations are generally observed in parasites with indirect life cycles, and the most important of these parasites are *Dicrocoelium dendriticum* and *Toxoplasma gondii*. In recent years, behavioural changes in parasite-infected animals have become very interesting in the scientific world, and many studies have been conducted on this subject. In this review, the studies on the subject are brought together, and the mechanisms of parasites causing these behavioural changes are tried to be explained with examples.

**How to cite this article:** Topçu Gencay EB, Bölükbaş CS. Parazitlerin konak davranışlarına etkileri. Vet Hekim Der Derg 95 (2): 164-173, 2024. DOI: 10.33188/vetheder.1353693

\* Sorumlu Yazar e-posta adresi / Corresponding Author e-mail address: burcu.gencay@omu.edu.tr



## 1. Giriş

Parazitler ve konakları arasında çok yakın bir ilişki bulunmaktadır. Bu iki canlı bütün evrimsel süreçte birlikte var olmuş ve birbirlerine karşı çeşitli şekillerde mücadele etmişlerdir. Bu süreç boyunca parazitler, konakları bulmak ve onlardan faydalanmak için yeni yollar bulurken, konaklar ise immün yanıt geliştirme, parazitten kaçınma, vücuda giren paraziti yok etmeye çalışma veya yok edemediği parazitlerle birlikte yaşamayı öğrenme gibi çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir (1). Parazitler ve konakları arasındaki fizyolojik etkileşimler, enfekte hayvanların davranışlarında sıklıkla değişikliklere neden olmaktadır. Parazitlerin neden olduğu bu davranış değişiklikleri parazitlere çeşitli faydalar sağlamak için konağa zarar vermektedir. Parazitin konakta yaptığı davranış değişiklikleri, konakta enfeksiyon oluşma ihtimalinin artmasına neden olmaktadır. Bu amaçla kullanılan mekanizmalar doğrudan ya da dolaylı olarak konağın hayatta kalmasını ya da üremesini de etkilemektedir. Böylece hem ekolojik hem de evrimsel olarak konak ile parazit arasında bir çıkar çatışması ilişkisi bulunmaktadır (2).

Son yıllarda parazitlerle enfekte hayvanlardaki davranış değişiklikleri araştırmacıların ilgisini çekmeye başlamış ve bu konuda birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar ulusal ve uluslararası yayınlanan dergilerden farklı dizinlerde taranarak elde edilen veriler ışığında derlenmiştir. Yapılmış olan birçok çalışmada *Toxoplasma* türünün hayvanlarda ve insanlarda yaptığı davranış değişikliklerine odaklanılmıştır. Ancak bu derleme ile diğer parazitlerin de hayatta kalabilmek için hayvanlarda neden olduğu davranış değişikliklerinin mekanizması açıklanmaya çalışılmıştır.

## 2. Parazitlerin Yaşam Döngüleri ile Hayvanlarda Meydana Gelen Davranış Değişikliklerinin İlişkisi

Bir parazit yaşam döngüsünü tamamlarken arakonağa ihtiyaç duymuyorsa bu tip gelişim direkt gelişim, bir veya daha fazla arakonağa gereksinim duyuyorsa bu tip gelişmeye indirekt gelişme denir. Konak davranışlarındaki parazit kaynaklı değişimlerin birçoğu indirekt yaşam döngüsüne sahip parazitlerde gözlenirse de direkt yaşam döngüsüne sahip parazitlerde de rastlanmaktadır (2,3). Genel olarak parazit direkt yaşam döngüsüne sahipse, hayatta kalmak ve üremek için türler arasında etkileşimi artırır. Eğer parazit indirekt yaşam döngüsüne sahipse hayatta kalma ve üreme şansını saldırganlık yoluyla artırabilir. Bu durum, arakonaktaki sosyal davranışları etkilemektedir. Örneğin *Toxoplasma gondii* ile enfekte rodentlerin keşfetme davranışları ve saldırganlıkları artar, son konak olan kediden daha da az korkarlar. *Eimeria vermiciformis* ve *Trichinella spiralis* ise hem direkt hem de indirekt yaşam döngüsüne sahiptir. Bu tip yaşam döngüsüne sahip parazitler ise son konak türler arasında sosyal etkileşimleri azaltırlar; çünkü sosyal olarak bir arada bulunan hayvan grupları avcılığa karşı daha etkili bir savunma gerçekleştirmektedir. Enfekte konaklarda, sosyal etkileşimler azaldıkça av olma ihtimalleri de artacaktır (4).

## 3. Paraziter Kaynaklı Etkiler

Parazitler konak davranışlarını kendi çıkarları için değiştirebilmektedir. Manipülasyonun en klasik örneği *Acanthocephala*'lardır (3). Bu parazitler konakların vücut boşluklarında enfektif hale gelir. Son konak olan omurgalı tarafından ağız yoluyla alındıktan sonra bağırsakta yerleşim gösterir. Bu zamana kadar yaklaşık 30 *Acanthocephala* türünün arakonaklarda davranış değişikliğine neden olduğu gözlenmiştir. Bu kimi zaman sosyal davranışlara etki şeklinde, kimi zaman ise konak fizyolojisini etkileyerek gerçekleşmektedir (5). Bu durumla ilgili çeşitli örnekler değişimin mekanizmalarına girilmeden bu bölümde başlıklar halinde anlatılacaktır.

### Sosyal davranışlarda paraziter etki

Konak ile parazitin birlikte evrimi sırasında, konaklar enfeksiyondan kaçınmak için, parazitler ise konak savunma mekanizmalarından saklanmak için çeşitli mekanizmalar geliştirmişlerdir (4).

Çoğu durumda, bu karşı mekanizmalar enfekte ve duyarlı canlılar arasında ilişkiyi artırmak için konak davranışının manipüle edilmesini içerir (3). Parazitle enfekte olan konağın sosyal davranışlarında oluşan değişikliklerle ilgili çok sayıda örnek vardır (Tablo 1).

**Tablo 1:** Sosyal davranışlarda enfeksiyon kaynaklı değişimlerin örnekleri ve omurgalılarda bu etkilere aracılık eden mekanizmalar (4,16,18,26,30,31,32)

**Table 1:** Examples of infection-induced changes in social behavior and the mechanisms mediating these effects in vertebrates (4,16,18,26,30,31,32)

Konak	Patojen	Davranış etkileri	Kaynak
Fare	<i>Eimeria vermiformis</i>	Seksüel ilgi ↓	(6)
Fare	<i>T. spiralis</i>	Baskınlık ↓ Çiftleşme davranışı ↓ Sosyal keşif ↓	(7)
Fare	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Sosyal statü ↓	(8)
Fare	<i>Heligmosomoides polygyrus</i>	Saldırganlık ↓ İtaat ↑	(9)
Fare	<i>Schistosoma mansoni</i>	Çiftleşme davranışı ↓	(10)
Fare (yalnız erkekler)	<i>Taenia crassiceps</i>	Çiftleşme davranışı ↓	(11)
Fare	<i>Toxocara canis</i>	Saldırganlık ↓ Sosyal keşif ↓ Savunma davranışı ↑	(12)
Fare/sıçan	<i>Toxoplasma gondii</i>	Saldırganlık ↑ Dominantlık ↑ Sosyal keşif ↑ Savunma davranışı	(13)
Sıçan	<i>Hymenolepis diminuta</i>	↓ Yavruların bakımı	(14)
Sıçan	<i>Taenia taeniaeformis</i>	Çiftleşme davranışı ↓ Üreme ↓	(15)
Orman Tavuğu ( <i>Lagopus lagopus scoticus</i> ) (yalnızca erkekler)	<i>Trichostrongylus tenuis</i>	Bağışıklık ↓ Testesteron ↓	(16)
Amerika Kerkenezi ( <i>Falco sparverius</i> )	<i>Trichinella pseudospiralis</i>	Saldırganlık ↓ Ebeveyn bakımı ↓	(17)
Bayağı kerkenez ( <i>Falco tinnunculus</i> )	<i>Haemoproteus tinnunculi</i>	Enfekte erkek canlılarla çiftleşen dişilerde kuluçka süresi ↑ yumurta büyüklüğü ↓	(18)
Adaçayı tavuğu ( <i>Centrocercus urophasianus</i> )	<i>P. pediocetti</i>	Çiftleşme davranışı ↓	(19)
Büyük baştankara ( <i>Parus major</i> )	<i>Plasmodium</i> spp.	Ebeveyn davranışı ↑	(20)
Kara sinekkapan ( <i>Ficedula hypoleuca</i> )	<i>Trypanosoma</i> spp.	Üreme alanına geç gidiş ↑	(21)

<b>Kındıra kamışçını</b> ( <i>Acrocephalus schoenobaenus</i> )	<i>Haemoproteus</i> <i>Plasmodium spp.</i> <i>Trypanosoma</i>	Ötüş çeşitliliği ↓ Ebeveyn davr. ↓	(22)
<b>Kızıl orman kuşu</b> ( <i>Gallus gallus</i> )	<i>Ascaridia galli</i>	Sosyal statü ↓ Çiftleşme şansı ↓	(23)
<b>Kır kırlangıcı</b> ( <i>Hirundo rustica</i> )	<i>Ornithonyssus bursa</i>	Ötüş ve çiftleşme şansı ↓	(24)
<b>Kertenkele</b> ( <i>Sceloporus occidentalis</i> )	<i>Plasmodium mexicanum</i>	Saldırganlık ↓ Sosyalleşme ↓ Dominantlık ↓ Bölgecilik ↓	(25)
<b>Kertenkele</b> ( <i>Sceloporus occidentalis</i> ) (yalnızca erkekler)	<i>Malaria sp.</i>	Kur davranışı ↓	(26)
<b>Kırmızı benekli semender</b> ( <i>Notophthalmus viridescens</i> )	<i>T. diemyctyli</i>	Üreme ↓	(27)
<b>Lepistes</b> ( <i>Poecilia reticulata</i> )	<i>Gyrodactylus turnbulli</i>	Kur davranışı ↓	(28)
<b>Üç dikenli balık</b> ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> )	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	Ebeveyn davranışı ↓	(29)
<b>Üç dikenli balık</b> ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> )	<i>Schistocephalus solidus</i>	Vücut ağırlığı ↓ Avlanma riski ↑ Enerji metabolizması ↓	(30,31,32)
<b>At kuyruklu geyik</b> ( <i>Odocoileus virginianus</i> )	<i>Fascioloides magna</i>	Vücut büy. ↓ Boynuz noktaları ↓ Sosyal statü ↓	(33)

↑: Artış, ↓: Azalış

Parazitler, konakları ile uyum içerisinde yaşaması gereken canlılardır. Eğer parazit, konağının ölümüne neden olursa bu onun da ölümü anlamına gelecektir. Parazitin ve konağın hayatta kalması ve üremesi için davranış değişikliğinin olduğuna dair çeşitli hipotezler bulunmaktadır. Konaktaki davranıştaki değişiklikleri, parazitin yaşam döngüsüne bağlı olabilir. Arakonak kullanan parazitler, konaklarda üreme davranışında artış gözlenmesine neden olur. Çeşitli araştırmalar, parazitlerin yayılımını artırmak için konağın sosyal davranışında değişikliklerine neden olabileceğini göstermektedir. Parazitler, merkezi sinir sistemi ve nörokimyasal sistem üzerindeki etkileri ile konak davranışını değiştirir (4). Örneğin, *Toxocara canis* ile enfekte farelerde saldırganlık azalır, savunma ve kaçma davranışı artar (34).

### Uyumsal davranış etkileri

Enfekte bir hayvanın normal davranması beklenemez. Bu nedenle parazitlerle enfekte olan ve olmayan hayvanlar arasında davranış farklılıkları gözlenmektedir. Son 30 yıldaki literatürlerde parazitlerle enfekte hayvanlardaki davranış değişiklikleri için üç alternatif düşünce öne sürülmüştür. İlk düşünceye göre, parazitin neden olduğu etkiler, konağın davranışını parazite yarar sağlayacak şekilde değiştirmektedir. Bu durum parazit genomunda konak manipülasyonu için ilgili genlerin olabileceğini düşündürmektedir. İkinci düşünceye göre, meydana gelen değişiklikler konağın enfeksiyona tepkisini içermekte, bu da enfeksiyonun ortadan kaldırılmasına ya da paraziter yan etkilerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Üçüncü düşünceye göre ise konak davranışındaki değişiklikler, patolojik durum kaynaklı olabileceği gibi tesadüfen veya bazı enfeksiyonlardan kaynaklı olabileceğini de düşündürmektedir (35).

Bir trematod olan *Podocotyloides stenometra*'nın bulaştığı mercan polipleri uyumsal davranış değişikliğine örnek olarak verilebilir. Enfekte polipler parlak pembe renge dönüşür ve görünürlüğünün artması, parazitin son konakları olan kelebek balıkları tarafından yenmesine neden olur (36).

## Parazitlerin konaklardaki enerji metabolizmasına etkileri

Parazitler, yaşamları için gerekli olan enerjiyi konaklarından sağlamaktadırlar. Parazitlerin konaktan elde ettikleri enerji miktarı konağın fizyolojisini bozacak düzeyde olursa, konak düşük fiziksel performans gösterebilir veya tam tersi daha aktif hale gelebilir ve yiyecek arama davranışını arttırabilir. Her iki davranıştaki değişiklik de parazit için faydalı olmaktadır (37). Parazitler, konaklarının fiziksel aktivitelerini düşürebilir ve bu durum konakları avcı hayvanlar için hedef haline getirebilir. Örneğin son konağın akciğerlerine yerleşim gösteren hidatik kistler, akciğer kapasitesini azaltmakta ve enfekte hayvanların kurtlara daha kolay av olmalarına neden olmaktadır (37, 38).

Son konağı kuşlar, arakonağı ise balıklar olan *Schistocephalus solidus* cinsine ait parazit balıkların vücut boşluklarında bulunurlar. Parazitin larva formu olan plerocercoidler çok hızlı büyüme göstermektedir. Bu büyümeye bağlı olarak balıklarda vücut ağırlığı düşer, enerji metabolizması bozulur ve oksijen ihtiyacı artar. Bu durum balıkların daha fazla yem tüketimine sebep olur. Ancak yine de yüzme gibi günlük aktivitelerini dahi kısıtlayıcı bir hal alan enerji eksikliği ve oksijen eksikliği nedeniyle su yüzeyine yakın yüzerler. Bunun sonucunda balıkçıl kuşlar tarafından daha çabuk avlanabilmektedirler (30, 32, 39).

Bütün bu örneklerden görüldüğü üzere parazitlerin konaklarının besinlerine ortak olup, onların enerjilerini azaltmaları konağın davranışlarını etkilemektedir. Bu durum arakonağın ya da vektörün son konakla temasını arttırmakla birlikte bazen de konağı diğer tehlike unsurlarına yaklaşmasına neden olup risk altında bırakabilmektedir.

## Parazitlerin konak morfolojisine etkileri

Bir trematod cinsi olan *Leucochloridium* spp. arakonak olarak salyangozları kullanır. Parazit arakonakta dokunaçların (antenlerin) büyüklüğünü, şeklini, rengini değiştirir ve ışığa tepki olarak titreşmesine neden olur. Bu sayede parazit; arakonak olan salyangozları son konak olan kuşlar için çekici hale getirir ve avlanma ihtimalini artırır (35, 40).

Yine bir trematod olan *Diplostomum spathaceum*'un metaserkerleri balıklarda göze yerleşerek parazitik katarakta neden olur (41, 42). Bu trematodla enfekte olan balıklar görme kayıplarından dolayı beslenmek için yüzeyde daha fazla vakit geçirmeye başlarlar ve bu da onları son konak avcı kuşlara daha görünür hale getirir (37).

*Sacculina carcini*, yengeçlerde parazitlenen bir krustasea türüdür. Bu parazit konağın üzerine yerleşir ve yengecin androjenik bezini tahrip ederek konağın feminizasyonuna (dişilik özellik kazanmasına) neden olur. Enfekte olan yengeçler yavru üretmezler ancak dişi canlılar gibi davranırlar ve üzerlerinde taşıdıkları krustesea yumurtalarını kendi yumurtaları gibi korurlar. Sadece dişilerin yaptığı yumurtaları koruma iç güdüsü bu nedenle erkekler tarafından da yapılmış olur. Bu örnekte anlaşılabileceği üzere organları enfekte etmek de konağı manipüle etmenin etkili bir yolu olabilir (37).

## 4. Parazitlerin Konak Davranışlarındaki Etki Mekanizması

Parazitler; omurgalı ve omurgasız canlılarda davranışları etkileyen dört fizyolojik sistemi hedef alır. Bunlar nöral, endokrin, nöromodülatör ve immunomodülatör sistemlerdir. Bu sistemler nörotransmitterler, hormonlar, nöromodülatör, immunomodülatör kimyasallar aracılığıyla birbirine bağlanır ve iletişim kurarlar. Direkt yaşam döngüsüne sahip olan parazitler, merkezi sinir sistemine zarar vererek konak manipülasyonuna neden olurlar (37). Bu konudaki birçok örnek konak davranış değişikliğine neden olan mekanizmaların karmaşık bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Parazitler, konakların beynini bütünüyle kontrol etmemekte, sadece belirli davranışlardan sorumlu bölgeleri etkilemektedir (43).

## Konak sinir sisteminde paraziter etki

Parazitlerin konakların davranışlarını değiştirmek için pek çok mekanizma kullanmaktadır. *Toxoplasma gondii* ve *Toxocara canis* gibi birçok parazit, MSS'deki nöronları, sosyal davranışları etkileyecek şekilde enfekte edebilir.

Aynı zamanda parazitler konaklarının sosyal davranışlarını, MSS'nin immünolojik tepkileri uyararak ve nörokimyasal bağlantıyı değiştirerek de yapabilmektedirler (4).

Normal şartlarda, parazitin arakonağı olan fare ve sıçanların kedi idrarı ve kokusundan korkarak o bölgeden uzak durmaları beklenir. Beyinlerinde parazitin doku kistini taşıyan kronik toksoplazmozlu kemiricilerin, kedilerden korkmamasından kaynaklı davranış değişikliği, bu hayvanların kediler tarafından kolay avlanmalarını sağlar. Kedi idrarına karşı oluşan doğal ve öğrenilmiş korkuya bağlı tepkilerin enfekte kemiricilerde azalmakla kalmadığı, hatta bu hayvanların kokuyu feromon olarak algıladıkları ve seksüel olarak ilgilerinin arttığı ortaya konulmuştur (44).

*Toxoplasma gondii* gibi parazitler, MSS boyunca nöronları, glial hücreleri ve endotel hücrelerini enfekte eder (45) ve beyindeki birkaç nörokimyasal yolu da değiştirir (4). Enfekte farelerde norepinefrin konsantrasyonları azalırken, dopamin ve onun metaboliti olan homovanillik asitin (HVA) konsantrasyonları artmaktadır. Bu nörokimyasal değişiklikler ve bunun yanında beyinde oluşan kistler, *T. gondii* ile enfekte olmuş kemirgenlerde bildirilen saldırganlığın ve keşfetme davranışlarının artmasının nedeni olabilir (4, 45).

Parazitler konaklarının üreme davranışları üzerine de etkisi bulunmaktadır. Bu etkiyi direkt MSS üzerinden değil, perifer dokulara etki ederek de yapabilirler. Bu dokuların perifer organlardan MSS'ye gönderilen kimyasal sinyalleri değiştirebildiği bilinmektedir. Örneğin *Taenia crassiceps* ve *T. taeniaeformis*, konakta testosteron salınımını etkileyerek erkek farelerde üreme davranışını baskılamaktadır. Dişi farelerde bulunan östadiol hormonu parazitin gelişimini ve üremesini artırır, bu nedenle dişi fareler bu parazitlerden kaynaklanan enfeksiyonlara erkek farelerden daha duyarlıdır. Erkek farelerin *T. crassiceps* veya *T. taeniaeformis* ile enfeksiyonu hem serum hem de testisteki testosteron konsantrasyonlarını azaltır, östradiol konsantrasyonlarını artırır ve bu durum çiftleşme davranışını engeller. Enfeksiyondan sonra erkek kemirgenlerde şekillenen endokrinolojik ve davranışsal değişiklikler parazitlerin gelişmesi ve üremesi için uygun ortam hazırlamaktadır (4, 46, 47).

*Dicrocoelium dendriticum* ile enfekte olmuş karıncalar çevrelerindeki en yakın bitkiye tırmanırlar ve mandibulaları ile kendilerini bitkiye sabitlerler (48). Bu davranış, karıncaların bir ruminant tarafından yenme olasılığını arttırmakta ve bu sayede trematod yaşam döngüsünü tamamlamayı garanti altına almaktadır (49). Birçok araştırmacı, parazitlerin nöromodülatörler salgılayarak konağın davranışını parazitin yararına olacak şekilde değiştirdiğini düşünmektedir (3, 49).

### Manipülatif protein yapıları üzerine yapılan çalışmalar

Proteomik, genomik bilginin çevirisini araştırma yeteneği ile parazitlerin neden olduğu konak MSS'nin protein ekspresyonundaki değişiklikleri incelemek için bir yaklaşım sunar (43).

Bu konuda yapılan öncü proteomik çalışmalarında artropod konak/parazit modelleri oluşturularak mekanizmalar çözülmeye çalışılmıştır. Araştırmalarda manipülatif sürece etkili olmayan proteinleri dışlamak ve konak davranış değişikliği ile potansiyel bağlantılı proteinleri bulmayı kolaylaştırmak için birçok işlem gerçekleştirilmiştir (43).

Çalışmaların çoğunda Nematomorpha kökünden kıl kurtları olan *Spinichordodes tellinii* ve *Paragordius tricuspidatus* ile son konak olan çekirge türleri kullanılmıştır. Nematomorfaların enfektif dönemleri su kenarlarında bulunmaktadır. Bu formlar son konak çekirgeler tarafından su içme esnasında yutulduktan sonra parazit hızla büyüme gösterir (yaklaşık 10-15 cm) ve neredeyse çekirgenin bütün vücut boşluğunu doldurur. Parazit eş bulup çiftleşebilmek ve yaşam döngüsünü tamamlayabilmek için konaktan çıkıp suya dönmek zorundadır. Parazit, bu aşamada konak üzerinde manipülatif bir davranışa sebep olur; konağın bir su birikintisi aramasını ve bulunca da suya sıçramasını sağlar. Konak suya düştüğünde parazit, konak vücudundan dışarı çıkar ve çiftleşmek üzere eşini arar. Suya düşmek konağın ölümüne sebep olur. Eğer çekirge balık ya da kurbağa gibi bir avcı tarafından yenirse parazit hiçbir zarar görmeden onların sindirim sisteminden çıkmakta ve yaşam döngüsünü devam ettirmektedir (50).

Vektörlerin davranışları da parazitlerin omurgalı konaklarla karşılaşma ihtimallerini artıracak şekilde manipüle edilmektedir (43, 51). Bu davranış değişikliğine neden olabilecek protein yapıları hakkında incelemeler yapılmıştır. Örneğin: (i) *Anopheles gambiae-Plasmodium berghei* (52); (ii) *Glossina papalis gambiensis-Trypanosoma brucei* (53). Bu çalışmalar parazitlerin vektörlerinin protein yapısında bazı değişiklikler olabileceğini göstermiştir.

Değişmiş protein yapılarının bazıları dipteralar arasında da benzerdir (şeker metabolizması, sinyal iletimi ve ısı şoku tepkisi gibi). Her iki parazitli vektörün MSS'ine ait enerji metabolizmasında değişiklik gözlenmiştir (52, 53). Bu çalışmalarla *P. berghei* ve *T.b. brucei*'nin şeker metabolizmalarını değiştirebildiği görülmüştür.

## 5. Parazit-Konak İlişkisi

Konak manipülasyonu, ilk olarak beslenme davranışı ile kendini göstermektedir. Bu davranış şeklinde; son konak arakonağı yiyerek arakonak içerisindeki parazitin larval dönemlerini alır. Manipülasyon arakonağın davranışını veya görünümünü etkileyerek, arakonağın daha görünür olmasını sağlamaktadır. Karmaşık yaşam döngüsüne sahip pek çok trematod, sestod, nematod, acantocephala ve protozoa türlerinde bu manipülasyon tipi görülmektedir (35). Örneğin bir tatlı su amfipodu olan *Gammarus roeseli*, *Polymorphus minutus* ile enfekte olduğunda yer çekimine karşı davranış gösterir ve su yüzeyine yakın yüzer. Bu da onun son konak için daha görünür olmasını sağlar (54).

Konak manipülasyonun yaygın olarak görüldüğü ikinci bulaşma yolu ise, konağın yaşadığı habitattan başka habitata yayılmasıdır. Burada parazit tarafından yapılan manipülasyon, konağın bazen kendisine hiç uygun olmayan farklı bir habitata gitmesine neden olur. Birçok trematod türü, arakonakları olan salyangozları enfektif dönemlerinin yayılmasını sağlamak için uygun mikrohabitatlara geçmeleri için uyarır (35).

Konak manipülasyonun düzenli olarak görüldüğü üçüncü durum ise vektör kaynaklı bulaşmadır. En iyi bilinen örnekleri; omurgalılar ile kan emici sinekler arasında taşınan patojenleri içerir. Parazitin doğru konakla karşılaşabilmesi için vektörün mümkün olduğu kadar çok konaktan kan emmesi gerekmektedir. Bu durumda parazit, vektörün kan emme süresini kısaltarak ziyaret edilen konak sayısının artmasını sağlayabilir. Bu parazitlere örnek *Trypanosoma*, *Plasmodium* ve filariyal nematodları verebiliriz (35).

Konak fenotipinde meydana gelen farklılıklar, parazitlerin konakta neden olduğu biyokimyasal ve fizyolojik değişiklikler sonucu meydana gelmektedir. Parazitlerin konak manipülasyonu üzerine yapılan çalışmaların çoğunda sadece renk, morfoloji ve görünür davranış değişikliği üzerine odaklanılmıştır. Çoğu zaman manipülasyonlar, küçük farklılıklar yaratarak davranış değişikliğine neden olur. Örneğin, manipülasyon sonucu hayvanın belirli bir mikrohabitatta geçirdiği zaman veya belirli bir davranışı gerçekleştirme zamanında azalma olabilir. Bu davranış modellerinde meydana gelen değişiklikler, konağın farklı mikrohabitata doğru hareket etmesine, avcı hayvanlara karşı savunmasız kalmasına ya da parazitin bulaşma şansını arttıracak davranışlara neden olmaktadır (3, 35).

Konağın davranış değişikliği parazitin yaşam döngüsünü tamamlamak için kullanılmaktadır. Eğer bu yaşam döngüsü herhangi bir zorlukla karşılaşmıyorsa parazitin konak davranışını değiştirme ihtimali azalmaktadır.

## 6. Sonuç

Parazitle enfekte olan hayvanlarda parazitlerden kaynaklanan birtakım davranış değişiklikleri olmaktadır. Bu davranış değişiklikleri parazitlerin başka canlılara bulaşma ihtimalini artırıp parazitin yaşam döngüsünü tamamlamasını amaçlamaktadır. Paraziter manipülasyonlar, çoğunlukla arakonak kullanılarak gerçekleştirilir. Eğer parazitler bir arakonağı manipüle ediyorsa buradaki etkileri genellikle arakonağın parazite konaklık yapabilecek bir başka canlı tarafından tüketilmesini ve hızlıca konağa geçiş yapmasını amaçlamaktadır. Konakta görülen bu davranış değişikliklerinin çoğu merkezi sinir sistemi kökenlidir. Bunun yanında nöromodülatörler, hormonal sistem, sinir sistemi ve enerji metabolizmasında da değişiklikler görülmektedir. Parazitler, eğer yaşam siklusunu tamamlarken herhangi bir engelle karşılaşmıyorsa konak davranışını değiştirme ihtimali azalır veya ortadan kalkar.

## Çıkar Çatışması Beyanı

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

## Finansal Kaynak Beyanı

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

## Yazar Katkısı Beyanı

Fikir/kavram: Elif Burcu GENÇAY TOPÇU, Cenk Soner BÖLÜKBAŞ  
Kaynak taraması: Elif Burcu GENÇAY TOPÇU, Cenk Soner BÖLÜKBAŞ  
Makalenin yazımı: Elif Burcu GENÇAY TOPÇU

## Etik Onay

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

## Kaynaklar

1. Poulin R. "Adaptive" changes in the behaviour of parasitized animals: a critical review. *Int J Parasitol* 1995; 25: 1371-1383.
2. Dobson A. The population biology of parasite-induced changes in host behavior. *Q Rev Biol* 1988; 63: 139-165.
3. Moore J. *Parasites and the behavior of animals: Oxford University Press on Demand, Oxford; 2002.*
4. Klein SL. Parasite manipulation of the proximate mechanisms that mediate social behavior in vertebrates. *Physiol Behav* 2003; 79: 441-449.
5. Bakker TC, Frommen JG, Thünken T. Adaptive parasitic manipulation as exemplified by acanthocephalans. *Ethology* 2017; 123: 779-784.
6. Kavaliers M, Colwell D, Ossenkopp K-P, Perrot-Sinal T. Altered responses to female odors in parasitized male mice: neuromodulatory mechanisms and relations to female choice. *Behav Ecol Sociobiol* 1997; 40: 373-384.
7. Edwards J. The effects of *Trichinella spiralis* infection on social interactions in mixed groups of infected and uninfected male mice. *Anim Behav* 1988; 36: 529-540.
8. Pittella JEH. Central nervous system involvement in experimental trypanosomiasis cruzi. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1991; 86: 141-145.
9. Kavaliers M, Colwell D, Choleris E. Analgesic responses of male mice exposed to the odors of parasitized females: effects of male sexual experience and infection status. *Behav Neurosci* 1998; 112: 1001.
10. Isseroff H, Sylvester PW, Held WA. Effects of *Schistosoma mansoni* on androgen regulated gene expression in the mouse. *Mol Biochem Parasitol* 1986; 18: 401-412.
11. Larralde C, Morales J, Terrazas I, Govezensky T, Romano M. Sex hormone changes induced by the parasite lead to feminization of the male host in murine *Taenia crassiceps* cysticercosis. *J Steroid Biochem Mol Biol* 1995; 52: 575-580.
12. Cox D, Holland C. The relationship between numbers of larvae recovered from the brain of *Toxocara canis*-infected mice and social behaviour and anxiety in the host. *Parasitology* 1998; 116: 579-594.
13. Berdoy M, Webster J, MacDonald D. The manipulation of rat behaviour by *Toxoplasma gondii*. *Mammalia* 1995; 59: 605-614.
14. Willis C, Poulin R. Effects of the tapeworm *Hymenolepis diminuta* on maternal investment in rats. *Can J Zool* 1999; 77: 1001-1005.

15. Lin YC, Rikihisa Y, Kono H, Gu Y. Effects of larval tapeworm (*Taenia taeniaeformis*) infection on reproductive functions in male and female host rats. *Exp Parasitol* 1990; 70: 344-352.
16. Mougeot F, Irvine JR, Seivwright L, Redpath SM, Piertney S. Testosterone, immunocompetence, and honest sexual signaling in male red grouse. *Behav Ecol* 2004; 15(6): 930-937.
17. Henderson D, Bird DM, Rau ME, Negro JJ. Mate choice in captive American kestrels, *Falco sparverius*, parasitized by a nematode, *Trichinella pseudospiralis*. *Ethology* 1995; 101: 112-120.
18. Korpimäki E, Tolonen P, Bennett GF. Blood parasites, sexual selection and reproductive success of European kestrels. *Ecoscience* 1995; 2(4): 335-343.
19. Johnson LL, Boyce MS. Female choice of males with low parasite loads in sage grouse. *Bird parasite interactions* Oxford University Press, Oxford. 1991: 377-388.
20. Richner H, Christe P, Oppliger A. Paternal investment affects prevalence of malaria. *Proc Natl Acad Sci* 1995; 92: 1192-1194.
21. Rätti O, Dufva R, Alatalo RV. Blood parasites and male fitness in the pied flycatcher. *Oecologia* 1993; 96: 410-414.
22. Buchanan KL, Catchpole C, Lewis J, Lodge A. Song as an indicator of parasitism in the sedge warbler. *Anim Behav* 1999; 57: 307-314.
23. Zuk M, Thornhill R, Ligon JD, Johnson K. Parasites and mate choice in red jungle fowl. *Am Zool* 1990; 30: 235-244.
24. Møller AP. Parasite load reduces song output in a passerine bird. *Anim Behav* 1991; 41: 723-730.
25. Dunlap KD, Schall JJ. Hormonal alterations and reproductive inhibition in male fence lizards (*Sceloporus occidentalis*) infected with the malarial parasite *Plasmodium mexicanum*. *Physiol Zool* 1995; 68: 608-621.
26. Dunlap KD, Church DR. Interleukin-1 $\beta$  reduces daily activity level in male lizards, *Sceloporus occidentalis*. *Brain Behav Immun* 1996; 10(1): 68-73.
27. Gill DE, Mock BA. Ecological and evolutionary dynamics of parasites: the case of *Trypanosoma diemyctyli* in the red-spotted newt *Notophthalmus viridescens*. In: Rollinson D, Anderson RM, editors. *Ecology and genetics of host-parasite interactions*. London: Academic Press 1985; 157-183.
28. Kennedy C, Endler J, Poynton S, McMinn H. Parasite load predicts mate choice in guppies. *Behav Ecol Sociobiol* 1987; 21: 291-295.
29. Bakker TC, Mundwiler B. Pectoral fin size in a fish species with paternal care: a condition-dependent sexual trait revealing infection status. *Freshw Biol* 1999; 41: 543-551.
30. Barber I, Huntingford FA. The effect of *Schistocephalus solidus* (Cestoda: Pseudophyllidea) on the foraging and shoaling behaviour of three-spined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus*. *Behaviour* 1995; 132(15-16): 1223-1240.
31. Berger CS, Laroche J, Maaroufi H, Martin H, Moon KM, Landry CR, Aubin-Horth N. The parasite *Schistocephalus solidus* secretes proteins with putative host manipulation functions. *Parasit Vectors* 2021; 14(1): 1-20.
32. Baer J, Gugele SM, Roch S, Brinker A. Stickleback mass occurrence driven by spatially uneven parasite pressure? Insights into infection dynamics, host mortality, and epizootic variability. *Parasitol Res* 2022; 121(6): 1607-1619.
33. Mulvey M, Aho J. Parasitism and mate competition: liver flukes in white-tailed deer. *Oikos* 1993: 187-192.
34. Cox DM, Holland CV. The relationship between numbers of larvae recovered from the brain of *Toxocara canis*-infected mice and social behaviour and anxiety in the host. *Parasitol* 1998; 116(6): 579-594.
35. Poulin R. Parasite manipulation of host behavior: an update and frequently asked questions. *Adv Stud Behav*. 41: Elsevier 2010; 151-186.
36. Aeby G. Trade-offs for the butterflyfish, *Chaetodon multicinctus*, when feeding on coral prey infected with trematode metacercariae. *Behav Ecol Sociobiol* 2002; 52: 158-165.
37. Lafferty KD, Shaw JC. Comparing mechanisms of host manipulation across host and parasite taxa. *J Exp Biol* 2013; 216: 56-66.
38. Joly DO, Messier F. The distribution of *Echinococcus granulosus* in moose: evidence for parasite-induced vulnerability to predation by wolves? *Oecologia* 2004; 140: 586-590.



39. Giles N. Predation risk and reduced foraging activity in fish: experiments with parasitized and non-parasitized three-spined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus* L. *J Fish Biol* 1987; 31(1): 37-44.
40. Heil M. Host Manipulation by Parasites: Cases, Patterns, and Remaining Doubts. *Front Ecol Evol* 2016; 4: 80.
41. Lyholt H, Buchmann K. *Diplostomum spathaceum*: effects of temperature and light on cercarial shedding and infection of rainbow trout. *Dis Aquat Organ* 1996; 25: 169-173.
42. Gopko M, Mikheev VN, Taskinen J. Deterioration of basic components of the anti-predator behavior in fish harboring eye fluke larvae. *Behav Ecol Sociobiol* 2017; 71: 68.
43. Lefevre T, Adamo SA, Biron DG, Misse D, Hughes D, Thomas F. Invasion of the body snatchers: the diversity and evolution of manipulative strategies in host–parasite interactions. *Adv Parasitol* 2009; 68: 45-83.
44. Koçak OM, Atmaca HT, Terzi OS, Büyükkayaer S, Özdemir H, Uzunalioğlu T, ve ark. Deneysel kronik Toksoplazmoz fare modeli: beyin lezyonlarının davranış değişiklikleri ile ilişkilendirilmesi. *Noro Psikiyatrs Ars* 2012; 49: 139-144.
45. Kristensson K, Mhlanga J, Bentivoglio M. Parasites and the brain: neuroinvasion, immunopathogenesis and neuronal dysfunctions. *Curr Topics Microbiol Immunol* 2002; 265: 227-257.
46. Morales J, Larralde C, Arteaga M, Govezensky T, Romano M, Morali G. Inhibition of sexual behavior in male mice infected with *Taenia crassiceps cysticerci*. *J Parasitol* 1996: 689-693.
47. Anderson RM, May RM. Coevolution of hosts and parasites. *Parasitology* 1982; 85: 411-426.
48. Romig T, Lucius R, Frank W. Cerebral larvae in the second intermediate host of *Dicrocoelium dendriticum* (Rudolphi, 1819) and *Dicrocoelium hospes looss*, 1907 (Trematodes, Dicrocoeliidae). *Z Parasitenkd* 1980; 63: 277-286.
49. Adamo SA. Modulating the modulators: parasites, neuromodulators and host behavioral change. *Brain Behav Evol* 2002; 60: 370-377.
50. Menigoz A, Hanelt B, Joly C, Ponton F, Thomas F, Biron DG. Water-seeking behavior in insects harboring hairworms: should the host collaborate? *Behav Ecol* 2005; 16: 656-660.
51. Lefevre T, Thomas F. Behind the scene, something else is pulling the strings: emphasizing parasitic manipulation in vector-borne diseases. *Infect Genet Evol* 2008; 8: 504-519.
52. Lefevre T, Thomas F, Schwartz A, Levashina E, Blandin S, Brizard JP ve ark. Malaria Plasmodium agent induces alteration in the head proteome of their *Anopheles* mosquito host. *Proteomics* 2007; 7: 1908-1915.
53. Lefevre T, Thomas F, Ravel S, Patrel D, Renault L, Le Bourligu L ve ark. *Trypanosoma brucei brucei* induces alteration in the head proteome of the tsetse fly vector *Glossina palpalis gambiensis*. *Insect Mol Biol* 2007; 16: 651-660.
54. Haine ER, Boucansaud K, Rigaud T. Conflict between parasites with different transmission strategies infecting an amphipod host. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 2005; 272: 2505-2510.



## VETERİNER HEKİMLER DERNEĞİ DERGİSİ YAYIM KOŞULLARI

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

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

Yazarın adını metninizde kullanabilirsiniz, ancak alıntı numarasını da girmelisiniz.

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

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

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

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

Kaynak yazımında yazar adları ve konu başlığı normal yazı tipi ile yazılmalıdır. Yazar Soyisimlerinin ilk harfi büyük sonraki harfleri küçük, isimlerin ise yalnızca başharfleri arada nokta olmaksızın büyük harfle yazılmalıdır. Dergi adlarının kısaltılması kullanılmalı ve dergilerin kısaltılmış adlarında "Periodical Title Abbreviations: By Abbreviation"ın son baskısı esas alınmalıdır. Dergi kısaltması içinde nokta kullanılmamalıdır. Kaynakta belirtilen yazar isimlerinin tamamı verilmeli, yalnızca 6'dan fazla yazar varsa sonraki yazarlar için et al. veya ve ark. şeklinde kısaltma kullanılmalıdır.

### Çeşitli kaynak gösterimlerine örnekler

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

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

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

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

*Kaynak, kitap ise:*

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

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

*Kaynak kitaptan bir bölüm ise:*

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

*Kaynak bir bildiri ise:*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



## AUTHOR GUIDELINES / INSTRUCTIONS TO AUTHORS

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

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

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

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

Example of various references

*If the reference is a Journal article:*

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

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

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

*If the reference is a book:*

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

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

*If the reference is a book chapter:*

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

*If the reference is a conference paper:*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

\*Authors can access to the ethical principles and publication policy of the journal using the link below:

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

\*Authors can access to price policy of the Journal using the link below:

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



## YAYIN HAKKI BİLGİLENDİRME VE YAZAR KATKI BEYANI

### Makale Başlığı

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

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

### Telif Hakkı

Aşağıda imzası bulunan yazarlar;

- o Gönderilen yazının (metin, tablolar, şekiller, görseller ve ilgili diğer içerik dahil) orijinal olduğu ve kısmen veya tamamen daha önce yayınlanmamış olduğunu,
- o Makalenin tamamı veya bir kısmı yayımlanmış ise, Veteriner Hekimler Derneği Dergisi'nde yayınlanması için tüm izinlerin alınmış olduğunu, orijinal telif hakkı formu ve gerekli diğer belgelerin de Veteriner Hekimler Derneği ve tüm ilgililere iletileceğini kabul eder.
- o Yazarlar, makalenin başkalarının kişisel veya mülkiyet haklarını ihlal etmediğini garanti eder ve bu yazının içeriğinin sorumluluğunu ve ayrıca yazı ile ilgili diğer tüm yasal sorumlulukları kabul eder.

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

Lisansla ilgili daha fazla ayrıntı için aşağıdaki erişim bağlantısını kullanabilirsiniz:

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

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

### Yazarlık Katkısı

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

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

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

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

### Yazarlık Katkı Türleri

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

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

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

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



## COPYRIGHT AGREEMENT AND ACKNOWLEDGEMENT OF AUTHORSHIP FORM

### Title of the manuscript:

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

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

### Copyright

The undersigned authors warrant that;

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

For further details of the license, please see:

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

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

### Authorship

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

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

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

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

### Types of Contribution

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

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

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

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



# Veteriner Hekimler Derneği Dergisi

## Journal of The Turkish Veterinary Medical Society

### ETİK BEYAN FORMU / ETHICAL STATEMENT FORM

#### Ethic Declaration (EN)

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

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

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

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

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

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





# Veteriner Hekimler Derneği Dergisi

## Journal of The Turkish Veterinary Medical Society

### ETİK BEYAN FORMU / ETHICAL STATEMENT FORM

#### ETİK BEYANI (TR)

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

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

Yazarların Adı Soyadı (Ünvanı)	Tarih	İmza

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

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

# Veteriner Hekimler Derneği Dergisi

*Journal of the Turkish Veterinary Medical Society*

Cilt / Volume :95 - Sayı / Issue :2 - Yıl / Year :2024

## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

### Araştırma Makaleleri / Research Articles

- 3d printing of skull models in horse, cattle and pig  
*At, sığır ve domuz 3 boyutlu baskı kafatası modelleri*  
Orçun GÜVENER, Çağdaş OTO 96-103
- Türkiye'nin et ithalatının enflasyon üzerine etkisi  
*The impact of Türkiye's meat imports on inflation*  
Seyfettin TUNCEL 104-114
- Bibliometric analysis of studies on gene expression and RNA-seq in cattle species  
*Sığır türünde gen ifadesi ve RNA-dizileme alanında yapılan çalışmaların bibliyometrik analizi*  
Esma Gamze AKSEL, Ahu CEPHE, Funda İPEKTEN, Gözde ERTÜRK ZARARSIZ, Aytaç AKÇAY 115-131
- Epidemiological analysis of dermatophytes isolated from cats and dogs in Ankara  
*Ankara'daki kedi ve köpeklerden izole edilen dermatofitlerin epidemiyolojik analizi*  
Nevra KESKİN YILMAZ, Bülent BAŞ 132-139
- Retrospective evaluation of diseases in wild birds brought to Aksaray University Veterinary Faculty  
Animal Hospital Surgery Clinics: 102 cases (2020-2023)  
*Aksaray Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Cerrahi Anabilim Dalına getirilen yabancı kuşların retrospektif değerlendirilmesi:102 Olgu (2020- 2023)*  
Fehmiye GÜMÜŞ, Nihan AVCI, Deva Başak BOZTOK ÖZGERMEN, Mehmet SAĞLAM 140-148

### Kısa Bilimsel Çalışma / Short Communication

- Exploring the morphology of the glandula uropygialis in Denizli rooster: 3 tesla MRI and histological investigation  
*Denizli horozlarında glandula uropygialis morfolojisinin araştırılması: 3 Tesla MRG ve histolojik inceleme*  
Barış BATUR, Tuncer KUTLU, Caner BAKICI, Hikmet ALTUNAY, Gözde YÜCEL TENKEKİ, Okan EKİM, Çağdaş OTO 149-157

### Olgu Sunumu / Case Report

- A case report of vaginal fibromyoma in a bitch  
*Bir köpekte görülen vajinal fibromiyom olgusu*  
Rabia Buse AKSU, Bahar GEZER, Çağla Nur KÜÇÜKBEKİR, Mehmet Fatih ÖZBEZEK, Zeynep GÜNAY UÇMAK, İsmail KIRŞAN, Aslıhan BAYKAL, Merve YILMAZ, Damla HAKTANIR, Funda YILDIRIM, Barış HALAÇ, Ayşe Ilgın KEKEÇ 158-163

### Derleme / Review

- Parazitlerin konak davranışlarına etkileri  
*Effects of parasites on host behavior*  
Elif Burcu GENÇAY TOPÇU, Cenk Soner BÖLÜKBAŞ 164-173

Yayın Koşulları / Instructions to Authors

Yayın Hakkı Bilgilendirme ve Yazarlık Formu / Copyright agreement and acknowledgement of authorship form

Etik Beyan Formu / Ethical Statement Form