

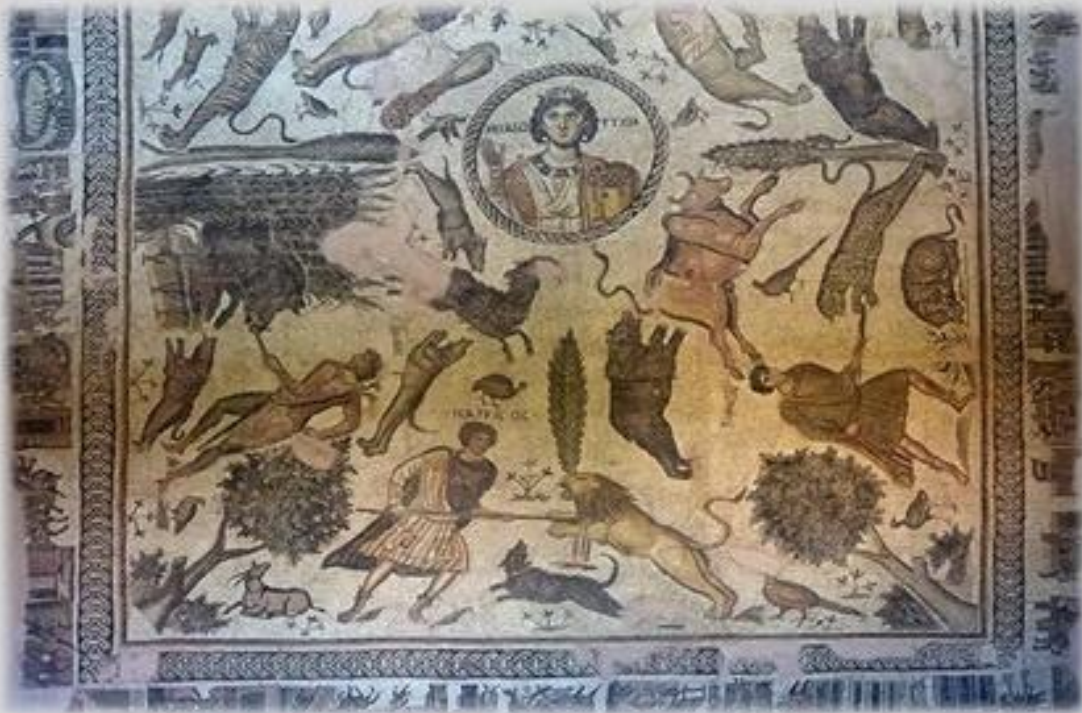
e-ISSN: 2979-9805



ANTAKYA VETERİNER

BİLİMLERİ DERGİSİ

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



2022: 1(1)

**THE JOURNAL
OF ANTAKYA VETERINARY SCIENCES**



Antakya Veteriner Bilimleri Dergisi

The Journal of Antakya Veterinary Science



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

Cilt/Volume:1

Sayı/Issue:1

Yıl/Year: 2022

Yılda iki defa yayınlanır/ *Published bi-annually*

Yayın Türü: Online- Süreli Yayın

Yayımlanma Tarihi/*Publication Date*: 26.12.2022

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

e-ISSN: 2979-9805

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

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

Baş Editör/ Chief Editor

Doç.Dr. Fırat DOĞAN

Editörler Kurulu:

Doç. Dr. FIRAT DOĞAN (Baş Editör)

Prof. Dr. Murat YÜKSEL

Dr. Öğr. Üyesi Kadriye Pınar AMBARCIOĞLU KISAÇAM

Dr. Öğr. Üyesi Serkan İrfan KÖSE

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Merve KÖSE

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali KISAÇAM

Dr. Öğr. Üyesi Nurdan Coşkun ÇETİN

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Zeki YILMAZ

Doç. Dr. Mehmet GÜVENÇ

Doç. Dr. İbrahim Ozan TEKELİ

Dr. Öğr. Üyesi Ece Koldaş ÜRER

Dr. Öğr. Üyesi Tuncer KUTLU

Mizanpaj Editörleri:

Arş. Gör. Oğuz Kaan YALÇIN

Arş. Gör. Muhammed ETYEMEZ

Arş. Gör. Baran ERDEM

Arş. Gör. Nazlıcan FİLAZİ

Dergi Kurulu:

Doç. Dr. Fırat DOĞAN,

Dr. Öğr. Üyesi Kadriye Pınar AMBARCIOĞLU KISAÇAM

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Merve KÖSE,

Dr. Öğr. Üyesi Tuncer KUTLU,

Prof. Dr. Fikret KARACA,

Doç. Dr. Cafer Tayyar ATEŞ,

Dr. Öğr. Üyesi Serkan İrfan KÖSE,

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

İçindekiler/ Contents

Araştırma Makalesi/Research Article

Farklı Büyüklükteki Süt İneği Çiftliklerinde Döl Verimi Parametrelerinin Belirlenmesi

Bülent GÜL, Fikret KARACA.....1-8

Araştırma Makalesi/Research Article

Investigation of DNA and RNA viruses from paraffin-embedded tissue blocks using molecular methods

Nüvit COŞKUN.....9-12

Derleme Makalesi/Review Article

Virusların Duyarlı Konak Hücreleri Enfekte Etmek İçin Kullandıkları Bazı Reseptörler

Oğuzhan KAPLAN.....13-22

Derleme/ Review Article

Economic development opportunities and general structure of livestock production in Somalia

Abdinasir Hassan MOHAMUD, Burak MAT, Mustafa Bahadır ÇEVİRİMLİ.....23-32

Derleme/ Review Article

Artificial Intelligence in Medicine and Veterinary Medicine

Özge Sevinç KORKMAZ, AKAR Yakup YILDIRIM.....33-39

Derleme/ Review Article

Van ili hayvancılığının mevcut durumu

Ömer GEZGİNÇ.....40-52

Derleme/ Review Article

Veteriner hekimlikte diyabetik kardiyomiyopati

Ülfet TANDOĞAN, Hande SOYLU, Banu DOKUZEYLÜL, Remzi GÖNÜL, M. Erman OR.....53-57

Araştırma makalesi / Research article



Farklı büyüklükteki süt ineği çiftliklerinde döl verimi parametrelerinin belirlenmesi

Bülent GÜL^{1a*}, Fikret KARACA^{2b}

¹Osmaniye Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Osmaniye – Türkiye

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama Ana Bilim Dalı, Hatay – Türkiye



Determination of fertility parameters in different sized dairy farms

Abstract:

The present study was conducted to determine the fertility parameters of animals in different sizes of dairy cattle farms. The study was carried out by following the fertility records of 183 head heifers and cows aged between 1-10 years in 5 dairy cattle farms (A, B, C, D, E) that are members of the Osmaniye Cattle Breeders' Association. The numbers of animals in the enterprises were respectively 14, 30, 38, 45, and 56. The first observed heat age (FOHA), the first artificial insemination age (FAIA), the first calving age (FCA), service period (SP), calving interval (CI), the number of insemination per pregnancy (NIPP), first heat after calving (FHAC), first insemination after calving (FIAC), pregnancy rate to first insemination (PRFI), pregnancy rate (PR) and the period of gestation (PG) were evaluated regarding the fertility characteristics. The values of the FOHA (month), FAIA, FCA, and PG in pregnant heifers are recorded as 9.67, 505.4, 782.8 and 277.2, 9, 550.5, 837.0 and 277.7, 8.8, 525.2, 806.9 and 277.0, 10.8, 587.7, 870.6 and 275.6, 12.1, 615.3, 906.6 and 276.5 days respectively in A, B, C, D and E farms. The values of FAIA (day) and FOHA (month) in non-pregnant heifers were determined as 541.8 and 10.20 (B), 512.7 and 10.2 (C), 562.5 and 10.9 (D), 568.5 and 12.2 (E), respectively. The values of the PG, FHAC, and FIAC in pregnant cows in those farms are calculated respectively as follows: 274.3, 59.9, and 82.6, 278.8, 45.4 and 60.3, 275.5, 26.1 and 94.3, 278.8, 47.5 and 88.3, 276.7, 64.8 and 86.0 days. The variation in the values of the PG, FHAC, and FIAC in pregnant cows among the farms is considered significant. The values of the FHAC and FIAC in non-pregnant cows in farms B, C, D, and E are measured as 40.00 and 62.8, 33.3 and 85.6, 52.0 and 84.2, 68.2 and 91.1 days, respectively. No variation is observed in the values of the FHAC and FIAC among those farms. The highest number of insemination per each pregnancy is determined in farm E (1.8) and the lowest rate is determined in D (1.2). The average rate of getting pregnant at the first insemination in cows and heifers is 44.6 and 74.5 in total. As a result, there are no significant deviations in the fertility measures in general among the farms where the study was conducted and it is considered that the fertility parameters in the farms examined in the Osmaniye region are acceptable in the region and country conditions.

Keywords: Fertility Parameters, Dairy farm, Heifer, Cow

MAKALE BİLGİSİ/ARTICLE INFORMATION:

Geliş / Received:

20.10.2022

Revizyon/Revised:

18.11.2022

Kabul / Accepted:

01.12.2022

ORCID:

^a 0000-0002-8652-0044

^b 0000-0002-1765-4655

Farklı büyüklükteki süt ineği çiftliklerinde döl verimi parametrelerinin belirlenmesi

Özet:

Çalışma, farklı büyüklükteki süt sığırcılıklarında barındırılan hayvanların döl verimi parametrelerini belirlemek amacıyla yapıldı. Araştırmada, Osmaniye Damızlık Sığırcılık Yetiştiriciler Birliği'ne üye 5 süt sığırcılığı işletmesinde (A, B, C, D, E) 1-10 yaş aralığındaki 183 baş düve ve ineğin döl verimi kayıtları takip edildi. İşletmelerdeki hayvanların sayıları sırasıyla 14, 30, 38, 45 ve 56 düve ve inekten oluşmaktaydı. Döl verim özelliklerinden ilk kızgınlık gösterme yaşı (İKGY), damızlıkta ilk kullanma yaşı (DİKY), ilk buzağılama yaşı (İBY), servis periyodu (SP), buzağılama aralığı (BA), gebelik süresi (GS), gebelik başına tohumlama sayısı (GBTS), ilk tohumlamada gebelik oranı (İTGO), buzağılama sonrası ilk kızgınlık (BSİK), buzağılama sonrası ilk tohumlama (BSİT) ve gebe kalma oranları (GKO) değerlendirildi. A, B, C, D ve E çiftliklerindeki gebe düvelerin İKGY (ay), DİKY, İBY ve GS değerleri sırasıyla 9.67, 505.4, 782.8 ve 277.2; 9, 550.5, 837.0 ve 277.7; 8.8, 525.2, 806.9 ve 277.0; 10.8, 587.7, 870.6 ve 275.6; 12.1, 615.3, 906.6 ve 276.5 gün olarak kaydedildi. Çiftliklerdeki gebe olmayan düvelerde DİKY (gün) ve İKGY (ay) değerleri sırasıyla 541.8 ve 10.2 (B), 512.7 ve 10.2 (C), 562.5 ve 10.9 (D); 568.5 ve 12.2 (E) olarak tespit edildi. A, B, C, D ve E çiftliklerindeki gebe ineklerde GS, BSİK ve BSİT değerleri sırasıyla 274.3, 59.9 ve 82.6, 278.8, 45.4 ve 60.3, 275.5, 26.1 ve 94.3, 278.8, 47.5 ve 88.3, 276.7, 64.8 ve 86.0 gün olarak belirlendi. GS, BSİK ve BSİT değerleri bakımından işletmeler arasındaki farklılıklar gebe ineklerde önemli bulundu. B, C, D ve E işletmelerde gebe olmayan ineklerde BSİK ve BSİT değerleri sırasıyla 40.00 ve 62.8, 33.3 ve 85.6, 52.0 ve 84.2, 68.2 ve 91.1 gündü. BSİK ve BSİT değerleri bakımından işletmeler arasında farklılık gözlenmedi. Gebelik başına tohumlama sayısı en yüksek E işletmesinde (1.8), en düşük D işletmesinde (1.2) saptandı. Çiftliklerdeki inek ve düvelerde ilk tohumlamada ortalama gebelik oranı %44.6, toplam gebelik oranı ise %74.5 olarak kaydedildi. Sonuç olarak çalışmanın yürütüldüğü işletmelerde genel olarak döl verimi ölçütlerinde önemli sapmaların olmadığı, Osmaniye bölgesinde incelenen çiftliklerdeki döl verimi parametrelerinin bölge ve ülkemiz şartları için kabul edilebilir nitelikte olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Döl verimi parametreleri, Süt sığırcılığı, Düve, İnek

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: fikretkr58@hotmail.com

How to cite this article: Gül B ve Karaca F (2022). Farklı Büyüklükteki Süt İneği Çiftliklerinde Döl Verimi Parametrelerinin Belirlenmesi. *Antakya Vet. Bil. Derg.*,1(1),1-8



Giriş

Ülkemizde sığır yetiştiriciliği genel olarak ekstansif ve entansif olarak yapılmakta olup sığır varlığı, işletme büyüklüğü ve üretim miktarı bakımından bölgesel farklılıklar bulunmaktadır. Büyük ölçekli sığır işletmeleri, gelişim düzeyi yüksek bölgelerde yoğunluktadır (Akbulut ve ark., 1992). Süt sığırı yetiştiriciliğinde her inekten yılda bir yavru alınması hedeflenir. Bu hedefe ulaşılması ve işletmenin ekonomik sürdürülebilirliğinde sürü yönetiminin iyi ve döl verimi parametrelerin standart değerler içerisinde olması önemlidir. Düveler ilk buzağılamaya kadar, işletmeler için gelir girdisine bir katkı sağlamazlar. Süt sığırı yetiştiriciliğinde yüksek süt verimi ve devamlılık esastır. Bu hedeflere ise ancak döl veriminin optimal sınırlar içerisinde elde edilmesiyle ulaşılabilir (Kumlu ve Akman, 1999). Düvelerde ilk kızgınlık yaşı üreme organlarının gelişiminin tamamlandığı, seksüel davranış ve fonksiyonların kazanıldığı yaş olarak tanımlanır. Pubertas ile birlikte ilk östrüs belirtileri görülmeye başlar (Sönmez, 2016). Hayvanların ilk aşımaları veya tohumlanması ise düvelerin ergin canlı ağırlıklarının %70-75'ine ulaştıklarında yapılması önerilmektedir (Uygur, 2004; Daşkın, 2005). Pirlo ve ark. (2000), ilk buzağılama yaşını hayvanın gelişmesinde, yaşam boyu veriminde ve kondisyonunda sorun yaratmayacak en erken yaş olarak tanımlamaktadır. Holştaynlarda ilk buzağılama yaşının 26-29.8 ay arasında değiştiği kaydedilmektedir (Zarnecki ve ark., 1991; Bakır ve Çetin, 2003; Nilforooshan ve Edriss, 2004; Galiç ve ark., 2005; Sehar ve Özbeyaz, 2005; Bayrıl ve Yılmaz, 2010). Servis periyodu, buzağılama zamanından yeni bir gebeliğe kadar geçen zaman olarak ifade edilmektedir (Ata, 2013). İnekler için optimal servis sürenin 60-90 gün olduğu, yüksek süt verimli ineklerde 120 güne kadar kabul edilebileceği kaydedilmektedir (Şekerden ve Özkütük, 2000; Ata, 2013; Sönmez, 2016). Servis periyodunun optimum olabilmesi buzağılama sonrası bakım ve beslemeye, uterusun involüsyon süresine ve enfeksiyon durumuna, östrüs tespitine ve uygun zamanda tohumlanmasına bağlıdır (Uygur, 2004; Alpan ve Aksoy, 2009).

İneklerde buzağılama aralığı, iki buzağılama arası geçen süredir. Buzağılama aralığının süt sığırıcılığında 12 ay olması idealdir (Kaya ve ark., 1998; Ata, 2013). Bu süre servis periyodu ve gebelik süresine bağlı olarak değişebilmektedir (Akman, 1998; Şahin ve Ulutaş, 2010). Yüksek süt verimine sahip ineklerde buzağılama aralığı uzamaktadır, bu sürenin 13 ayı geçmesi istenmemektedir (Uygur, 2004; Daşkın, 2005; Ata, 2013). Bir ineğin gebe kalması için yapılan tohumlama sayısı, suni tohumlama indeksi ya da gebelik başına düşen tohumlama sayısıdır (Ata, 2013). İdeal suni tohumlama indeksinin 1.65'i geçmemesi gerektiği bildirilmektedir (Daşkın, 2005; Sönmez, 2016). Normal buzağılayan ineklerde, ovaryumların FSH ve LH'ya cevap vermesi 30 günlük bir süreyle

gerektirmektedir. Doğum sonrası ilk östrüste, östrüs davranışları zayıf olmakta ya da belirlenmemektedir. Genellikle doğum sonrası 50-55. günler arasında östrüs belirtileri görülebilmektedir (Daşkın, 2005). İdeal buzağılama aralığına ulaşabilmek için, tohumlamaların buzağılamadan sonra mümkün olduğu kadar erken başlatılması gerekmektedir, buzağılama sonrası ilk tohumlamanın 60-75. gün civarında yapılması yüksek gebelik oranı sağlamaktadır (Uygur, 2004; Daşkın, 2005; Bulut, 2012; Ata, 2013). Doğum sonrası ilk tohumlamalarını takiben gebe kalan hayvanların sayısının, tohumlanan tüm ineklerin sayısına oranı, ilk tohumlamada gebe kalma oranı olarak tanımlanmaktadır ve bu oranın % 60-70 olması istenmektedir (Şekerden ve Özkütük, 2000; Uygur, 2004). Toplam gebelik oranı ise sürüde buzağılama sonrası 90 gün içerisinde yapılan tüm tohumlamalar sonucu gebe kalan ineklerin, toplam inek sayısına oranını belirtmekte olup bu oranın % 85 olması istenilmektedir (Alpan ve Aksoy, 2009; Sönmez, 2016). Gebelik süresi sığırlarda ortalama 279-290 gün olarak kaydedilmektedir (Alaçam, 2001). Süt sığırı yetiştiriciliğinde, döl verimi parametreleri standart değerlere ulaşmadığında işletmenin rekabet gücü ve kârlılığı azalır (Kumuk ve ark., 1999). Dolayısıyla, sütçü sığırı işletmelerinde döl verim ölçütlerinin bilinmesi, yönetilmesi ve değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Çalışmada süt sığırıcılığı işletmelerinde temel öneme sahip döl verimi parametrelerinin Osmaniye Damızlık Sığır Yetiştiriciler Birliği'ne üye beş farklı çiftlikte değerlendirilmesi ve farklı ölçekli işletmelerde döl verimi yönünden mevcut durumunun ortaya konması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler

Çalışma, Osmaniye Damızlık Sığır Yetiştiriciler Birliği'ne üye 5 farklı süt ineği işletmesinde 2015-2016 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü işletmeler, hayvanların sayılarına göre A (n=14), B (n=30), C (n=38), D (n=45) ve E (n=56) olarak gruplandırıldı. Hayvanların döl verim parametreleri işletmelerle görüşülerek ve Damızlık Sığır Yetiştiriciler Birliği'nden alınan kayıtlara dayalı olarak belirlendi. Materyal olarak döl verim kayıtları tutulan, yaşları 1-10 arasında değişen 183 baş Holştayn ırkı düve ve inek kullanıldı. Çalışmada kullanılan hayvanlar açık tip ahırlarda barındırılmakta, sağımlar otomatik sağım makinaları ile yapılmakta ve suni tohumlama uygulanmaktaydı. Çalışmanın her işletmedeki hayvanlar için bireysel takip çizelgesi oluşturuldu ve aylık ziyaretlerle döl verim parametreleri kaydedildi. Döl verim parametreleri olarak; ilk kızgınlık gösterme yaşı (İKG), damızlıkta ilk kullanım yaşı (DİKY), ilk buzağılama yaşı (İBY), servis periyodu (SP), buzağılama aralığı (BA), gebelik başına tohumlama sayısı (GBTS), buzağılama sonrası ilk kızgınlık gösterme zamanı (BSİK), buzağılama sonrası



ilk tohumlama zamanı (BSİT), ilk tohumlamada gebelik oranı (İTGO), toplam gebe kalma oranı (TGO) ve gebelik süreleri (GS) incelendi. İneklerde buzağılama sonrası ilk tohumlamada gebe kalan ineklerin oranı, düvelerde ise kızgınlık sonrası ilk tohumlamada gebe kalan düvelerin oranı ile gebelik oranı aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplandı;

SP (Servis Periyodu) = Buzağılama tarihi ile buzağılamayı takip eden gebe kalma tarihi arasındaki süre (gün)

BA (Buzağılama Aralığı) = Buzağılama tarihi ile bir sonraki buzağılama tarihi arasındaki süre (gün)

GBTS (Gebelik Başına Tohumlama Sayısı) = (Toplam tohumlama sayısı / Tohumlanan gebe inek sayısı) x 100

İTGO (%) = (İlk tohumlamada gebe kalan inek ya da düve sayısı / Tohumlanan tüm inek ya da düve sayısı) x 100

Gebelik Oranı (%) = (Gebe olan inek sayısı / Sürüdeki toplam inek sayısı) x 100 (Uygur 2004, Ata 2013, Tekin ve Daşkın 2016)

İstatistiksel Analizler: Çalışmanın istatistik analizlerinde SPSS 22.0 paket programı kullanıldı. Araştırmada döl verimi parametreleri ortalama gün, ay ve yüzde olarak belirlendi. Döl verim özellikleri bakımından işletmeler arasında farklılık olup olmadığı Tek Yönlü Varyans Analizi ile belirlendi, grupların karşılaştırılmasında Duncan testi kullanıldı. Verileri sayımla elde edilen özellikler Ki-Kare Bağımsızlık Testi yapılarak belirlendi. İstatistiki önem P<0.05 olarak kabul edildi.

Bulgular

Düvelere Ait Döl Verim Özellikleri

Çiftliklerdeki düvelerde ortalama İKGY ve DİKY değerleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Çiftliklerdeki düvelerde elde edilen ortalama (±sh) İKGY ve DİKY değerleri.

Özellikler	Çiftlikler					Ortalama
	A	B	C	D	E	
İKGY (Ay)	9.7±0.2 ^c (n=7)	9.4±0.3 ^c (n=15)	9.6±0.3 ^c (n=21)	10.8±0.2 ^b (n=24)	12.1±0.2 ^a (n=28)	10.5±0.2 (n=95)
DİKY (Gün)	505.43±15 ^b (n=6)	547.6±14.9 ^{ab} (n=7)	518.1±10.8 ^b (n=9)	580.3±10.4 ^a (n=16)	594.9±17.0 ^a (n=15)	558.8±7.2 (n=53)

^{abc}Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05). İKGY: İlk kızgınlık gösterme yaşı, DİKY: Damızlıkta ilk kullanma yaşı.

Düvelerde İKGY ortalama 10.5 ay, DİKY ise 558.8 gün olarak saptandı. Bu özellikler bakımından çiftlikler arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemlidir (P<0.001).

Çiftliklerdeki gebe düvelerde elde edilen İKGY ve DİKY parametreleri Tablo 2'de gösterilmiştir. Gebe düvelerde İKGY, DİKY, İBY ve BSİK gösterme zamanları bakımından işletmeler arasındaki farklılıkların önemli olduğu gözlemlendi (P<0.05)

Tablo 2. Çiftliklerdeki gebe düvelerde elde edilen bazı döl verimi parametrelerinin ortalama (±sh) değerleri.

Özellikler	Çiftlikler					Ortalama
	A	B	C	D	E	
İKGY (Ay)	9.67±0.2 ^c (n=6)	9.0±0.3 ^{cd} (n=10)	8.8±0.3 ^d (n=9)	10.8±0.2 ^b (n=17)	12.1±0.2 ^a (n=14)	10.3±0.2 (n=56)
DİKY (Gün)	505.4±14.5 ^c (n=6)	550.5±19.7 ^{ab} (n=10)	525.2±18.1 ^{bc} (n=9)	587.7±14.1 ^{ab} (n=16)	615.3±27.1 ^a (n=14)	568.2±10.3 (n=55)
İBY (Gün)	782.8±14.0 ^c (n=3)	837.0±21.1 ^{bc} (n=9)	806.9±20.9 ^{cb} (n=9)	870.6±14.8 ^{ab} (n=16)	906.6±26.5 ^a (n=10)	853.0±10.7 (n=47)
GS (Gün)	277.2±1.9 (n=3)	277.7±0.9 (n=9)	276.5±0.8 (n=9)	275.6±1.2 (n=10)	276.5±0.9 (n=10)	276.5±0.5 (n=41)
BSİK (Gün)	41.7±1.7 ^b (n=1)	44.0±2.8 ^b (n=6)	30.6±2.7 ^c (n=9)	39.8±1.6 ^b (n=9)	52.9±3.2 ^a (n=8)	42.4±1.5 (n=33)

^{abc}Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

İneklere Ait Döl Verim Özellikleri

Tablo 3'de çiftliklerdeki tüm gebe ineklerde ortalama gebelik süresi, buzağılama sonrası ilk kızgınlık gösterme zamanı ve buzağılama sonrası ilk tohumlama zamanları verildi, bu değerler sırasıyla 277.2, 50.0 ve 82.9 gün olarak tespit edildi.

Tablo 3. Çiftliklerdeki gebe ineklere ait bazı döl verimi parametreleri (ortalama ± sh).

Özellikler	Çiftlikler					Ortalama
	A	B	C	D	E	
GS (Gün)	274.3±3.1 ^b (n=5)	278.8±0.9 ^a (n=15)	275.5±0.9 ^{ab} (n=14)	278.8±1.1 ^a (n=19)	276.7±0.7 ^{ab} (n=25)	277.2±0.5 (n=78)
BSİK (Gün)	59.1±11.2 ^{ab} (n=6)	45.4±2.1 ^b (n=15)	26.1±1.9 ^c (n=14)	47.5±3.0 ^{ab} (n=19)	64.8±6.5 ^a (n=26)	50.0±2.8 (n=80)
BSİT (Gün)	82.6±7.2 ^a (n=6)	60.3±4.0 ^b (n=15)	94.3±5.7 ^a (n=14)	88.3±6.2 ^a (n=19)	85.1±9.3 ^a (n=26)	82.9±2.9 (n=80)
SP (Gün)	112.4±29.7 (n=6)	81.3±9.6 (n=15)	133.4±28.6 (n=14)	90.1±6.1 (n=19)	113.7±9.3 (n=26)	105.6±6.8 (n=80)
BA (Gün)	369.5±28.3 (n=5)	367.7±8.4 (n=14)	432.7±26.9 (n=14)	417.4±32.9 (n=19)	409.1±17.0 (n=26)	404.1±10.1 (n=78)

^{abc}Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05). BA: Buzağılama Aralığı, GS: Gebelik Süresi, BSİK: Buzağılama Sonrası İlk Kızgınlık, BSİT: Buzağılama Sonrası İlk Tohumlama Zamanı, SP: Servis Periyodu

Bu özellikler bakımından çiftlikler arasındaki farklılıklar önemli (P<0.05) iken buzağılama aralığı ve servis periyodu süreleri bakımından farklılık önemsizdi. Gebe olmayan ineklerde belirlenen buzağılama sonrası ilk kızgınlık gösterme ve buzağılama sonrası ilk tohumlama süreleri bakımından çiftlikler arasında farklılık önemsizdi (Tablo 4).



Tablo 4. Çiftliklerdeki gebe olmayan ineklere ait ortalama (\pm sh) BSİK ve BSİT değerleri.

Özellikler	Çiftlikler				Ortalama
	A	C	D	E	
BSİK	40.0 \pm 0.9	33.3 \pm 6.7	52.0 \pm 12.0	68.2 \pm 17.5	54.4 \pm 9.7
(Gün)	(n=1)	(n=3)	(n=2)	(n=6)	(n=10)
BSİT	62.8 \pm 0.9	85.6 \pm 3.4	104.2 \pm 21.4	91.1 \pm 16.2	89.6 \pm 8.7
(Gün)	(n=1)	(n=3)	(n=2)	(n=6)	(n=10)

P>0.05, BSİK: Buzağılama sonrası ilk kızgınlık, BSİT: Buzağılama sonrası ilk tohumlama.

İnek ve Düvelere Ait Döl Verim Özellikleri

Çiftliklerdeki gebe inek ve düvelerin GS ve BSİK gösterme zamanları Tablo 5’de görülmektedir. Çiftliklerdeki tüm gebe hayvanların ortalama gebelik süresi 276.9 gün, buzağılama sonrası ilk kızgınlık gösterme zamanının 46.9 gün olduğu tespit edildi. Buzağılama sonrası ilk kızgınlık gösterme zamanları bakımından işletmeler arasında farklılıklar önemliydi (P<0.001). Çiftliklerde düvelerin ve ineklerin gebelik başına tohumlama sayıları sırasıyla Tablo 6, 7 ve 8’de verilmiştir.

Tablo 5. Çiftliklerdeki gebe inek ve düvelerin ortalama (\pm sh) GS ve BSİK gösterme zamanları.

Özellikler	Çiftlikler					Ortalama
	A	B	C	D	E	
GS (Gün)	275.6 \pm 1.9	278.4 \pm 0.6	275.9 \pm 0.6	277.3 \pm 0.8	276.6 \pm 0.6	276.9 \pm 0.3
	(n=8)	(n=24)	(n=23)	(n=29)	(n=35)	(n=119)
BSİK (Gün)	51.5 \pm 6.4 ^{ab}	44.8 \pm 1.6 ^b	27.8 \pm 1.6 ^c	43.9 \pm 1.9 ^b	60.8 \pm 4.5 ^a	46.9 \pm 1.8
	(n=7)	(n=21)	(n=23)	(n=29)	(n=34)	(n=114)

^{abc}: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamlar arasındaki fark önemlidir (P<0.05). GS: Gebelik süresi, BSİK: Buzağılama sonrası ilk kızgınlık.

Tablo 6. Çiftliklerdeki toplam gebe hayvanlarda elde edilen gebelik başına tohumlama sayıları.

Çiftlikler	Toplam Gebe Hayvan Sayısı	Toplam Tohumlama Sayısı	Gebelik Başına Tohumlama Sayısı
A	14	19	1.36 ^b
B	30	44	1.47 ^c
C	38	57	1.50 ^d
D	45	57	1.27 ^a
E	56	101	1.80 ^e
Toplam	183	278	Ortalama: 1.50

^{abcde}: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

Tablo 7. Çiftliklerdeki gebe düvelerde elde edilen gebelik başına tohumlama sayıları.

Çiftlikler	Düve Sayısı	Toplam Tohumlama Sayısı	Gebelik Başına Tohumlama Sayısı
A	7	8	1.14
B	15	17	1.13
C	21	26	1.24
D	24	30	1.25
E	24	29	1.21
Toplam	91	110	Ortalama: 1.20

: (P>0.05).

Tablo 8. Çiftliklerdeki gebe ineklerde elde edilen gebelik başına tohumlama sayıları

Çiftlikler	İnek Sayısı	Toplam Tohumlama Sayısı	Gebelik Başına Tohumlama Sayısı
A	7	11	1.57 ^{ab}
B	15	26	1.73 ^{ab}
C	17	31	1.82 ^{ab}
D	21	27	1.29 ^a
E	32	72	2.25 ^b
Toplam	92	167	Ortalama: 1.81

^{ab}Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

Çiftliklerdeki gebelik başına tohumlama sayısı en yüksek E işletmesinde iken en düşük tohumlama sayısı D işletmesinden elde edildi. Çiftliklerdeki ilk tohumlamada gebe kalma oranı Tablo 9’da; düvelerde ilk tohumlamada gebe kalma oranı Tablo 10’da ve ineklerde ilk tohumlamada gebe kalma oranı Tablo 11’de verilmiştir. Beş çiftlikteki toplam hayvanlarda ilk tohumlamada gebe kalma oranı %44.6 olarak belirlendi. İlk tohumlamada gebe kalma oranı bakımından A, B, C, D çiftliklerinde farklılık saptanmadı. E çiftliği ise diğer çiftliklere kıyasla daha yüksek gebelik oranına sahip bulundu (P<0.01). Toplam gebelik oranı bakımından çiftlikler arasında farklılığın önemli olmadığı gözlemlendi (Tablo 12).

Tablo 9. Çiftliklerdeki inek ve düvelerde ilk tohumlamada gebe kalma oranları.

Çiftlikler	İlk Tohumlamada Gebe		İlk Tohumlamada Gebe Kalma Oranı (%)
	Kalan Düve Sayısı	Gebe Kalmayan Düve	
A	11	8	57.9 ^a
B	21	23	47.7 ^a
C	27	30	47.4 ^a
D	35	21	62.5 ^a
E	30	72	29.4 ^b
Toplam	124	154	Ortalama: 44.6

^{ab}Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

Tablo 10. Çiftliklerdeki düvelerde ilk tohumlamada gebe kalma oranları.

Çiftlikler	İlk Tohumlamada Gebe		İlk Tohumlamada Gebe Kalma Oranı (%)
	Kalan Düve Sayısı	Gebe Olmayan Düve Sayısı	
A	6	2	75.0
B	13	5	72.2
C	17	9	65.4
D	18	12	60.0
E	19	10	65.5
Toplam	73	38	Ortalama: 67.6

: (P>0.05).



Tablo 11. Çiftliklerdeki ineklerde ilk tohumlamada gebe kalma oranı

Çiftlikler	İlk Tohumlamada	İlk Tohumlamada	İlk Tohumlamada
	Gebe Kalan DÜVE	Gebe Kalmayan DÜVE	
	Sayısı	Sayısı	
A	5	6	45.5
B	8	18	30.8
C	10	21	32.3
D	16	11	59.3
E	12	60	16.7
Toplam	51	116	Ortalama: 36.9

: (P>0.05).

Tablo 12. Çiftliklerdeki hayvanlarda elde edilen gebelik oranı

Çiftlikler	Gebe Hayvan Sayısı	Gebe Olmayan Hayvan		Gebelik Oranı (%)
		Sayısı		
A	13	1		86.7
B	25	5		83.3
C	23	15		60.5
D	36	9		80.0
E	40	16		71.4
Toplam	137	46		Ortalama: 74.5

: (P>0.05).

Tartışma

Mevcut çalışmada düvelerde 10.5 ay olarak belirlenen ortalama ilk kızgınlık gösterme yaşı, Holştayn ırkı düvelerde çalışan araştırmacıların bulguları ile uyumluydu (Çoyan ve Tekeli, 1996; Uygur, 2004; Sönmez, 2016). İlk kızgınlık gösterme yaşları bakımından çiftlikler arasında görülen farklılıkların bakım ve beslenme, vücut ağırlığı, iklim ve stres gibi bir çok etkene bağlı olduğu, özellikle bakım ve beslenmenin yetersiz olması durumunda pubertasin 24 aya uzayabileceği bildirilmektedir (Çoyan ve Tekeli, 1996).

Çiftliklerde damızlıkta ilk kullanma yaşı ortalama 558.8 gün olarak saptandı. Bu süre; Özçakır ve Bakır (2003), Muir ve ark. (2004), Sehar ve Özbeyaz (2005), Koçak ve ark. (2007)'nin Holştayn düvelerde bildirdikleri sürelerden yüksek, Kaygısız (1995), Bakır ve Çetin (2003), Akkaş ve Şahin (2007), Kopuzlu ve ark. (2008)'nin bildirdikleri değerlerden düşük, Şahin ve Ulutaş (2010), Şekerden ve Aydın (1992), Duru ve Tuncel (2002), Tuna ve ark. (2007) ve Aslan ve Altınel (1992) ile benzer bulundu. Bu farklılıkların özellikle düvelerin büyüme dönemindeki iklim, çevre, bakım ve beslemesi ile yönetimsel farklılıklardan kaynaklı olabileceği düşünüldü.

Araştırmada ortalama 853.0 gün olarak kaydedilen ilk buzağılama yaşı, Holştayn düvelerde Kumlu ve ark. (1991), Pelister ve ark. (2000) ve Teke ve Murat (2013)'in bildirdikleri değerlerden kısa, Bayril ve Yılmaz (2010), Koç (2017), Özçakır ve Bakır (2003), Galiç ve ark. (2005), Sehar ve Özbeyaz (2005), Koçak ve ark. (2007) ve Parlak ve Kandır (2015)'dan uzun ve

Bakır ve ark.(1994), Kaygısız (1995), Kumlu ve Akman (1999), Tuna ve ark. (2007), Özkök ve Uğur (2007), Akkaş ve Şahin (2007) ve Sarar ve Tapkı (2017) kaydettikleri veriler ile paralel bulundu. Çalışmamızda ilk buzağılama yaşındaki uzamanın ilk tohumlama yaşındaki gecikme ile uyumlu olduğu görülmektedir. Dolayısıyla çiftlikler arasındaki farklılıkların, damızlıkta ilk kullanma yaşı, yönetim, bakım ve besleme gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Koç ve ark., 2007).

Çalışmada ortalama gebelik süresi düvelerde ortalama 276.5 gün, ineklerde 277.2 gün olarak kaydedildi. Elde edilen ortalama gebelik süreleri, Hafez ve Hafez (2000) kaydettiği ortalama gebelik süresi ile benzerdi. Ayrıca ülkemizde farklı iklim ve çevre şartlarında barındırılan Siyah Alaca ineklerde tespit edilen sürelerle de uyumlu olduğu gözlemlendi (Akbulut ve ark., 1992; Bakır ve ark., 1994; Gündal ve ark., 1996; Duru ve Tuncel, 2002; Sehar ve Özbeyaz, 2005).

Çiftliklerde buzağılama sonrası ilk östrus gösterme zamanının ortalaması 46.9 gün olarak tespit edildi. Sütçü ineklerde doğum sonrası ilk ovulasyonun 13-26. gün arasında gerçekleştiği ancak çoğunlukla östrüs belirtilerinin gözlenmediği, kızgınlık belirtilerinin gözlemlendiği ilk östrüslerin 30-72. günler arasında belirlenebileceği ifade edilmektedir (Öcal, 2010). Araştırmacının yürüttüğü çiftliklerde doğum ilk östrüs gösterme sürelerinin fizyolojik sınırlar içerisinde gerçekleştiği saptandı. Çiftlikler arasındaki farklılıkların yönetim, doğum öncesi ve sonrası bakım ve besleme, östrüs takibi, yüksek süt verimi ve mevsim gibi faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada buzağılama sonrası ilk tohumlama zamanının 60.3-94.3 günler arasında değiştiği, ortalamasının 82.9 gün olduğu belirlendi. Bu süre, Özcan ve Altınel (1995) ve Gündal ve ark. (1996) bildirdikleri değerlerden yüksek; Çilek (2009) ve Kaya ve Bardakçioğlu (2016) belirttikleri sürelerden düşük; Varışlı ve Tekin (2011) ve Müller ve ark. (2015) ile benzerdi.

Çalışmada servis periyodu ortalama 117.4 gün olarak belirlendi. Servis periyodu süresi bazı araştırmacılar tarafından daha kısa (Özcan ve Altınel 1995; Kumlu ve Akman, 1999; Kopuzlu ve ark., 2008; Şahin ve Ulutaş, 2011; Arslan ve Çak, 2012; Parlak ve Kandır, 2015; Kaya ve Bardakçioğlu, 2016) iken, bazı araştırmacılar ile yakındı (Sehar ve Özbeyaz, 2005; Tahtabiçen 2008; Bayril ve Yılmaz, 2010; Özyurt, 2015).

Çalışmada hayvanlarda ilk tohumlamada ortalama %44.6 olarak kaydedilen gebelik oranı, Özcan ve Altınel (1995), Türk (2010), Varışlı ve Tekin (2011) ve Müller ve ark. (2015) kaydettikleri oranlarla paraleldi. Uygur (2004) ilk tohumlamada olması gereken gebelik oranının %60 olduğunu %55'ten düşük oranların sorunlu olduğunu kaydetmektedir. Tekin ve Daşkın (2016) ise postpartum ilk tohumlamada gebelik oranının %



45'in üzerinde olması gerektiğini ifade etmektedirler. Doğumdan sonra gerçekleştirilen ilk tohumlamaların başarısı, sürü yönetimi, bakım ve besleme, ineğin sağlık durumu, östrüs tespiti, tohumlama zamanı, sperma kalitesi, yetiştirici, tohumlama tecrübesi ve ineğin yaşı gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir.

Çalışmada %74.5 olarak belirlenen ortalama gebelik oranı, Aslan ve Altınel (1992) ve Orman (2003)'ün bildirdiği değerlerden daha düşük, Özcan ve Altınel (1995), Karakaş (1996), Rocha ve ark. (2001) ve Mayne ve ark. (2002)'nin bildirdikleri oranlarla benzerdi. Sonuçlar arası farklılıkların sürü yönetimi, bakım-besleme, süt verimi, östrüs takibi ve suni tohumlama yöntemine bağlı olabileceği düşünülmektedir (Nebel ve McGilliard, 1993; LeBlanc, 2010).

Çalışmada gebelik başına tohumlama sayısı 1.36-1.80 arasında değişmektedir. Suni tohumlama indeksi ortalama 1.47 olarak belirlendi. Holştayn ineklerde gebelik başına tohumlama sayısının 1.32-2.38 arasında olduğu belirtilmektedir (Özcan ve Altınel, 1995; Atay ve ark., 1996; Kaygısız, 1997; Tekeli ve ark., 1998; Duru ve Tuncel, 2002; Salem ve ark., 2006; Brickell ve ark., 2009; Sabuncuoğlu ve ark., 2014; Göncü ve ark., 2015). Tüm çiftliklerdeki toplam inek ve düveler ayrı olarak değerlendirildiğinde, gebelik başına tohumlama sayıları sırasıyla 1.19 ve 1.73 olarak elde edildi. Zi ve ark. (2003), gebelik başına tohumlama sayısını Holştayn düvelerde 1.50, ineklerde ise 1.74 olarak kaydetmişlerdir. Tekin ve Daşkın (2016), gebelik başına tohumlama sayısını ineklerde ortalama 1.65, Kumuk ve ark. (1999) ise Siyah- Alaca ineklerde yürüttükleri çalışmada gebelik başına tohumlama sayısını 1.10-2.11 arasında değiştiğini bildirmektedirler.

Çalışmada elde edilen buzağılama aralığı ortalama 404.1 gün olarak kaydedildi. Verilerimiz literatür ile benzer saptandı (Kumlu ve Akman, 1999; Bakır ve Çetin, 2003; Sehar ve Özbeyaz, 2005; Salem ve ark., 2006; Özkök ve Uğur, 2007; Kocak ve ark., 2008; Tahtabiçen, 2008; Çilek, 2009; Bayrıl ve Yılmaz, 2010; Şahin ve Ulutaş, 2010; Parlak ve Kandir, 2015).

Düvelerde ilk kızgınlık gösterme yaşının tüm çiftliklerde optimal sınırlar içerisinde olduğu gözlemlendi. Düvelerde ortalama damızlıkta ilk kullanma yaşının, ideal üst sınırın (14-16 ay) 2.6 ay üzerinde olduğu tespit edildi. Düvelerde ortalama ilk buzağılama yaşı, damızlıkta ilk kullanma yaşındaki gecikme ile uyumlu olarak Hoştayn ırkı için bildirilen optimum değer aralıklarından (24- 26 ay) 2.4 ay daha uzun olduğu tespit edildi. Tüm gebe düve ve ineklerde ortalama buzağılama sonrası ilk kızgınlık gösterme zamanları fizyolojik sınırlar içerisindeydi. Buzağılama sonrası ilk tohumlama zamanının (82.9 gün) sütçü inekler için tanımlanan hafif problemlili sınıra (83- 90 gün) yakın olduğu ve servis periyodu (105.6 gün) süresinin ideal değer

aralıklarının üzerinde olduğu belirlendi. Çalışmada elde edilen ortalama buzağılama aralığı optimum sürelerden daha yüksekti. Gebelik başına suni tohumlama sayısı Holştayn ineklerde bildirilen aralıklarda saptandı. Çalışmada ilk tohumlamada gebelik oranı ortalaması (% 44.6), sütçü inekler için belirtilen referans değere (% 45) yakın saptandı. Toplam ortalama gebelik oranı (% 74.5), gebelik başına düşen suni tohumlama sayısının oldukça başarılı olmasına karşın beklenen (%85) orandan düşük saptandı ve çiftliklerde döl verimi etkinliğine yeterli özenin gösterilmediği kanaatini oluşturdu.

Sonuç olarak, çalışmanın yürütüldüğü çiftliklerde genel olarak döl verimi ölçütlerinde önemli sapmaların olmadığı, Osmaniye bölgesinde incelenen çiftliklerdeki döl verimi parametrelerinin bölge ve ülkemiz şartlarında kabul edilebilir nitelikte olduğu belirlenmiştir. İşletmelerde düzenli ve takip edilebilir bir kayıt sisteminin olmaması, döl verimi parametrelerinin takibinde zorluklara sebep olmuştur.

İşletmelerde, düvelerin bakım beslemesinde iyileştirici tedbirlerin alınması ve reproduktif sürü idaresi konusunda bilgi düzeylerinin artırılmasıyla, damızlıkta ilk kullanma ve ilk doğum yaşlarının kısaltılabileceği, ineklerde postpartum reproduktif sağlığa özen gösterilmesi ve kızgınlıkların iyi takip edilmesi durumunda servis periyodu ve buzağılama aralıklarının kısaltılacağı, gebelik oranlarında ise yükselme sağlanabileceği kanaatine varılmıştır.

Teşekkür: Mevcut çalışma 'Farklı Büyüklükteki Süt İneği Çiftliklerinde Döl Verimi Parametrelerinin Belirlenmesi' isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Mali Destek: Bu araştırma herhangi bir finansman kuruluşundan/sektöründen hibe/destek almamıştır.

Etik Beyanı: Bu çalışma Hatay Mustafa Kemal Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul (HADYEK)'unun 2015/2/16 sayılı kararı ile yapılmıştır.

Çıkar Çatışması: Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkıları: Bülent Gül araştırmanın yazımında, istatistiklerinin yapılması ve yorumlanmasında görev almıştır. Prof. Dr. Fikret Karaca çalışmanın koordine edilmesi ve tartışma kısmında yardımcı olmuştur.

Kaynakça

1. Akbulut, Ö., Tüzemen, N., & Yanar, M. (1992). Erzurum şartlarında Siyah Alaca sığırlarının verimi. I: Döl ve süt verim özellikleri. Doğa Türk Vet. ve Hay. Derg., 16, 523-533.
2. Akkaş, Ö., & Şahin, E.H. (2007). Holştayn ırkı sığırlarda Bazı Verim



- Özellikleri. *Kocatepe Vet J*, 1, 25-31.
3. Akman, N. (1998). *Pratik Sığır Yetiştiriciliği*. Türk Ziraat Mühendisleri Birliği Vakfı Yayını, Ankara.
 4. Alaçam, E. (2001). *Evcil Hayvanlarda Doğum ve İnfertilite*. Ankara, 108-109.
 5. Alpan, O., & Aksoy, A.R. (2009). *Sığır Yetiştiriciliği ve Besiciliği*, 5. Baskı, Zafer Matbaası, Erzurum.
 6. Arslan, S., & Çak, B. (2012). Yozgat İli Boğazlıyan İlçesinde Özel Bir İşletmede Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Döl Verimi Özellikleri. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 83-87.
 7. Aslan, A., & Altınel, A. (1992). Karacabey Tarım İşletmesi ineklerinde amerikan orijinli sperma kullanımı ile elde edilen esmer ve Siyah-Alaca danaların verim özellikleri üzerinde araştırmalar. *Istanbul Üniv. Veteriner Fak. Derg.* 18(2), 74-89.
 8. Ata, A. (2013). Sütçü sığırlarda Döl Verimi Ölçütlerinin Güncel Yorumu. *MAKÜ Sağ. Bil. Enst. Derg.*, 1(1), 30-41.
 9. Atay, O., Yener, S.M., Bakır, G., & Kaygısız, A. (1996). Ankara Atatürk Orman Çiftliğinde Yetiştirilen Holstein Sığırların Yetiştirme Özellikleri, *Lalahan Zootekni Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 36 (1), 32-42.
 10. Bakır, G., & Çetin, M. (2003). Reyhanlı Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırlarda Döl ve Süt Verim Özellikleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27(1), 173-180.
 11. Bakır, G., Kaygısız, A., & Yener, S.M. (1994). Ankara Şeker Fabrikası Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Döl Verim Özellikleri. *Tr. J. Vet. and Anim. Sci.*, 18, 107-111.
 12. Bayrıl, T., & Yılmaz, O. (2010). Kazova Vasfı Diren Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Döl Verim Özellikleri. *YYU Vet. Fak. Derg.*, 21, 163-167.
 13. Brickell, J., Bourne, N., McGowan, M., & Wathes, D. (2009). Effect of growth and development during the rearing period on the subsequent fertility of nulliparous Holstein Friesian heifers. *Theriogenology*, 72, 408-416.
 14. Bulut, G. (2012). Postpartum Sorunsuz Süt İneklerinde PRID Uygulaması Sonrası Ovaryum Ultrasonografisi ve Fertilite Parametrelerinin Değerlendirilmesi. *Doktora Tezi*, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
 15. Çilek, S. (2009). Reproductive traits of Holsteincows raised at Polatlı State Farm in Turkey. *J Anim Vet. Advances*, 8 (1), 1-5.
 16. Çoyan, K., & Tekeli, T. (1996). *İneklerde Sun'î Tohumlama Kitabı*. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Reprodüksiyon ve Suni Tohumlama Bilim Dalı Birinci Baskı, Bahçivanlar Basım San. A.Ş. Konya.
 17. Daşkın, A. (2005). *Sığırcılık İşletmelerinde Reprodüksiyon Yönetimi ve Suni Tohumlama*. Aydan Web Ofset, Ankara, 193-226.
 18. Duru, S., & Tuncel, E. (2002). Koçaş Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Süt ve Döl Verimi Üzerine Bir Araştırma. 2. Döl Verimi Özellikleri. *Türk J Vet Anim Sci*, 26, 103-107.
 19. Galıç, A., Şekeroğlu, H., & Kumlu, S. (2005). İzmir ili Siyah Alaca ırkı sığır yetiştiriciliğinde ilk buzağılama yaşı ve süt verimine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 87-93.
 20. Göncü, S., Görgülü, M., & Serbest, U. (2015). The Lactation Performances and Some Reproductive Traits of Heifers Raised in Different Growth Conditions. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 30(2), 9-16.
 21. Gündal Çörekçi, Ş., Güneş, H., Kırmızıbayrak, T., & Eroğlu, Y. (1996). Kumkale Tarım işletmesinde 10 yıllık Siyah Alaca sığır yetiştiriciliği üzerinde araştırmalar.1. Döl Verimi Özellikleri. *Istanbul Üniv. Vet. Fak. Dergisi*, 22 (1), 187-201.
 22. Hafez, B., Hafez, E.S.E. (2000). Fertilizasyon ve cleavage. In: ESE, Hafez, Editor, *Reproduction in farm animals*. Lea and Febiger, Philadelphia, Chapter 6.
 23. Karakaş, E. (1996). Bursa-Yenişehir ilçesi Sığır Yetiştiriciliğinin Genel Yapısı ve Pazar için Üretim Yapan Değişik Kapasiteli Süt ve Besi işletmelerinde Teknik Üretim Parametreleri ve Ekonomik Verimlilik. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
 24. Kaya, A., Yaylak, E., & Öneng, A. (1998). Süt Sığırcılığında Düzenli Üreme ve Önemi. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 38, 8-17.
 25. Kaya, M., & Bardakçoğlu, H.E. (2016). Denizli İli Özel İşletme Koşullarında Yetiştirilen Holştayn İrki Sığırların Süt Verimi ve Döl Verimi Özellikleri Üzerine Bazı Çevresel Faktörlerin Etkisi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 13(1), 1-10.
 26. Kaygısız, A. (1995). Kahramanmaraş Tarım İşletmesinde yetiştirilen holştayn sığırların döl verim özelliklerine ilişkin genetik ve fenotipik parametre tahminleri. *Hayvancılık Araş. Derg.*, 5(1-2), 79-82.
 27. Kaygısız, A. (1997). Siyah Alaca Sığırların Kahramanmaraş Tarım İşletmesi Şartlarındaki Verim Özellikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2), 9-22.
 28. Kocak, S., Tekerli, M., Özbeyaz, C., Demirhan, D. (2008). Lalahan merkez hayvancılık araştırmaenstitüsünde yetiştirilen holştayn, esmer ve simental sığırlarda bazı verim özellikleri. *Lalahan Hay. Arast. Enst.Derg.* 48 (2), 51-57.
 29. Koç, A. (2017). Siyah-Alaca, Kırmızı-Alaca ve Simmental İrki Sığırların Sürü Ömrü Üzerine Bir Araştırma. *ADÜ Ziraat Derg.*, 14(2), 63-68.
 30. Koçak, S., Yüceer, B., Uğurlu, M., & Özbeyaz, C. (2007). Bala Tarım İşletmesinde yetiştirilen Holştayn ineklerde bazı verim özellikleri. *Lalahan Hay Araşt. Enst. Derg.* 47 (1), 9-14.
 31. Kopuzlu, S., Emsen, H., Özlütürk, A., & Küçüközdemir, A. (2008). Esmer ve Siyah Alaca İrki Sığırların Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Şartlarında Döl Verim Özellikleri. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 48(1), 13-24.
 32. Kumlu, S., & Akman, N. (1999). Türkiye damızlık siyah alaca sürülerinde süt ve döl verimi. *Lalahan. Hay. Arşt. Derg.* 39 (1), 1-15.
 33. Kumlu, S., Pekel, E., & Özkütük, K. (1991). Siyah Alaca, İsrail Frizyanı, Kilis ve Melezleri Üzerine Araştırmalar. 2. Döl Verim Özellikleri. *Çukurova Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 6 (1), 155-168.
 34. Kumuk, T., Akbaş, Y., & Turkmüt, L. (1999). Süt Sığırcılığında Döl Verimine İlişkin Ekonomik Kayıplar ve Yetiştiricilerin Bilgi ve Teknoloji İhtiyacı. *Hayvansal Üretim*, 39-40, 1-12.
 35. LeBlanc, S. (2010). Assessing the association of the level of milk production with reproductive performance in dairy cattle. *J. Reprod. Dev.*, 56, 1-7.
 36. Mayne, C.S., Mccoy, M.A., Lennox, S.D., Mackey, D.R., Verner, M. (2002). Fertility of dairy cows in Northern Ireland. *Veterinary Record*, 150 (23), 707-713.
 37. Muir, B.L., Fatehi, J., Schaeffer, L.R. (2004). Genetic Relationships Between Persistency and Reproductive Performance in First Lactation Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 87(9), 3029-3037.
 38. Müller, C.J.C., Potgieter, J.P., Cloete, S.W.P., & Botha, J.A. (2015). Reproductive performance of Holstein and Jersey heifers and cows in a pasture-based system in South Africa. *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.* 21, 290-293.
 39. Nebel, R.L., & McGilliard, M.L. (1993). Interactions of High Milk Yield and Reproductive Performance in Dairy Cows. *J Dairy Sci.*, 76(10), 3257-3268.
 40. Nilforooshan, M.A., & Edriss, M.A. (2004). Effect of Age at First Calving on Some Productive and Longevity Traits in Iranian Holsteins of the Isfahan Province. *Journal of dairy science*, 87, 2130-2135.
 41. Orman, A. (2003). Tahirova Tarım İşletmesindeki Holştayn ineklerin başlıca verim özellikleri ve bu özelliklere etki eden bazı çevre faktörleri. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
 42. Öcal, H. (2010). Puerperal dönem ve sorunları, In: Evcil hayvanlarda doğum ve infertilite, Ed: Alaçam E, 7th ed., 213-217, Medisan, Ankara.
 43. Özcan, M., Altınel, A. (1995). Siyah alaca sığırların yaşama gücü, döl verimi ve süt verimi özelliklerini etkileyen bazı çevresel faktörler üzerine araştırmalar. *İst. Üniv. Vet. Fak. Derg.* 21(1), 19-35.
 44. Özçakar, A., & Bakır, G. (2003). Tahirova Tarım İşletmesinde yetiştirilen Siyah Alaca sığırların döl ve süt verim özellikleri. 2. Döl verim özellikleri. *Atatürk Üniv. Ziraat. Fak. Derg.* 34 (2), 223-228.
 45. Özkök, H., & Uğur, F. (2007). Türkiye'de Yetiştirilen Esmer ve Siyah Alaca Sığırlarda Süt Verimi, İlk Buzağılama Yaşı ve Servis Periyodu. *Atatürk Üniv. Ziraat. Fak. Derg.* 38, 143-149.
 46. Özyurt, A. (2015). Siyah Alaca'larda Döl Verimine İlişkin Varyans Bileşenleri, Genetik ve Fenotipik Parametreler ile Doğum Sonrası Gelişen Klinik Mastitis Olgularının Etkisinin Tahmini. 9. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi Bildiri Kitabı, 3-5 Eylül 2015, 386-394, Konya.
 47. Parlak, N., & Kandır, E.H. (2015). Afyonkarahisar İlinde Yetiştirilen Siyah Alaca İneklerin Süt ve Döl Verimleri Üzerine Farklı Çevre Faktörlerinin Etkisi. *Kocatepe Vet J*, 8(2), 11-17.
 48. Pelister, B., Altınel, A., & Güneş, H. (2000). Özel işletme koşullarında yetiştirilen değişik orijinli siyah-alaca sığırların döl ve süt verimi özellikleri üzerinde bazı çevresel faktörlerin etkileri. *Istanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 26(2), 543-559.
 49. Pirlo, G., Miglior, F., & Speroni, M. (2000). Effect of Age at First Calving on Production Traits and on Difference Between Milk Yield Returns and Rearing Costs in Italian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 83(3), 603-608.



50. Rocha, A., Rocha, S., & Carvalheira, J. (2001). Reproductive parameters and efficiency of inseminators in dairy farms in Portugal. *Reproduction in Domestic Animals*, 36(6), 319-324.
51. Sabuncuoğlu, N., Laçın, E., Çoban, Ö., Yıldız, A., & Genç, M. (2014). Erzurum ilinde Yetiştirilen Esmer ve Siyah Alaca İneklerin Bazı Reprodüktif Performansları ve Açıklama Nedenleri Üzerine Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg*, 9(1), 30-38.
52. Salem, M.B., Djemali, M., Kayouli, C., & Majdoub, A.A. (2006). Review of Environmental and Management Factors Affecting the Reproductive Performance of Holstein- Friesian Dairy Herds in Tunisia. *Livestock Research For Rural Development*, 18 (4), 123-129.
53. Sarar, A.D., Tapkı, İ. (2017). Türkiye’de Yetiştirilen Holştayn İneklerde Döl Verim Özelliklerine Ait Fenotipik ve Genotipik Parametre Tahminleri. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(12), 1476-1481.
54. Sehar, Ö., & Özbeyaz, C. (2005). Orta Anadoludaki Bir İşletmede Holştayn Irkı Sığırlarda Bazı Verim Özellikleri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 45(1), 9-16.
55. Sönmez, M. (2016). Reprodüksiyon Suni Tohumlama ve Androloji Ders Notları. Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Elazığ.
56. Şahin, A., & Ulutaş, Z. (2010). Polatlı Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca İneklerde Süt ve Döl Verim Özellikleri. *Anadolu Tarım Bilim Derg*, 25 (3), 202-212.
57. Şahin, A., & Ulutaş, Z. (2011). Tahirova Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca İneklerin Süt ve Döl Verim Özelliklerini Etkileyen Bazı Çevresel Faktörler. *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 26(2), 156-168
58. Şekerden, Ö., & Aydın, R. (1992). Amasyadaki Bir Entansif Süt Sığırı İşletmesinde Friesian Sığırların Verim ve Büyüme Özellikleri. *O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi*, 7(1), 51-63.
59. Şekerden, Ö., & Özkütük, K. (2000). Büyükbaş Hayvan Yetiştirme. Ç.Ü. Ziraat Fak. Ders Kitabı No: C- 122, Adana.
60. Tahtabiçen, E. (2008). Tekirdağ Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği’ne kayıtlı bazı işletmelerde yetiştirilen siyah alaca sığırların süt verim özelliklerini etkileyen çevre faktörlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı, Tekirdağ.
61. Teke, B., & Murat, H. (2013). Effect of age at first calving on first lactation milk yield, lifetime milk yield and lifetime in Turkish Holsteins of the Mediterranean region in Turkey. *Bulg. J. Agric. Sci*, 19, 1126-1129.
62. Tekeli, T., Erdem, H., Uçar, M., Aksoy, M., & Yenice, M. (1998). Holstein Irkı İthal Gebe Düvelerden Oluşan Bir Sürünün Doğum Sonrası Döl Verimi Performansının Değerlendirilmesi. *Hayv. Araş. Derg.*, 8(1), 23-28.
63. Tekin, K., & Daşkın, A. (2016). Sığırcılık İşletmelerinde Döl verimini Etkileyen Reprodüktif Parametreler. *Kocatepe Vet. Fak. Derg*, 9(1), 43-50.
64. Tuna, Y.T., Gürcan, E.K., Savaş, T. (2007). Sarımsaklı Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah-Alaca Irkı Süt Sığırlarının Döl Verim Özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(3), 347-357.
65. Türk, G. (2010). Aksaray Koçuş Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Holştayn Düve ve İneklerde Tohumlama Yaşı ile Gebelik Oranı Arasındaki İlişki. *F.Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg*, 24 (3), 143-147.
66. Uygur, A.M. (2004). Süt sığırcılığı sürü yönetiminde döl verimi. *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Hayvansal Üretim*, 45(2), 23-27.
67. Varışlı, Ö., & Tekin, N. (2011). Holştayn ırkı ineklerde vücut kondisyon skorunun fertilitate ve bazı reprodüktif parametrelere etkisi. *Ankara ÜnivVet Fak Derg*, 58, 111-115.
68. Zarnecki, A., Jamrozik, J., & Norman, H.D. (1991). Comparison of ten Friesian Strains in Poland for yield traits from first reeparities. *Journal of Dairy Science*, 74 (7), 2303-2308.
69. Zi, X.D., Ma, L., Zhou, G.Q., ChenCLand, Wei1 G.M. (2003). Fertility of Holstein Cows in Chengdu, China. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*, 16(2), 185-188.



Investigation of DNA and RNA viruses from paraffin-embedded tissue blocks using molecular methods

Nüvit COŞKUN^{1a*}



¹Department of Virology, Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, Kars, Türkiye

Investigation of DNA and RNA viruses from paraffin embedded tissue blocks using molecular methods

MAKALE BİLGİSİ/ARTICLE INFORMATION:

Geliş / Received:

22.11.2022

Revizyon/Revised:

20.12.2022

Kabul / Accepted:

21.12.2022

ORCID:

^a0000-0001-7642-6460

Abstract:

Polymerase chain reaction (PCR) is the most used molecular method in routine diagnosis for viral diseases. It is chosen for its high sensitivity and rapid results. One of the most important factors for reliability of results in PCR is the choice of material. Cold chain is mandatory for transporting the material. Material may start decomposing if conditions are compromised and transport time is prolonged, this is especially important if organs are used as material. Field staff may decide not to send organ samples in a case like this. Alternatively, formalin fixed paraffin-embedded tissues do not need any specific conditions in transport which poses an advantage. The aim of this study is to create awareness in value of paraffin blocks in molecular diagnostics and investigate their practical importance in PCR applications. Two different viruses were chosen in the design of the study. Bovine papillomavirus (BPV) is chosen for representing DNA viruses and canine distemper virus (CDV) is chosen for representing RNA viruses. Five paraffin-embedded tissue blocks for each virus, which are previously known to be positive, were used as material. Two different sets of primer pairs were chosen for PCR application. L1 ORF region of BPV and nucleocapsid region for CDV was targeted. Reverse transcription was performed for samples of CDV before the PCR application. Four of the BPV samples and two of the CDV samples were deemed positive following PCR and RT-PCR. According to the results, paraffin-embedded tissue blocks can be valuable, albeit more efficient for DNA viruses and less efficient in RNA viruses. Additionally, our findings indicated there might be false negative results which should be considered when planning the studies.

Keywords: Virus, Polymerase Chain Reaction, Paraffin Embedded Tissue Block

Parafine gömülü doku bloklarından DNA ve RNA viruslarının moleküler yöntemlerle tespit edilmesi

Özet:

Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) viral hastalıkların rutin teşhisi için kullanılan en önemli yöntemlerden biridir. Duyarlılığının hassas olması ve hızlı sonuç alınması nedeniyle tercih edilmektedir. PCR testinin sonuçlarını etkileyen en önemli faktörlerden biri de test için alınacak olan marazi maddenin doğru seçilmesidir. Marazi maddenin nakli için soğuk zincir şarttır ve uzun süren taşımalarda özellikle şartlar bozulursa organ örnekleri kokuşmaya başlayabilir. Saha personeli bu durumu göz önüne alarak organ örnekleri yollamayabilir. Alternatif olarak parafine gömülen dokular, nakil şartları için özel koşullar gerektirmemektedir. Bu durum transport için önemli bir avantaj sağlar. Bu çalışmada, parafin blokların moleküler tanı için değerlendirilmesine dikkat çekmek ve bunların PCR uygulamasında pratik olarak tanıdaki önemi belirtilmeye çalışılmıştır. Örnek olarak sık çalışılan viruslardan DNA nükleik aside sahip bovine papillomavirus (BPV), RNA nükleik aside sahip olan canine distemper virus (CDV) seçilmiştir. Her iki hastalık için pozitif olduğu bilinen vakalardan 5 'er adet parafine gömülü doku kullanılmıştır. Bu amaçla BPV tanısı için L1 ORF bölgesine yönelik primer seti kullanılmış, CDV için ise nükleokapsit bölgesine yönelik bir primer seti seçilmiştir. RNA nükleik aside sahip olan CDV için PCR öncesi reverse transkripsiyon basamağı eklenmiştir. Yapılan PCR ve RT-PCR sonucunda BPV pozitif dokuların 4'ünde CDV pozitif dokuların ise 2'sinde pozitiflik tespit edilmiştir. Bu durum bize parafin bloktaki dokuların özellikle DNA viruslarında daha verimli, RNA viruslarında ise daha az verimli olarak kullanılabilirliğine işaret etmektedir. Bununla beraber, sonuçlar değerlendirildiğinde yanlış negatifliklerin elde edilebileceği görülmekte ve planlanan çalışmalarda bu durum öngörülerek hareket edilmesi önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Virus, Polimeraz Zincir Reaksiyonu, Parafin Doku Bloğu

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: nuvitcoskun@gmail.com

How to cite this article: Coşkun N (2022). Investigation of DNA and RNA viruses from paraffin embedded tissue blocks using molecular methods. *J. Antakya Vet. Sci.*, 1(1), 9-12



Intoduction

Polymerase chain reaction (PCR) for DNA viruses and reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) for RNA viruses is one of the most used routine diagnostic tool in veterinary virology (Belak and Ballagi, 1993; Yilmaz et al., 2020; Karakurt et al., 2022; Yilmaz et al., 2022). Blood, feces, swabs and organ samples are the most frequently used materials for PCR analyses (Jones, 2002; Espy et al., 2006). The choice of testing material has primary role on sensitivity of the test (Espy et al., 2006). Transport time of the chosen materials is equally important (Espy et al., 2006). Most common problem is the prolonged transport times due to long distance between area of necropsy and laboratory services. Waiting time for the material before transport should be minimal but there may be problems related to the transportation frequency, especially in rural areas. Organ samples are most affected by this problem, there may be decomposing due to disrupted cold chain caused by the prolonged transportation times (Sanchez-Romero et al., 2019). Organ samples can be processed where samples are collected with minimal equipment especially when diagnostic pathology settings are present. Tissues are fixed in formaldehyde, dehydrated with alcohol and embedded in paraffin for histopathological examinations. Tissues fixed this way can be stored in room temperatures for long periods of time and safely transported without needing cold chain. Although DNA and RNA are degraded by formaldehyde (RNA can especially be affected by these procedures), if viral load is high enough tissues embedded in paraffin can be used for molecular analyses (Howe et al., 1997; Pikor et al., 2011; Greyseels et al., 2020). Acquired immunodeficiency syndrome was first discovered in 1980s and the causative etiological agent later identified as Human immunodeficiency virus (HIV). In a current investigation, which was done by locating and testing paraffin-embedded tissues belonging to 1960s, years before disease started, revealed a near full genome of HIV (Greyseels et al., 2020). There are not many currently published molecular studies using paraffin-embedded tissues as material. This study aims to investigate the possibility of using paraffin-embedded tissues as material and to evaluate the reliability of this method and thus contribute to this topic.

Material and Methods

Material

The study material consists of ten paraffin-embedded tissue blocks, five for each, belonging to previously known cases of Bovine papillomavirus (BPV) and Canine distemper virus (CDV). Previous diagnosis was made with PCR for related virus from the same tissue before paraffin embedding. An average time of 3 months passed between first diagnosis and this study. Sections of 10 micrometer were taken from blocks and were

put in polystyrene tubes. Sections of 10 micrometer were taken from blocks and were put in polystyrene tubes.

Nucleic Acid Extraction

Total DNA and RNA extraction of the tissues were achieved by method described by Pikor et al. (2011) with minor modification. For RNA isolation no RNase was added to elute total RNA as a modification. Extracts of the samples were kept at -20 OC for further analyses.

PCR and RT-PCR of the samples

MY09/MY11 primer pair was used to detect bovine papillomavirus nucleic acid with the same conditions described by Ogawa et al. Expected amplicon size was 450 base pairs (bp). Reverse transcription was performed for CDV sample extracts before performing PCR using Applied Biosystems cDNA reverse transcription kit according to manufacturer's instructions. A primer pair targeting N gene described by Frisk et al. (1999) was used to detect CDV nucleic acid. PCR conditions were programmed according to the publication. Expected amplicon size was 287 bp for CDV samples. Results of the PCR and RT-PCR test were visualized using a UV transilluminator, with running at 100V in a 1% agarose gel with ethidium bromide.

Results

Four paraffin-embedded tissues of BPV cases had correct sized amplicons and deemed as positives (Figure 1). Two of the paraffin-embedded tissues of CDV had correct sized amplicons

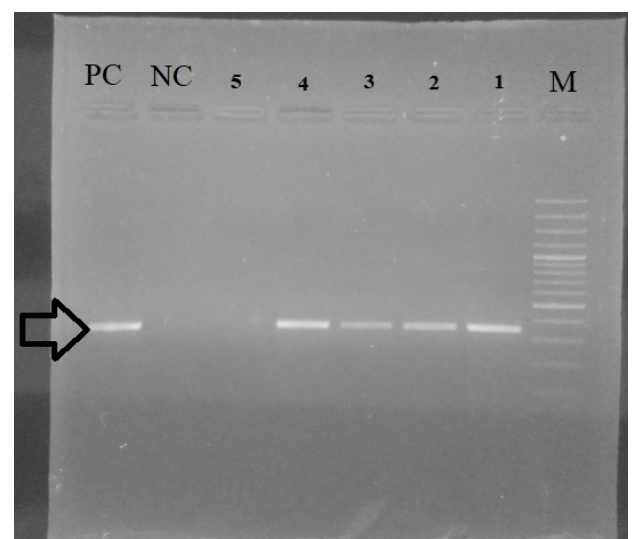


Fig. 1. Agarose gel image of BPV samples. PC: Positive Control, NC: Negative Control, Lanes 1-5 samples, M: Marker, Invitrogen 100 bp (600 bp and 1500 bp are brighter for easy reference)

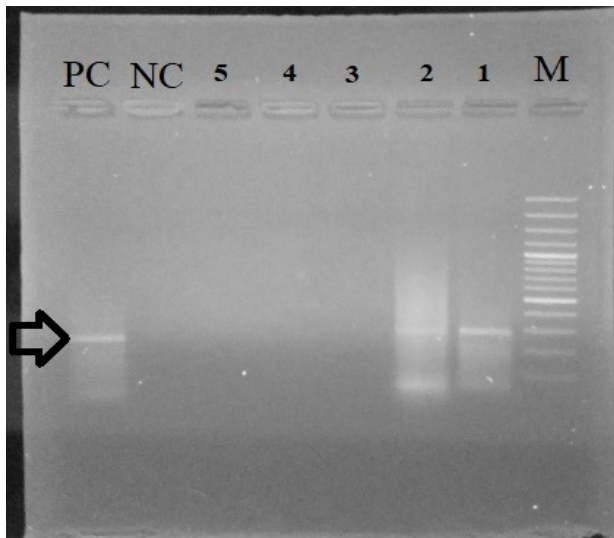


Fig. 2. Agarose gel image of CDV samples. PC: Positive Control, NC: Negative Control, Lanes 1-5 samples, M: Marker, Thermo-Scientific 100 bp plus (500 bp and 1500 bp are brighter for easy reference)

and deemed as positives (Figure 2). The positivity ratio of DNA virus was found to be 4/5 and positivity ratio for RNA virus was found to be 2/5.

Discussion

Paraffin-embedded tissue blocks are not frequently used as material for molecular studies in veterinary medicine. The primary cause of this situation is the lack of current studies which could create awareness about the diagnostic value of these material.

Detecting DNA and RNA viruses from paraffin embedded tissue blocks has both advantages and disadvantages in different aspects. Amount of incubation time is one of the disadvantages, lysis step of the tissue includes digesting the tissue with proteinase K at 57 °C. This procedure can take up to 5 days as described by Pikor et al. (2011). Especially longer waiting times at this temperature can lead to degradation of nucleic acids (especially RNA) causing low yield, this can lead to false negativity. There is also loss of genetic material in preparation steps of paraffin blocks and gradual degradation over time, this can have very significant consequences if virus load is low (Howe et al., 1997). We studied positive cases, which were tested positive before paraffin embedding procedure. There is 4 positives and one negative for BPV, and 2 positives and 3 negatives for CDV. Obviously, negatives are false negatives which can be caused by reasons mentioned above. Positive cases with higher viral loads are more likely to result in positive when paraffin embedded blocks are used. When designing studies, this fact must be taken into consideration and aim of the study should focus on finding positive cases among a selection of redundant samples. Our

sample size is too small to make certain conclusions but with the previous work done (Karakurt et al., 2022) inconsistencies with results can be expected. For example one case can be identified as positive histopathologically, but can be (falsely) negative with PCR because of low viral load. Study design should be done in such a way that this situation has minimal effect on overall results. Multidisciplinary study design is one of the ways to mitigate this problem.

There may be advantageous instances when working with paraffin embedded blocks, one of which is being able to choose the histopathological region precisely and focus on areas where virus related lesions are present (e.g. inclusion bodies). Sections can be taken from places where more histopathological lesions are present for higher viral load, rather than using an organ sample where no visible lesion is present. This is especially important when working in retrospective studies, a possible histopathological lesion can lead to positive results.

In conclusion paraffin embedded tissue blocks are valuable for molecular study as material, especially when no organ material is present. However, for obtaining optimal results study design should be planned according to issues summarized in this study.

Acknowledgements

This work is presented orally in IV. International of Food, Agriculture, and Veterinary Sciences Congress, May 27-28 2022, Van/Turkey. Author would like to thank Kafkas University Veterinary Faculty Pathology Department for supplying paraffin tissue blocks.

Funding

This research is not funded by any organizations

Ethical approval

Ethical approval is not necessary for this research

Conflict of interest

Not applicable

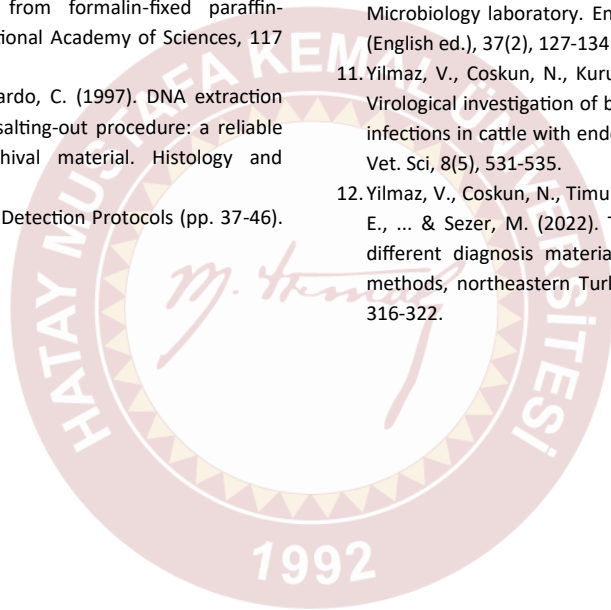
Author contribution

Not applicable



References

1. Belak, S., & Ballagi-Pordany, A. (1993). Application of the polymerase chain reaction (PCR) in veterinary diagnostic virology. *Veterinary Research Communications*, 17(1), 55-72.
2. Espy, M. J., Uhl, J. R., Sloan, L. M., Buckwalter, S. P., Jones, M. F., Vetter, E. A., ... & Smith, T. (2006). Real-time PCR in clinical microbiology: applications for routine laboratory testing. *Clinical microbiology reviews*, 19(1), 165-256.
3. Frisk, A. L., Konig, M., Moritz, A., & Baumgartner, W. (1999). Detection of canine distemper virus nucleoprotein RNA by reverse transcription-PCR using serum, whole blood, and cerebrospinal fluid from dogs with distemper. *Journal of clinical microbiology*, 37(11), 3634-3643.
4. Gryseels, S., Watts, T. D., Kabongo Mpolesha, J. M., Larsen, B. B., Lemey, P., Muyembe-Tamfum, J. J., ... & Worobey, M. (2020). A near full-length HIV-1 genome from 1966 recovered from formalin-fixed paraffin-embedded tissue. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(22), 12222-12229.
5. Howe, J. R., Klimstra, D. S., & Cordon-Cardo, C. (1997). DNA extraction from paraffin-embedded tissues using a salting-out procedure: a reliable method for PCR amplification of archival material. *Histology and histopathology*, 12(3), 595-602.
6. Jones, N. L. (2002). PCR. In *PCR Mutation Detection Protocols* (pp. 37-46). Humana Press.
7. Karakurt, E., Coskun, N., Dag, S., Beytut, E., Ataseven, V. S., Yilmaz, V., Dogan, F., Nuhoglu, H., Ermutlu, C.S., Aydin, U., Kuru, M., & Yildiz, A. (2022). Molecular detection of Papillomavirus and immunohistochemical investigation of p53 gene expressions in bovine papillomas and fibropapillomas. *Archives of microbiology*, 204(5), 278. <https://doi.org/10.1007/s00203-022-02902-0>
8. Ogawa, T., Tomita, Y., Okada, M., Shinozaki, K., Kubonoya, H., Kaiho, I., & Shirasawa, H. (2004). Broad-spectrum detection of papillomaviruses in bovine teat papillomas and healthy teat skin. *Journal of general virology*, 85(8), 2191-2197.
9. Pikor, L. A., Enfield, K. S., Cameron, H., & Lam, W. L. (2011). DNA extraction from paraffin embedded material for genetic and epigenetic analyses. *JOVE (Journal of Visualized Experiments)*, (49), e2763.
10. Sánchez-Romero, M. I., Moya, J. M. G. L., López, J. J. G., & Mira, N. O. (2019). Collection, transport and general processing of clinical specimens in Microbiology laboratory. *Enfermedades infecciosas y microbiología clinica (English ed.)*, 37(2), 127-134.
11. Yilmaz, V., Coskun, N., Kuru, M., Kaya, S., Buyuk, F., & Celebi, O. (2020). Virological investigation of bovine herpes virus 1 and bovine herpes virus 4 infections in cattle with endometritis in kars province of turkey. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 8(5), 531-535.
12. Yilmaz, V., Coskun, N., Timurkan, M. O., Karakurt, E., Nuhoglu, H., Erkilic, E., ... & Sezer, M. (2022). The investigation of canine distemper virus in different diagnosis materials of dogs using molecular and pathological methods, northeastern Turkey. *Indian Journal of Animal Research*, 56(3), 316-322.



Derleme makalesi/Review article



Virusların duyarlı konak hücreleri enfekte etmek için kullandıkları bazı reseptörler

Oğuzhan KAPLAN^{1a*}



¹Burdur Mehmet Akif Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Burdur – Türkiye

Certain receptors used by viruses to infect susceptible host cells

MAKALE BİLGİSİ/ARTICLE INFORMATION:

Geliş / Received:

05.10.2022

Revizyon/Revised:

22.11.2022

Kabul / Accepted:

01.12.2022

ORCID:

^a 0000-0003-3214-567X

Abstract:

Virus-host interactions are crucial in viral pathogenesis and tissue tropism. The interaction between a virus and its host cell begins with the binding of the virus particle to specific receptors on the cell surface. Viral binding proteins that mediate the binding mechanism play an important role. The viral attachment protein can be seen as the "key" that unlocks host cells by interacting with the receptor on the cell surface. These key-lock model interactions are critical to the successful entry of viruses into host cells. Surface glycoproteins, binding pockets that bind to cellular receptors such as canyons, and viral capsid proteins containing extended loops are important parts of the viral attachment mechanism. During this attachment mechanism, multiple interactions occur between the virus and the cell. Viruses use a variety of strategies to bind to one or more receptors, cross the plasma membrane barrier, and enter the host cell. The viral attachment protein can be seen as the "key" that unlocks host cells by interacting with the receptor on the cell surface. These key-lock model interactions are critical to the successful entry of viruses into host cells. It has been determined by studies that viruses target certain classes of molecules while using receptors in infections. Integrins, nectins, and members of the immunoglobulin superfamily are some of the receptors commonly used by viruses. Furthermore, many receptors are awaiting discovery in order to clarify the virus-host interaction mechanisms. The identification of these viral receptors on host cells is one of the most active fields of virology. In this review, it is aimed to reveal which receptors on host cells are used by some virus families, especially those that are prominent in veterinary medicine, in the light of current studies.

Keywords: Cell, Epitope, Glycoprotein, Receptor, Virus-host interactions

Virusların duyarlı konak hücreleri enfekte etmek için kullandıkları bazı reseptörler

Özet:

Virus-reseptör etkileşimleri, doku tropizmi ve viral patogeneze önemli bir rol oynamaktadır. Bir virus ve onun konakçı hücresi arasındaki etkileşim, virus partikülünün hücre yüzeyindeki spesifik reseptörlere bağlanmasıyla başlar. Bağlanma mekanizmasına aracılık eden viral tutunma proteinleri, önemli bir role sahiptir. Viral tutunma proteini, hücre yüzeyindeki reseptör ile etkileşime girerek konakçı hücrelerin kilidini açan "anahtar" olarak görülebilir. Bu anahtar-kilit model etkileşimleri, virusların konakçı hücrelerine başarılı bir şekilde girmesinde kritik öneme sahiptir. Yüzey glikoproteinleri, kanyon gibi hücre reseptörlere bağlanan bağlayıcı cepler, uzatılmış halkalar içeren viral kapsid proteinleri, viral bağlanma mekanizmasının önemli parçalarındandır. Bu bağlanma mekanizması sırasında virus ve hücre arasında çoklu etkileşimler meydana gelmektedir. Virüsler bir veya daha fazla reseptöre bağlanmak, plazma membran bariyerini aşmak ve konak hücre içerisine girmek için çeşitli stratejiler kullanmaktadır. Enfeksiyonlarda virüsler reseptörleri kullanırken belirli molekül sınıflarını hedeflediği tespit edilmiştir. İntegrinler, nektinler ve immunoglobulin üst ailesi üyeleri, virüslerin yaygın olarak kullandığı reseptörlerden bazılarıdır. Ayrıca virus-konak etkileşim mekanizmalarının açıklığa kavuşturulması açısından keşfedilmeyi bekleyen birçok reseptör bulunmaktadır. Virolojinin en dinamik alanlarından biri, konak hücreler üzerindeki bu virus reseptörlerinin tanımlanmasıyla ilgilidir. Bu derlemede, veteriner hekimlikte öne çıkan bazı virus aileleri tarafından konakçı hücreler üzerinde hangi reseptörlerin kullanıldığının güncel çalışmalar ışığında ortaya konulması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Epitop, Hücre, Glikoprotein, Reseptör, Virus konak etkileşimleri

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: oguzhan.kaplan3737@hotmail.com

How to cite this article: Kaplan O (2022). Virusların Duyarlı Konak Hücreleri Enfekte Etmek İçin Kullandıkları Bazı Reseptörler. *Antakya Vet. Bil. Derg.*, 1(1), 13-22



Giriş

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler, virus-konakçı etkileşimini daha iyi anlamamıza ve virus reseptörlerini kimliklendirmemize izin vermiş durumdadır. Viruslar, doğada devamlılığını sağlayabilmek ve çoğalabilmek için hücrel mekanizmayı kullanmak zorundadır. Enfektif siklusun başlaması için ise viral genomun, virus partikülünden hücre sitoplazmasına geçmesi gerekmektedir. Geçmiş yıllarda virusların hücrelere tutunmasının viral tutunma proteinleri tarafından tek bir yüzey molekülüne bağlanmasıyla gerçekleştiği ifade edilmekteydi. Ancak viral tutunmanın ve girişinin altında yatan moleküler mekanizmanın daha iyi anlaşılması için detaylı çalışmalara ihtiyaç vardı (Jindrák ve Grubhoffer, 1999). Yapılan son araştırmalar, farklı virus tutunma proteinlerinin ve konak hücre yüzey moleküllerinin yani reseptörlerin çok daha fazla olduğunu, virus-hücre etkileşiminin çok aşamalı bir süreç içerdiğini göstermektedir (Villa ve ark., 2017).

Bir virus ve konak hücre arasındaki ilk etkileşimlere ya hedef hücre yüzeyindeki membran glikoproteinleri ya da viral yüzey bileşenleri (viral kapsid üzerindeki alanlar) aracılık etmektedir. Bu ilk etkileşimler, genellikle elektrostatiktir ve virusun konak hücre yüzeyi üzerine odaklanmasına yardım etmektedir. Meydana gelen bu etkileşimlerde virus tutunma faktörlerinin de önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir. Virus tutunma faktörleri, virus bağlanmasını destekleyen hücre yüzey molekülleridir, fakat virusa özgü değildir. Yani çeşitli virus türleri tarafından da kullanılabilir. Heparan sülfat ve sialik asit (Sia) gibi reseptörler, virus tutunma faktörleri olarak sınıflandırılmıştır. Virus reseptörleri de aynı şekilde konakçı hücrenin plazma membranı üzerinde bulunan glikoprotein tabiatında moleküllerdir. Dolayısıyla hem konak hücreye virusun girişi hem de virus enfeksiyonu için virus reseptörleri gereklidir (Katze, 2015).

Viral Reseptörler

Picornaviridae

Picornaviruslar zarsız, ikozahedral simetrik, pozitif polariteli RNA viruslarıdır. Yapılan çalışmalarda insan ve hayvanların solunum, merkezi sinir sistemi (MSS) ve gastrointestinal (GI) sistemlerinin picornaviruslar tarafından etkilendiği bildirilmiştir (Zell, 2018).

Foot and mouth disease (FMD), çift tırnaklı hayvanlarda vesiculopustular stomatitis, pododermatitis ve thelitis gibi yangılara neden olan oldukça bulaşıcı bir hastalıktır. FMD'nin etiyolojik ajanı olan foot and mouth disease virus (FMDV), Picornaviridae ailesi Aphtovirus generi içerisinde yer almaktadır (Suchowski ve ark., 2021).

FMDV'nin hücrel reseptörlerinden biri olarak integrinler

bildirilmiştir ve çalışmaların çoğu insan hücrelerindeki integrinler kullanılarak yapılmıştır. Integrinler, hücre dışı matrikse yanıtta ve hücrelere bağlanmada kullanılan çok önemli olan proteinlerdir. Bu proteinler, hücre adezyon molekülü olarak işlev gören integral membran reseptörleri ailesi içerisinde yer almaktadır. FMDV'nin in vitro ortamda hücrel reseptörler olarak integrin reseptörleri ailesi üyeleri olan $\alpha\beta1$, $\alpha\beta3$, $\alpha\beta6$, $\alpha\beta8$ ve $\alpha5\beta1$ 'den herhangi birine bağlanarak, enfeksiyonun başlamasına neden olabileceği bildirilmiştir. $\alpha\beta6$ integrin ekspresyonu uterus epitelleri, idrar kesesi, solunum sistemi ve tükrük bezleri dahil çok çeşitli alanlarda gözlemlenmektedir. Ayrıca sığırların solunum yollarında, koyunların ise hem solunum yollarında ve hem de tonsillar kript epitelyumunda $\alpha\beta6$ integrin ekspresyonu olduğu bildirilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, solunum yolu epitellerinin bazal hücrelerinde $\alpha\beta8$ integrin ekspresyonu da tespit edilmiştir. $\alpha5\beta1$ benzeri bazı integrinler, epitelyal ve lenfoid hücreler üzerinde eksprese olmaktadır ve FMDV için hücrel reseptör görevi görebilmektedir (Ruiz-Sáenz ve ark., 2009).

Integrinlere ilaveten FMDV için hücrel reseptör olarak ikinci molekül heparan sülfattır. Bir glikozaminoglikan (GAG) olan heparan sülfat, vücutta en çok bulunan heteropolisakkarittir. Çokça glikozilenmiş olan özel bir glikoprotein sınıfını temsil eden proteoglikanlar, hayvan dokularında geniş ölçüde dağılmıştır ve hücre dışı matrisin bir parçası olarak hemen hemen tüm hücre tiplerinde bulunmaktadır (Kjellén ve Lindahl, 1991). *Picornaviridae* ailesine ait diğer bazı virusların kullandıkları hücrel reseptörler, Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *Picornaviridae* ailesine ait virusların kullandıkları bazı hücrel reseptörler (Tuthill ve ark., 2007).

Genus	Virus Türleri	Reseptör(ler)
<i>Aphtovirus</i>	FMDV	İntegrinler, Heparan sülfat
	ERAV	Sialik asit
<i>Cardiovirus</i>	TMEV	Sialik asit, Heparan sülfat
	PV	CD155
<i>Enterovirus</i>	CBV3	DAF
	HRV14	ICAM-1 (CD54)
	HRV2	LDLR
<i>Rhinovirus</i>	HRV89	Heparan sülfat

FMDV: Foot and mouth disease virus TMEV: Theiler's murine encephalomyelitis virus PV: Poliovirus CBV: Cocksackie B virus HRV: Human rhinovirus DAF: Decay-accelerating-factor LDLR: Low-density lipoprotein receptor ICAM: Intracellular adhesion molecule ERAV: Equine rhinitis A virus.



Paramyxoviridae

Paramyxoviridae ailesi, 16 genus ve dört alt aile içinde sınıflandırılan 72 virus türünden oluşmaktadır. Paramyxoviruslar zarlı, pleomorfik görünümde ve negatif polariteli RNA genomuna sahip olan viruslardır (Rima ve ark., 2019). Paramyxoviruslar, solunum yoluyla bulaşmaktadır. Paramyxovirusların hayvanlarda Rinderpest (RP), Peste des Petits Ruminant (PPR), Canine Distemper (CD) gibi hastalıklara insanlarda da kızamık, kabakulak gibi hastalıklara neden olduğu bildirilmiştir (Navaratnarajah ve ark., 2020).

Son yıllarda hayvan ve insanlarda salgın hastalıklara neden olan birçok paramyxovirus grubu üyesi araştırma konusu olmuştur (Saltık ve Kale, 2020; Saltık ve Kale, 2022; Tatsuo ve ark 2000). Bu virusların bazıları için konak reseptörleri tanımlanmış ve hücre giriş mekanizmaları aydınlatılmıştır. Paramyxovirusların tetramerik bağlanma proteinleri, farklı bağlanma yüzeyleri yoluyla temas ettikleri aynı kökenli reseptörleri için çok farklı bağlanma afinitelerine sahiptir. Bu mekanizmalarda tüm giriş sinyallerini aynı çıkışa götüren trimerik füzyon proteinlerinin yeniden katlanmasını ve membran füzyonunu tetikleyen konformasyonel değişiklikler meydana gelmektedir (Navaratnarajah ve ark., 2020).

Sinyal lenfosit aktivasyon molekülü (SLAM/CD150) ve nektin-4, Morbillivirus genusu içerisinde yer alan virusların hücresele reseptörleri olarak bildirilmiştir. SLAM, ilk olarak Tatsuo ve ark (2000) tarafından insanlarda vahşi tip measles virus (MeV) için bir lenfoid hücresele reseptör olarak tespit edilmiştir. Buna ilaveten CDV ve RPV'nin SLAM'ı kullanarak immün hücrelere girdiği de bildirilmiştir. SLAM/CD150, immunoglobulin üst ailesi (IgSF) yüzey reseptörleri olan CD2 alt kümesi altında gruplandırılmış bir glikoproteindir. CD2 ailesi proteinleri, hem adezyon molekülleri olarak ve hem de immün yanıtın düzenlenmesi olarak işlev görmektedir (Veillette ve Latour, 2003). SLAM olgunlaşmamış timositler, aktif ve hafıza T hücreleri, yeni oluşmuş ve aktif B hücreleri, makrofajlar ve dendritik hücreler gibi immün hücrelerde bulunmaktadır (De Salort ve ark., 2011).

Nektin-4 ise poliovirus reseptör benzeri protein 4 (PVRL-4) olarak bilinmektedir. Nektin-4'ün nazofarenksin epitelyal hücreleri, trakea ve epidermal keratinositlerde yüksek seviyelerde eksprese olduğu bildirilmiştir (Reymond ve ark., 2001). Nektin-4'ün ayrıca ependimal hücrelerde, choroid plexus epitellerinde, meningeal hücrelerde, nöronlarda, granular hücrelerde ve köpeklerin purkinje hücrelerinde bulunduğu bildirilirken insan beyinde tespit edilememiştir (Pratakpiriya ve ark., 2017). Ayrıca birçok paramyxovirus

grubunun reseptör olarak Sia'yı kullanarak solunum yolu epiteli hücrelerine girdiği bildirilmiştir (Navaratnarajah ve ark., 2020). Paramyxoviridae ailesine ait diğer virusların kullanmış oldukları hücresele reseptörler, Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Paramyxoviridae ailesindeki virusların kullandığı bazı hücresele

Genus	Virus Türü	Reseptörler
Morbillivirus	CDV	dSLAM, Nektin-4
	PPRV	SLAM, Nektin-4
	RPV	SLAM, Heparan sülfat
MeV		hSLAM, Nektin-4, CD46
Respirovirus	bPIV3	Sialik asit
Henipavirus	HeV	ephrin-B2, ephrin-B3
	NIV	ephrin-B2, ephrin-B3

MeV: Measles virus CDV: Canine distemper virus NIV: Nipah virus HeV: Hendra virus RPV: Rinderpest virus PPRV: Peste des Petits Ruminants virus bPIV3: Bovine parainfluenza virus 3 HN: Hemagglutinin/Neuraminidase H: Hemagglutinin F: Fusion G: Glikoprotein SLAM: Signaling lymphocyte activation molecule.

Reoviridae

Reoviridae ailesi, segmentli (10-12), çift iplikli RNA genomuna sahiptir. Reoviruslar mantar, bitki, böcek, kuş, sürüngen, yumuşakça, balık ve memeli gibi birçok türü enfekte edebilmektedir (Di Teodoro ve ark., 2019).

Rotaviruslar (RV)'lar, memelilerde ciddi dehidrasyon ile seyreden ishaller, gastroenteritise ve hatta ölümlere neden olmaktadır. Rotavirus (RV)'ların viral genomu, etrafında üç katmanlı protein kapsidden oluşmaktadır. Kapsidin en dış katmanında, virus yüzeyinin oluşumunda rol oynayan VP7 trimerleri ve virus tutunma proteini olarak işlev gören VP4 spike proteinleri bulunmaktadır (Arias ve López, 2021). Sialidaz enziminin etkinliği ile hücre yüzeyindeki Sia'lar ortadan kaldırılarak, RV'ların enfeksiyözitesinde düşüşlerin meydana geldiğini belirten çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalara göre RV'ların hücre yüzeyine tutunmasında, glikoprotein sakkarit dalları üzerindeki terminal asidik şekerleri olarak Sia'nın anahtar rol oynadığı düşünülmektedir. Rotavirusların hücreye girişi, VP4 kapsid proteininin VP8 galektin alanı vasıtasıyla virus partikülünün etkileşimiyle başlayan karışık çok aşamalı bir süreçtir. VP5 kapsid proteini, hücre membranına virusun penetrasyonu için gerekli iken VP8 kapsid proteininin, hedef hücre yüzeyine virusun ilk tutunmasından sorumlu olduğu



tespit edilmiştir (Arias ve ark., 2015). Bazı RV'lar enfeksiyonu kolaylaştırmak amacıyla $\alpha 2\beta 1$ integrinine bağlanmak üzere VP5 kapsid proteinini kullanabilmektedir. RV'larda VP7 kapsid proteininin, $\alpha \beta 2$ ve $\alpha \beta 3$ integrinleri arasında etkileşim yoluyla da virusun hücreye girişine katıldığı bildirilmiştir (Graham ve ark., 2003). Rotavirusların ayrıca hücresele reseptör olarak doku-kan grubu antijenlerini (HBGA) kullanabildiği bildirilmiştir (Coulson, 2015). HBGA genetik kontroller altında epiteller ve kırmızı kan hücrelerinin üzerinde ve mukozal salgılarda eksprese olan sialile olmamış glikokonjugatlarıdır. HBGA'nın bazı insan rotavirus genotiplerinin, konak hücreye invazyonunda rol oynadığı tespit edilmiştir (Böhm ve ark., 2015).

Bluetongue virus (BTV), Reoviridae ailesi, Sedoreovirinae alt ailesi ve Orbivirus genusunda yer almaktadır. En dış kapsid proteinleri olan VP2 ve VP5, başlıca enfeksiyonun ilk aşamalarında virusun hücreye tutunması ve girişi için gerekli olmaktadır. Bu kapsid proteinlerinin altında VP1,VP4,VP6 küçük ve VP3, VP7 büyük polipeptit proteinleri mevcuttur (Saltık ve Kale, 2017). Bu kapsid proteinlerinden özellikle VP2'nin, konak hücre yüzeyinde Sia'ya bağlanmasından sorumlu olduğu bildirilmiştir (Wu ve Roy, 2021). Sia'lar, omurgalı hayvan hücreleri yüzeyleri üzerinde özellikle tüm mukozal yüzeylerde bol miktarda bulunmaktadır ve birçok tip mikrobiyal ajan ile etkileşime girebilmektedir. Sia'ların farklı virus türlerinin konakçıda spesifik tanınmasını sağlamak, virus bağlanmasına ve hücre enfeksiyonlarına aracılık etmek gibi işlevlerinin olduğu bildirilmiştir. Buna ilaveten virus enfeksiyonunu engelleyen reseptör görevi de görebilmektedir (Wasik ve ark., 2016).

Coronaviridae

Coronavirus (CoV)'lar solunum, gastrointestinal, hepatik ve MSS hastalıklarına neden olan zarlı, tek iplikli, pozitif polariteli RNA viruslarıdır. İnsanlar dahil olmak üzere birçok memeli

türünde 45 CoV türü tespit edilmiştir (Cheng ve ark., 2021). CoV'lar alfa, beta, gama ve delta olmak üzere dört genus içermektedir (Reguera ve ark., 2014). Virionun en dıştaki bileşeni olan viral spike (S) proteini, hücre girişi, konak aralığı, doku ve hücre tropizminde rol almaktadır. CoV S proteini, konakçı proteazlar tarafından kovalent olmayan iki alt birime, S1 ve S2'ye ayrılmaktadır. Amino-terminal S1 alt birimi, reseptör bağlanmasından sorumlu olmaktadır. Karboksil-terminal S2 alt birimi ise membran füzyonuna aracılık etmektedir (Cheng ve ark., 2021).

Feline coronavirus (FCoV), canine coronavirus (CCoV) ve human coronavirus 229E (HCoV-229E) kendi konak türlerinin reseptörleri olarak aminopeptidaz N (APN veya CD13)'yi kullanmaktadır. Şaşırtıcı bir şekilde kedi APN, HCoV-229E ve CCoV tarafından da kullanılabilir. APN endotelial makrofaj hücreleri, dendritik hücreler, böbrek epitel hücreleri dahil çok çeşitli hücrede solunum ve enterik kanallarında ve hücrelerin sinaptik birleşme bölgelerinde yoğun bir şekilde eksprese olduğu bildirilmiştir (Luan ve Xu, 2007). Solunum ve enterik kanallar üzerinde APN'nin yüksek seviye ekspresyonu virus enfeksiyonu ve doku tropizminde ayrıca virus aktarımında önemli olabilmektedir (Cheng ve ark., 2021).

Yapılan bazı çalışmalarda araştırmacılar, Sia'nın HCoV-OC43 ve BCoV için bir reseptör olarak işlev görebileceğini bildirmişlerdir. Sia'nın Vero, hamster böbreği, tavuk embriyonik böbrek hücreleri ve trakea epitel hücrelerinin yüzeyinden çıkarılması ile IBV enfeksiyonuna karşı duyarlılığın azaldığı gözlemlenmiştir (Cheng ve ark., 2021).

Coronavirüslerin heparan sülfatı bağlanma faktörü olarak kullanması, genellikle hücre kültürü adaptasyonunun bir sonucudur. Heparan sülfat ayrıca hücre bağlanmasını ve girişini kolaylaştırarak SARS-CoV ve SARS-CoV-2'nin hücrelere girişine yardımcı olduğu gösterilmiştir (Cheng ve ark., 2021).

Tablo 3. *Coronaviridae* ailesi içerisindeki virusların kullandığı bazı hücresele reseptörler ve tutunma faktörleri (Cheng ve ark., 2021).

Genus	Virus Türleri	Reseptör	Tutunma Faktörü
Alphacoronavirus	FCoV	Feline APN	Heparan sülfat, DC/L-SIGN
	CCoV	Canine APN	
Betacoronavirus	MHV	CEACAM1	Sialik asit, Heparan sülfat
	BCoV	Bilinmiyor	Sialik asit, Heparan sülfat
	SARS-CoV	ACE2	Heparan sülfat, DC/L-SIGN
	SARS-CoV-2	ACE2	Heparan sülfat, DC/L-SIGN
Gammacoronavirus	IBV	Bilinmiyor	Sialik asit, Heparan sülfat, DC/L-SIGN

APN: Aminopeptidaz N FCoV: *feline coronavirus* CCoV: *canine coronavirus* MHV: *mouse hepatitis virus* BCoV: *bovine coronavirus* SARS-CoV: *severe acute respiratory syndrome coronavirus* SARS-CoV-2: *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* IBV: *infectious bronchitis virus* CEACAM1: Carcinoembryonic antigen-related cell adhesion molecule 1 DC/SIGN: Dendritic cell-specific ICAM-3-grabbing nonintegrin



DC-SIGN (dendritik hücreye özgü ICAM-3-kapıcı olmayan integrin) ve onun homoloğu L-SIGN (CD209L veya DC-SIGNR) tip II C-tipi lektinlerdir. DC/L-SIGN, hücre yapışmasına ve patojen tanımaya aracılık etmektedir. Birçok virusun hücreye girişinde, enfeksiyonunda ve bulaşmasında rol oynamaktadır. DC-SIGN'in, virusların konakçı hücreleri enfekte etmesi için plazma zarı üzerinde lipid sal adı verilen kolesterol açısından zengin bir mikro alan içinde bulunduğu bildirilmiştir. DC/L-SIGN'in SARS-CoV'nin hücrelere girişindeki rolü tartışmalıdır. DC-SIGN ve/veya L-SIGN'in SARS-CoV, HCoV-NL63 ve feline infectious peritonitis virus (FIPV)'un hücrelere girişini artırmak üzere bir bağlanma faktörü olarak işlev görebileceği gösterilmiştir (Cheng ve ark., 2021).

Karaciğer ve lenf düğümlerindeki sinüzoidal endotelial hücrelerde L-SIGN ile birlikte eksprese olan başka bir C-tipi lektindir ve ağır akut solunum hastalıkları sendromu (SARS)'nun hücrelere girişini desteklemektedir (Cheng ve ark., 2021). *Coronaviridae* ailesine ait diğer virusların kullanmış oldukları hücre reseptörleri ve viral tutunma faktörleri Tablo 3'te verilmiştir.

Flaviviridae

Flaviviridae ailesi Flavivirus, Hepacivirus, Pegivirus ve Pestivirus olmak üzere 4 genustan oluşmaktadır (Neufeldt ve ark., 2018). Bovine viral diarrhoea virus (BVDV), Pestivirus genusu içerisinde yer almaktadır (Smith ve ark., 2017).

BVDV, diğer pestiviruslar gibi zarlı, pozitif polariteli ve tek iplikli RNA genomuna sahip olan viruslardır (Su ve ark., 2021). Bovine viral diarrhoea virus (BVDV), Flaviviridae familyasında Pestivirus genusu içerisinde yer almaktadır (Saltik ve ark., 2022). BVDV için tespit edilmiş membran kofaktör proteini olan CD46, virusun hücreye bağlanmasına aracılık etmektedir. CD46, konakçı dokularda biriken komplement faktörler olan C3b ve C4b'yi parçalamak için plazma serin proteaz faktör l'e kofaktör olarak işlev görmektedir. Böylece otolog hücreler, komplement aracılı hasardan korunmaktadır. CD46, diğer hücre yüzeyi proteinleri olan CD35, CD21 ve CD55'i içeren komplement aktivasyonunun düzenleyicileri ailesi içerisinde bulunmaktadır. Ayrıca Madin-Darby sığır böbrek (MDBK) hücrelerinde düşük yoğunluklu lipoprotein reseptörü (LDL-R)'ne karşı antikörlerin BVDV virusu ile enfeksiyonunu engellediği için LDL-R'nin, BVDV'nin hücrelere girişinde rol oynadığı ileri sürülmektedir (Maurer ve ark., 2004).

Retroviridae

Retroviridae ailesi, *Orthoretrovirinae* ve *Spumaretrovirinae* olmak üzere iki alt aileden oluşmaktadır. *Orthoretrovirinae* alt ailesi içerisinde *Alpharetrovirus*, *Betaretrovirus*,

Deltaretrovirus, *Epsilonretrovirus*, *Gammaretrovirus* ve *Lentivirus* genusları yer almaktadır (Coffin ve ark., 2021).

Retrovirusların dünya çapında yaygın olarak görülmektedir. Bunun nedeni virus replikasyonu ile ilişkili hızlı genetik değişimlerdir. Enfekte olmuş konakçıda virusun devamlı surette bulunması, immun sistemin virusta antijenik drift nedeniyle değişen epitop alanlarına karşı sürekli bağışıklık tepkilerini oluşturamaması ve antijen çeşitliliği nedeniyle doğru teşhisin konulamaması, virusun yaygınlığına neden olan diğer etmenlerdir. Tüm bu faktörler, virusa karşı etkili ve güvenli aşuların geliştirilememesine neden olmaktadır (Minardi da Cruz ve ark., 2013).

Caprine arthritis encephalitis virus (CAEV) ve visna-maedi virus (VMV), yapısal, genetik ve patojenik benzerliklerinden dolayı küçük ruminant lentivirusları (SRLV) olarak bilinmektedir ve Retroviridae ailesinde onkogenik olmayan Lentivirus genusu içinde yer almaktadır. SRLV'nin önemli bir tropizmini, monosit/makrofajlar ve dendritik hücreler göstermektedir. SRLV ayrıca mikrogliya, endotelial hücreleri, dalak ve korneal hücreleri, hepatositleri, kardiyak miyositleri, testis hücreleri, fibroblastlar ve diğer dokuların epitelyal hücrelerini enfekte edebilmektedir (Adedeji ve ark., 2013). SRLV'nin meme bezi epitelyal hücrelerini de enfekte etmesiyle, anneden yavruya virusun geçişi meydana gelebilmektedir (Blacklaws, 2012).

Retroviruslarda gag, pol ve env olmak üzere üç temel gen bulunmaktadır. MVV ve CAEV genomlarında da mevcut olan bu genlerden gag geni DNA'yı koruyan integral yapısal proteinleri, pol geni, replikasyon ve DNA entegrasyonunda yer alan proteaz (PR), reverz transkriptaz (RT) ve integras (IN) enzimlerini, env geni ise virus zarfında yer alan yüzey (gp135SU) ve transmembran (gp46TM) glikoproteinlerini kodlamaktadır. SU, virusun hücre reseptörlerine tutunmasında ve hücreye girişinde rol oynadığı bildirilmiştir. Ayrıca SU'nun antikör üretimini uyardığı ve genetik olarak değişime yatkın olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle SU'daki modifikasyonlar farklı izolatların antijenik değişkenliğini belirlemektedir (Gomez-Lucia ve ark., 2018).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda koyunlarda Visna-Maedi enfeksiyonlarında hücre reseptör olarak mannoz reseptörü (MR) tespit edilmiştir. MR gibi hücre membranında sabitlenmiş diğer lektinler, birçok patojenin yüzeyinde mevcut olan glikozilenmiş kısımlar için bir affiniteye sahip olduğu tespit edilmiştir. MR monosit/makrofajlar, endotelial hücreler, perivasküler mikrogliya, böbrek mezengial hücreler, trakeal düz kas hücreleri, Langerhans hücreleri ve retinal pigment epitelyumu gibi hücrelerde bulunmaktadır. MR patojenlerin yüzeyini tanımaktadır, ayrıca fagositozis ve endositozis, hücre göçü, hücre içi sinyalleşme, antijen işleme ve sunumu, pro-



inflamatuvar ve anti-inflamatuvar sitokin üretimi gibi birçok olaya da dahil olmaktadır (Crespo ve ark., 2011).

Human immundeficiency virus 1 (HIV-1) hastalarıyla yapılan araştırmalar, konakçı direncini veya duyarlılığını etkileyen genetik parametreler ile ilgili önemli verilerin elde edilmesini sağlamıştır. HIV-1 direnci ile ilişkili genlerin, MHC sınıf I, kemokin reseptörü (CCR) 5, katil immunglobulin benzeri reseptör (KIR) ve çan benzeri reseptör (TLR)'ler gibi çeşitli bağışıklık moleküllerini kodladığı bildirilmiştir. Benzer şekilde, SRLV'ye dirençteki tür farklılıklarının yanı sıra, koyun TLR 7, 8, CCR5 ve MHC genlerindeki polimorfizmlerin, SRLV'ye karşı direnç gelişimi ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Stonos ve ark., 2014).

Bovine leukemia virus (BLV), *Deltaretrovirus* genusu içerisinde yer almaktadır ve enzootik bovine leukosis (EBL)'in etiyolojik ajanıdır. EBL de sığırların doğal olarak B hücreleri enfekte olmaktadır ve malignan lenfosarkoma tablosu görülmektedir. Son yıllarda Bai ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada BLV için katyonik amina asid taşıyıcı 1 (CAT1) çözünen taşıyıcı ailesi 7 üyesi 1 (SLC7A1)'in hücresele reseptör olarak işlev gördüğü bildirilmiştir. CAT proteinleri, moleküler düzeyde tanımlanan ilk memeli amino asit taşıyıcıları arasındadır ve çoğu hücrede katyonik amino asitler için önemli giriş yolu olarak görülmektedir. CAT proteinleri ayrıca substratların dışarı çıkışına da aracılık etmektedir. Aynı zamanda CAT1'in fonksiyonel BLV reseptörü olarak konakçı aralığından sorumlu olduğu da belirtilmektedir (Bai ve ark., 2019).

Poxviridae

Sheeppox virus (SPPV) *Poxviridae* ailesi, *Chordopoxvirinae* alt ailesi altında ve *Capripoxvirus* (CaPV) genusu içerisinde sınıflandırılmıştır. SPPV virionlarının, konak hücre yüzeyi üzerindeki glikozaminoglikanları reseptör olarak kullandığı bildirilmiştir (Sonowal ve ark., 2021).

Parapoxvirus genusunda yer alan Orf virus (ORFV)'lar ise kemokin bağlanma proteini (CKBP) C, CC ve CXC sınıfı kemokinlere yüksek derece bir affinite ile bağlanmaktadır (Couñago ve ark., 2015). Kemokinler, enfeksiyon veya hücresele hasar alanlarına immün hücrelerin kemotaksisine aracılık ederek immün yanıtta anahtar bir rol oynamaktadır (Moser ve Willmann, 2004). Ayrıca ORFV CKBP, lökosit reseptörü ve kemokinlerin yüzeyinde bağlı olan glikozaminoglikan bağlanma alanları ile etkileşime girebilmektedir (Couñago ve ark., 2015).

Herpesviridae

Bovine herpesvirus-1 (BoHV-1/BHV-1) *Herpesviridae* ailesi, *Alphaherpesvirinae* alt ailesi, *Varicellovirus* genusu içinde yer almaktadır. *Alphaherpesvirus*'lar, hücre membranı ve viral zarf arasında hem reseptör bağlanmasına ve hem de füzyona

aracılık eden çok sayıda zarf glikoproteinlerini kodlamaktadır (Eisenberg ve ark., 2012). Glikoprotein B, D, H ve L (gB, gD, gH ve gL), virus tarafından kodlanan zarf glikoproteinleri olarak bildirilmiştir (Spear ve Longnecker, 2003). Özellikle gD, alphaherpesvirusların başarılı bir şekilde hücrelerin içerisine girişinde rol oynadığı kabul edilmiş olan viral bir ligandır (Manoj ve ark., 2004). gD tarafından hedeflenen çoklu reseptörler tespit edilmiştir. Bunlar 3-O-sülfatlanmış heparan sülfat, herpesvirus giriş mediatörü, nektin-1 ve nektin-2'dir (Spear ve ark., 2000; Tiwari ve ark., 2006;). Nektin-1, poliovirus reseptörü ile ilgili proteinlerden biri olarak izole edilmiştir ve PRR-1 olarak isimlendirilmiştir. Nektin-2'de başlangıçta insan poliovirus reseptörü (PVR)'nün murin homologu olarak izole edilmiştir. Ancak başka bir polio virus reseptörü ile ilgili protein olduğu ortaya çıkmıştır ve PRR-2 olarak isimlendirilmiştir. Nektin-1, Ca²⁺ bağımsız immunoglobülin benzeri hücre adezyon molekülüdür (Mandai ve ark., 2015). Nektin-1'in hücre adezyonu, polarizasyon, hareket ve proliferasyon gibi hücresele aktivitelerde de önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Ogita ve Takai, 2006). Nektin-2 ise spesifik olarak sertoli hücrelerinde bulunmaktadır ve hücre adezyon molekülü olarak işlev görmektedir (Ozaki-Kuroda ve ark., 2002).

Parvoviridae

Canine parvovirus tip 2 (CPV-2), *Protoparvovirus* genusuna aittir. CPV-2'nin, Feline parvovirus (FPV) ile antijenik yakınlığı olduğu bilinmektedir. Virus replikasyonunun intestinal kripte epitelyal hücreleri, kemik iliğindeki prekürsör hücreler ve myokardiyositler gibi sadece hızlı bir şekilde bölünebilen hücrelerde olduğu gözlemlenmiştir. (Cotmore ve ark., 2014). Kedilerin ise oldukça bulaşıcı ve ölümcül bir hastalık olan feline panleukopenia etkeni ise FPV'dir. FPV'nin replikasyonu çoğunlukla 6 haftalık yaşın üzerinde etkilenen kedilerde lenfoid doku, kemik iliği ve intestinal mukoza gibi başlıca mitotik olarak aktif olan dokularda gözlemlenmektedir (Stuetzer ve Hartmann, 2014).

CPV ve FPV kapsidlerinin, insan ve kedi transferrin reseptörleri (TfR)'e bağlandığı bildirilmektedir (Parker ve ark., 2001). Transferrin (Tf), omurgalılarda, hücrelere dolaşım yoluyla güvenli bir şekilde demir iyonunu iletmektedir ve iki tane reseptörü (TfR1 ve TfR2) bulunmaktadır. Hücresele demir eksikliği durumunda, TfR1 ekspresyonu artarken, demir fazlalığında ise TfR1 ekspresyonu düşüş göstermektedir (Kawabata, 2019). Kanser hücreleri, osteoklastlar ve aktif lenfositler gibi hızlı bir şekilde çoğalan hücreler ve enerji gerektiren hücrelerde artmakta olan demir ihtiyacından dolayı TfR1, yüksek seviyelerde ekspresyon olmaktadır (Roodman, 2009). Ayrıca hemoglobin sentezi için yüksek miktarlarda demir gerekli olan eritroblastlarda da yüksek seviyelerde TfR1 ekspresyonu görülmektedir. İnsan TfR2 geni ise α ve β olmak



üzere iki forma çevrilmektedir. Tfr2- α , tip 2 membran proteinidir ve hepatositlerde ve eritroid prekürsör hücrelerde eksprese olmaktadır (Kawabata, 2019). Tfr2- β ise başlıca sitosolikdir ve düşük seviyelerde çok çeşitli hücrelerde eksprese olmaktadır. Hem CPV ve hem de FPV'nin, bazı konakçı hücrelerin yüzeyinde bulunan Sia'ya bağlanabildiği de bildirilmiştir (Parker ve ark., 2001).

Papillomaviridae

Papillomavirus (PV)'lar zarsız, çift iplikli DNA viruslarıdır. PV'nin önemli kapsid proteini olan L1'in, virusun başlıca keratinosit hücrelerinin yüzeyine bağlanmasından sorumlu olduğu bildirilmiştir. Ancak heparan sülfat ve $\alpha\beta 4$ integrin kompleksinin hücresel reseptör olarak işlev görebileceği düşünülmektedir (Fothergill ve McMillan, 2006).

Bovine papillomavirus (BPV)'un onkoprotein olarak düşünülen BPV-1 *E5 onkogeni*'nin, 44 aminoasit içeren önemli bir protein kodladığı bildirilmiştir. BPV'nin neden olduğu karsinogenezin altında yatan mekanizmasının, E5 onkoproteininin trombosit kaynaklı büyüme faktörü- β reseptörü (PDGF- β R)'ne bağlanması ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Borzacchiello ve ark., 2006).

Human papillomavirus (HPV), epitelyal katmandaki açık yara yoluyla squamöz epitelyumun bazal katmandaki keratinositleri enfekte etmektedir (Gravitt ve Winer, 2017). Virus bazal hücrelere ulaştıktan sonra heparan sülfat ile L1 proteininin etkileşime girdiği bildirilmiştir (Aranda-Rivera ve ark., 2021).

Rhabdoviridae

Kuduz, bulaşıcı hastalıklar arasında en yüksek derece öldürücülüğe sahiptir. Hastalık etkeni *Lyssavirus* genusuna ait olan Rabies virus'tur. Rabies virusun genomu, nükleoprotein (N), fosfoprotein (P), matriks protein (M), glikoprotein (G) ve büyük polimeraz protein (L) kodlayan beş gen içermektedir. G protein enfeksiyon sırasında reseptöre bağlanmadan sorumlu olan bir integral transmembran glikoproteinidir (Etessami ve ark., 2000). Şu ana kadar nikotinik asetilkolin reseptör $\alpha 1$ (nAChR $\alpha 1$), nöral hücre adezyon molekülü (NCAM), p75 nörotrofin reseptör (p75NTR-düşük affinite sinir büyüme faktörü reseptörü) ve metabotropik glutamat reseptör 2 (mGluR2) Rabies virusun konak hücre reseptörleri olarak tespit edilmiştir. Rabies virusun ayrıca hücresel giriş için integrin $\beta 1$ 'i kullandığı da bildirilmiştir (Wang ve ark., 2018; Shuai ve ark., 2020).

Nikotinik asetilkolin reseptörü (nAChR)'nün, presinaptik sinir membranında değil de postsinaptik kas membranında yerleşim göstermesi, Rabies virusun tespit edilen ilk reseptör olmasını sağlamıştır (Lafon, 2005). Ayrıca Rabies virus, ilk olarak çizgili kas hücrelerinde çoğalmaktadır ve kas hücrelerini enfekte

etmek için nAChRs'yi kullanabilmektedir (Schnell ve ark., 2010).

Metabotropik glutamat reseptörler, G-proteini bağlı reseptör (GPCR)'ler ailesine ait olan hepta- α -helikal transmembran proteinleridir. Metabotropik glutamat reseptör 2 (mGluR2), merkezi sinir sisteminde anahtar bir rol oynamaktadır. mGluR2 dimerlerine glutamat bağlanmasının, Gi/o proteinleri yoluyla adenilat siklaz aktivitesinin inhibisyonunu uyararak için reseptörün transmembran alanı yoluyla bir sinyal ilettiği gösterilmiştir (Kurth ve ark., 2020). NCAM, hücre adezyon molekülleri IgSF'ye aittir ve yalnızca nöronlarda eksprese olmaktadır. NCAM, hipokampal alanlarda sinaptik plastisitenin düzenlenmesinde rol oynadığı bildirilmiştir (Sytnyk ve ark., 2017).

p75 nörotrofin reseptörü (p75^{NTR}), sinir büyüme faktörü reseptörü (NGFR) ve tümör nekroz faktör reseptörü üst ailesi (TNFRSF) 16 olarak bilinmektedir. Nörotrofik büyüme faktörleri ailesi içinde tespit edilen ilk reseptördür. Memelilerin ilk gelişimlerinde p75^{NTR}, sinir sisteminde yüksek derecede eksprese olmaktadır ve sinir büyümesinin desteklenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Zhang ve ark., 2021).

Vesicular stomatitis virus (VSV), *Rhabdoviridae* ailesi, *Vesiculovirus* genusu içerisinde yer almaktadır. VSV'nin hücreye girişinin, zarf glikoprotein G tarafından kolaylaştırıldığı bildirilmiştir (Roche ve ark., 2008). Glikoprotein G, virusun spesifik bir reseptöre bağlanması ile enfeksiyon siklusunun ilk aşamasında önemli bir rol üstlenmektedir (Albertini ve ark., 2012). VSV'nin başlangıçta hücre yüzeyinde bulunan lipid fosfatidilserin ile etkileşime girerek tutunduğu ve hücreye girdiği düşünülmekteydi (Coil ve Miller, 2004). Fakat daha sonra yapılan çalışmalarda LDL-R ve bu reseptör ailesi üyelerinin, VSV'nin hücresel reseptör işlevi gördüğü tespit edilmiştir (Finkelshtein ve ark., 2013).

Bazı virus ailesi ve üyelerinin kullandıkları reseptörler Tablo 4'te sunulmuştur.



Tablo 4. Bazı virus ailesi ve üyelerinin kullandıkları reseptörler

Virus ailesi	Genus	Virus	Reseptörler
Reoviridae	Rotavirus	Rotavirus	Sialik asit, İntegrinler, HBGA
	Orbivirus	Bluetongue virus	Sialik asit
Flaviviridae	Pestivirus	Bovine viral diarrhoea virus	CD46, LDL-R
Retroviridae	Lentivirus	Visna Maedi virus	MR
	Deltaretrovirus	Bovine leukemia virus	CAT-1
Poxviridae	Capripoxvirus	Sheeppox virus	Glikozaminoglikan
	Parapoxvirus	Orf virus	CKBP
Herpesviridae	Varicellovirus	Bovine herpesvirus-1	Heparan sülfat, Herpesvirus giriş mediatörü, Nektin-1, Nektin-2
Parvoviridae	Protoparvovirus	Canine parvovirus-2	TfR
		Feline parvovirus	TfR
Papillomaviridae		Bovine papillomavirus	PDGF-βR
Rhabdoviridae	Lyssavirus	Rabies virus	nAChRα1, NCAM, p75NTR, mGluR2, İntegrin β1
	Vesiculovirus	Vesicular stomatitis virus	LDL-R

CAT-1: Katyonik amina asit taşıyıcı 1 CKBP: Kemokin bağlanma proteini HBGA: Doku-kan grubu antijenleri LDL-R: Düşük yoğunluklu lipoprotein reseptörü mGluR2: Metabotropik glutamat reseptör 2 MR: Mannoze reseptörü nAChRα1: Nikotinik asetilkolin reseptör α1 NCAM: Nöral hücre adezyon molekülü PDGF-βR: Trombosit kaynaklı büyüme faktörü-β reseptörü p75NTR: p75 nörotrofin reseptörü TfR: Transferrin reseptör

Sonuç ve Öneri

Viral reseptörler, yalnızca hücre içinde çoğalabilen virusların duyarlı hücrelere girişinin ilk basamağını teşkil ettiği için kritik bir öneme sahiptir. Ayrıca viruslar çoğalabilmek için konak, doku ve hücrelerde seçici davranmaktadır. Örneğin myxoma virus insanlarda herhangi bir enfeksiyona neden olmazken tavşanları enfekte edebilmektedir. Benzer şekilde influenza virus, akciğer dokusunu enfekte edebilirken beyin dokusunu enfekte edemez. HIV makrofajlarda çoğalabilirken, sinir hücrelerinde çoğalamaz. Bu durum virusların hücrelere tutunmasında ve girişinde rol oynayan reseptörler ile ilişkilendirilmektedir.

Virus-reseptör etkileşimleri, anti-viral ilaçların uygun şekilde hazırlanmasına da öncülük etmektedir. Çünkü bazı virusların yüzey proteinleri, konakçı immün yanıtına ve çevre koşullarına bağlı olarak mutasyona uğramaya yatkındır. Bu durum konakçı immün hücrelerinin aynı hastalığa neden olan virüsü tanıyamasına neden olur. Dolayısıyla viral hastalıklardan korunmak için yapılan aşılarda, virusta meydana gelen bu antijenik değişimlerden dolayı konakta herhangi bir koruma sağlamayacak ve aynı hastalık belirtileri sürekli tekrarlanacaktır. Daha ileri safhalarda, hastalıkların farklı coğrafi bölgelere yayılması neticesinde epidemiler ve hatta pandemiler ortaya çıkabilmektedir. Konağın virüsü bir antijen olarak tanınmasında da reseptörler, temel bir işlev görmektedir. Konuyla ilgili olarak, kullandıkları reseptörleri tespit edilmemiş virus türleri bulunmaktadır. Bu reseptörlerin de belirlenmesi ile viral tropizmin ve veteriner alanda hastalıkların patogeneze mekanizmalarının daha iyi anlaşılması sağlanmış olacaktır.

Teşekkür

Bu derlemeyi hazırlamamda bana yardımlarını hiç aksatmayan danışman hocam Hasbi Sait SALTİK'a teşekkürlerimi sunarım.

Mali Destek

Bu çalışma herhangi bir finansman kuruluşundan/sektöründen hibe/destek almamıştır.

Etik Beyanı

Bu çalışmanın yapılmasında Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul (HADYEK) İzin Belgesi gerekmemektedir.

Yazar Katkıları

Oğuzhan KAPLAN araştırmanın yazımında ve yorumlanmasında görev almıştır.

Kaynaklar

- Adedeji, A. O., Barr, B., Gomez-Lucia, E., & Murphy, B. (2013). A polytropic caprine arthritis encephalitis virus promoter isolated from multiple tissues from a sheep with multisystemic lentivirus-associated inflammatory disease. *Viruses*, 5(8), 2005-2018. <https://doi.org/10.3390/v5082005>
- Albertini, A. A., Baquero, E., Ferlin, A., & Gaudin, Y. (2012). Molecular and cellular aspects of rhabdovirus entry. *Viruses*, 4(1), 117-139. <https://doi.org/10.3390/v4010117>
- Aranda-Rivera, AK., Cruz-Gregorio, A., Briones-Herrera, A., & Pedraza-Chaverri, J. (2021). Regulation of autophagy by high- and low-risk human papillomaviruses. *Reviews in Medical Virology*, 31(2), e2169. <https://doi.org/10.1002/rmv.2169>
- Arias, C.F., & López, S. (2021). Rotavirus cell entry: not so simple after all. *Current Opinion in Virology*, 48, 42-48. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2021.03.011>
- Arias, C. F., Silva-Ayala, D., & Lopez, S. (2015). Rotavirus entry: a deep journey into the cell with several exits. *Journal of Virology*, 89, 890-893. <https://doi.org/10.1128/JVI.01787-14>
- Bai, L., Sato, H., Kubo, Y., Wada, S., & Aida, Y. (2019). CAT1/SLC7A1 acts as a cellular receptor for bovine leukemia virus infection. *The FASEB*



- Journal, 33(12), 14516-14527. <https://doi.org/10.1096/fj.201901528R>
7. Blacklaws, B. A. (2012). Small ruminant lentiviruses: immunopathogenesis of Visna-Maedi and caprine arthritis and encephalitis virus. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 35(3), 259-269. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2011.12.003>
 8. Borzacchiello, G., Russo, V., Gentile, F., Roperto, F., Venuti, A., Nitsch, L., Campo, M. S., & Roperto, S. (2006). Bovine papillomavirus E5 oncoprotein binds to the activated form of the platelet-derived growth factor beta receptor in naturally occurring bovine urinary bladder tumours. *Oncogene*, 25, 1251-1260. <https://doi.org/10.1038/sj.onc.1209152>
 9. Böhm, R., Fleming, F. E., Maggioni, A., Dang, V. T., Holloway, G., Coulson, B. S., von Itzstein, M., & Haselhorst, T. (2015). Revisiting the role of histoblood group antigens in rotavirus host-cell invasion. *Nature Communications*, 6(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/ncomms6907>
 10. Cheng, Y. R., Li, X., Zhao, X., & Lin, H. (2021). Cell Entry of Animal Coronaviruses. *Viruses*, 13(10), 1977. <https://doi.org/10.3390/v13101977>
 11. Coffin, J., Blomberg, J., Fan, H., Gifford, R., Hatzioannou, T., Lindemann, D., Mayer, J., Stoye, J., Tristem, M., & Johnson, W. (2021). ICTV Virus Taxonomy Profile: Retroviridae 2021. *Journal of General Virology*, 102(12). 10.1099/jgv.0.001712
 12. Coil, D. A., & Miller, A. D. (2004). Phosphatidylserine is not the cell surface receptor for vesicular stomatitis virus. *Journal of Virology*, 78, 10920-10926. <https://doi.org/10.1128/JVI.78.20.10920-10926.2004>
 13. Cotmore, S. F., Agbandje-McKenna, M., Chiorini, J. A., Mukha, D. V., Pintel, D. J., Qiu, J., Soderlund-Venermo, M., Tattersall, P., Tijssen, P., Gatherer, D., & Davison, A. J. (2014). The family Parvoviridae. *Archives of Virology*, 159, 1239-1247. <https://doi.org/10.1007/s00705-013-1914-1>
 14. Coulson, B. S. (2015). Expanding diversity of glycan receptor usage by rotaviruses. *Current Opinion in Virology*, 15, 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2015.08.012>
 15. Couñago, R. M., Knapp, K. M., Nakatani, Y., Fleming, S. B., Corbett, M., Wise, L. M., Mercer, A. A., & Krause, K. L. (2015). Structures of Orf virus chemokine binding protein in complex with host chemokines reveal clues to broad binding specificity. *Structure*, 23(7), 1199-1213. <https://doi.org/10.1016/j.str.2015.04.023>
 16. Crespo, H., Reina, R., Glaría, I., Ramírez, H., de Andrés, X., Jáuregui, P., Luján, L., Martínez-Pomares, L., Amorena, B., & de Andrés, D. F. (2011). Identification of the ovine mannose receptor and its possible role in Visna/Maedi virus infection. *Veterinary Research*, 42(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-42-28>
 17. De Salort, J., Sintes, J., Llinàs, L., Matesanz-Isabel, J., & Engel, P. (2011). Expression of SLAM (CD150) cell-surface receptors on human B-cell subsets: from pro-B to plasma cells. *Immunology Letters*, 134, 129-136. <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2010.09.021>
 18. Di Teodoro, G., Bortolami, A., Teodori, L., Leone, A., D'Alterio, N., Malatesta, D., Rosamilia, A., Colaianni, M. L., Petrini, A., Terregino, C., Savini, G., Bonfante, F., & Lorusso, A. (2019). Replication kinetics and cellular tropism of emerging reoviruses in sheep and swine respiratory ex vivo organ cultures. *Veterinary microbiology*, 234, 119-127. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2019.06.001>
 19. Eisenberg, R. J., Atanasiu, D., Cairns, T. M., Gallagher, J. R., Krummenacher, C., & Cohen, G. H. (2012). Herpes virus fusion and entry: A story with many characters. *Viruses*, 4, 800-832. <https://doi.org/10.3390/v4050800>
 20. Etessami, R., Conzelmann, K. K., Faday-Ghotbi, B., Natelson, B., Tsiang, H., & Ceccaldi, P. E. (2000). Spread and pathogenic characteristics of a G-deficient rabies virus recombinant: an in vitro and in vivo study. *Journal of General Virology*, 81(9), 2147-2153. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-81-9-2147>
 21. Finkelstein, D., Werman, A., Novick, D., Barak, S., & Rubinstein, M. (2013). LDL receptor and its family members serve as the cellular receptors for vesicular stomatitis virus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 7306-7311. <https://doi.org/10.1073/pnas.1214441110>
 22. Fothergill, T., & McMillan, N. A. (2006). Papillomavirus virus-like particles activate the PI3-kinase pathway via alpha-6 beta-4 integrin upon binding. *Virology*, 352, 319-328. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2006.05.002>
 23. Gomez-Lucia, E., Barquero, N., & Domenech, A. (2018). Maedi-Visna virus: current perspectives. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 9, 11-21. 10.2147/VMRR.S136705
 24. Graham, K. L., Halasz, P., Tan, Y., Hewish, M. J., Takada, Y., Mackow, E. R., Robinson, M. K., & Coulson, B. S. (2003). Integrin-using rotaviruses bind $\alpha 2 \beta 1$ integrin $\alpha 2$ I domain via VP4 DGE sequence and recognize $\alpha \beta 2$ and $\alpha \beta 3$ by using VP7 during cell entry. *Journal of Virology*, 77, 9969-9978. <https://doi.org/10.1128/JVI.77.18.9969-9978.2003>
 25. Gravitt, P. E., & Winer, R. L. (2017). Natural history of HPV infection across the lifespan: role of viral latency. *Viruses*, 9(10), 1-10. <https://doi.org/10.3390/v9100267>
 26. Jindrák, L., & Grubhoffer, L. (1999). Animal virus receptors. *Folia Microbiologica*, 44(5), 467-486. <https://doi.org/10.1007/BF02816247>
 27. Katze, M. G., Korth, M. J., Law, G. L., & Nathanson, N. (2015). Viral pathogenesis: from basics to systems biology (pp. 29-30). Academic Press.
 28. Kawabata, H. (2019). Transferrin and transferrin receptors update. *Free Radical Biology and Medicine*, 133, 46-54. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.06.037>
 29. Kjellén, L., & Lindahl, U. (1991). Proteoglycans: structures and interactions. *Annual Review of Biochemistry*, 60, 443-475. <https://doi.org/10.1146/annurev.bi.60.070191.002303>
 30. Kurth, M., Lolicato, F., Sandoval-Perez, A., Amaya-Espinosa, H., Teslenko, A., Sinning, I., Beck, R., Brügger, B., & Aponte-Santamaría, C. (2020). Cholesterol Localization around the Metabotropic Glutamate Receptor 2. *The Journal of Physical Chemistry B*, 124(41), 9061-9078. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.0c05264>
 31. Lafon, M. (2005). Rabies virus receptors. *Journal of Neurovirology*, 11, 82-87. <https://doi.org/10.1080/13550280590900427>
 32. Luan, Y., & Xu, W. (2007). The Structure and Main Functions of Aminopeptidase N. *Current Medicinal Chemistry*, 14, 639-647. <https://doi.org/10.2174/092986707780059571>
 33. Mandai, K., Rikitake, Y., Mori, M., & Takai, Y. (2015). Nectins and nectin-like molecules in development and disease. *Current Topics in Developmental Biology*, 112, 197-231. <https://doi.org/10.1016/bs.ctdb.2014.11.019>
 34. Manoj, S., Jogger, C. R., Myscofski, D., Yoon, M., & Spear, P. G. (2004). Mutations in herpes simplex virus glycoprotein D that prevent cell entry via nectins and alter cell tropism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101, 12414-12421. <https://doi.org/10.1073/pnas.0404211101>
 35. Maurer, K., Krey, T., Moennig, V., Thiel, H. J., & Rümmerpff, T. (2004). CD46 is a cellular receptor for bovine viral diarrhea virus. *Journal of Virology*, 78(4), 1792-1799. <https://doi.org/10.1128/JVI.78.4.1792-1799.2004>
 36. Minardi da Cruz, J. C., Singh, D. K., Lamara, A., & Chebloune, Y. (2013). Small ruminant lentiviruses (SRLVs) break the species barrier to acquire new host range. *Viruses*, 5(7), 1867-1884. <https://doi.org/10.3390/v5071867>
 37. Moser, B., & Willmann, K. (2004). Chemokines: role in inflammation and immune surveillance. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 63, 84-89. <http://dx.doi.org/10.1136/ard.2004.028316>
 38. Navaratnarajah, C. K., Generous, A. R., Yousaf, I., & Cattaneo, R. (2020). Receptor-mediated cell entry of paramyxoviruses: Mechanisms, and consequences for tropism and pathogenesis. *Journal of Biological Chemistry*, 295(9), 2771-2786. <https://doi.org/10.1074/jbc.REV119.009961>
 39. Neufeldt, C. J., Cortese, M., Acosta, E. G., & Bartenschlager, R. (2018). Rewiring cellular networks by members of the Flaviviridae family. *Nature Reviews Microbiology*, 16(3), 125-142. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.170>
 40. Ogita, H., & Takai, Y. (2006). Nectins and nectin-like molecules: Roles in cell adhesion, polarization, movement, and proliferation. *IUBMB Life*, 58(5-6), 334-343. <https://doi.org/10.1080/15216540600719622>
 41. Ozaki-Kuroda, K., Nakanishi, H., Ohta, H., Tanaka, H., Kurihara, H., Mueller, S., Irie, K., Ikeda, W., Sasaki, T., Wimmer, E., Nishimune, Y., & Takai, Y. (2002). Nectin couples cell-cell adhesion and the actin scaffold at heterotypic testicular junctions. *Current Biology*, 12, 1145-1150. [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(02\)00922-3](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(02)00922-3)
 42. Parker, J. S. L., Murphy, W. J., Wang, D., O'Brien, S. J., & Parrish, C. R. (2001). Canine and feline parvoviruses can use human or feline transferrin receptors to bind, enter, and infect cells. *Journal of Virology*, 75, 3896-



3902. <https://doi.org/10.1128/JVI.75.8.3896-3902.2001>
43. Pratakpiriya, W., Ping Teh A. P., Radtanakattan, A., Pirarat, N., Thi Lan, N., Takeda, M., Techangamsuwan, S., & Yamaguchi, R. (2017). Expression of canine distemper virus receptor nectin-4 in the central nervous system of dogs. *Scientific Reports*, 7, 349. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00375-6>
44. Reguera, J., Mudgal, G., Santiago, C., & Casasnovas, J. M. (2014). A structural view of coronavirus-receptor interactions. *Virus Research*, 194, 3-15. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2014.10.005>
45. Reymond, N., Fabre, S., Lecocq, E., Adelaïde, J., Dubreuil, P., & Lopez, M. (2001). Nectin4/PRR4, a new afadin-associated member of the nectin family that trans-interacts with nectin1/PRR1 through V domain interaction. *Journal of Biological Chemistry*, 276(46), 43205-43215. <https://doi.org/10.1074/jbc.M103810200>
46. Rima, B., Balkema-Buschmann, A., Dundon, W. G., Duprex, P., Easton, A., Fouchier, R., Kurath, G., Lamb, R., Lee, B., Rota, P., Wang, L., & Consortium, I. R. (2019). ICTV virus taxonomy profile. *Paramyxoviridae*. *Journal of General Virology*, 100 (12), 1593-1594. [10.1099/jgv.0.001328](https://doi.org/10.1099/jgv.0.001328)
47. Roche, S., Albertini, A. A., Lepault, J., Bressanelli, S., & Gaudin, Y. (2008). Structures of vesicular stomatitis virus glycoprotein: membrane fusion revisited. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 65, 1716-1728. <https://doi.org/10.1007/s00018-008-7534-3>
48. Roodman, G. D. (2009). Osteoclasts pump iron. *Cell Metabolism*, 9(5), 405-406. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2009.04.005>
49. Ruiz-Sáenz, J., Goetz, Y., Tabares, W., & López-Herrera, A. (2009). Cellular receptors for foot and mouth disease virus. *Intervirology*, 52(4), 201-212. <https://doi.org/10.1159/000226121>
50. Saltık, H. S., & Kale, M. (2017). Mavdil Virus Hastalığı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 32-44. <https://doi.org/10.24998/maeusabed.284387>
51. Saltık, H. S., & Kale, M. (2022). Rapid molecular detection and isolation of Canine Distemper Virus in naturally infected dogs. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. <https://doi.org/10.33988/auvfd.846475>
52. Saltık, H., & Kale, M. (2020): Evaluation of infection with N protein-specific Immunoglobulin M and G in naturally occurring distemper in dogs. *Veterinárni Medicina*, 65: 168-173. <https://doi.org/10.17221/31/2019-VETMED>
53. Saltık, H. S., Kale, M., & Atli, K. (2022). First molecular evidence of border disease virus in wild boars in Turkey. *Veterinary Research Communications*, 46(1), 243-250. <https://doi.org/10.1007/s11259-021-09852-w>
54. Schnell, M. J., McGettigan, J. P., Wirblich, C., & Papaneri, A. (2010). The cell biology of rabies virus: using stealth to reach the brain. *Nature Reviews Microbiology*, 8(1), 51-61. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2260>
55. Shuai, L., Wang, J., Zhao, D., Wen, Z., Ge, J., He, X., Wang, X., & Bu, Z. (2020). Integrin $\beta 1$ promotes peripheral entry by Rabies virus. *Journal of Virology*, 94(2), e01819-19. <https://doi.org/10.1128/JVI.01819-19>
56. Smith, D. B., Meyers, G., Bukh, J., Gould, E. A., Monath, T., Muerhoff, A. S., Pletnev, A., Rico-Hesse, R., Stapleton, J. T., Simmonds, P., & Becher, P. (2017). Proposed revision to the taxonomy of the genus Pestivirus, family Flaviviridae. *Journal of General Virology*, 98, 2106-2112. [10.1099/jgv.0.000873](https://doi.org/10.1099/jgv.0.000873)
57. Sonowal, J., Patel, C. L., Gandham, R. K., Sajjanar, B., Khan, R. I. N., Praharaj, M. R., Malla, W. A., Kumar, D., Dev, K., Barkathullah, N., Bharali, K., Dubey, A., Lalita, D., Zafir, I., Mishra, B. P., & Mishra, B. (2021). Genome-wide expression analysis reveal host genes involved in immediate-early infections of different sheeppox virus strains. *Gene*, 801, 145850. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2021.145850>
58. Spear, P. G., Eisenberg, R. J., & Cohen, G. H. (2000). Three classes of cell surface receptors for alphaherpesvirus entry. *Virology*, 275, 1-8. <https://doi.org/10.1006/viro.2000.0529>
59. Spear, P. G., & Longnecker, R. (2003). Herpesvirus entry: An update. *Journal of Virology*, 77, 10179-10185. <https://doi.org/10.1128/JVI.77.19.10179-10185.2003>
60. Stonos, N., Wootton, S. K., & Karrow, N. (2014). Immunogenetics of small ruminant lentiviral infections. *Viruses*, 6(8), 3311-3333. <https://doi.org/10.3390/v6083311>
61. Stuetzer, B., & Hartmann, K. (2014). Feline parvovirus infection and associated diseases. *The Veterinary Journal*, 201(2), 150-155. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.05.027>
62. Su, A., Fu, Y., Meens, J., Yang, W., Meng, F., Herrler, G., & Becher, P. (2021). Infection of polarized bovine respiratory epithelial cells by bovine viral diarrhoea virus (BVDV). *Virulence*, 12(1), 177-187. <https://doi.org/10.1080/21505594.2020.1854539>
63. Suchowski, M., Eschbaumer, M., Teifke, J. P., & Ulrich, R. (2021). After nasopharyngeal infection, foot-and-mouth disease virus serotype A RNA is shed in bovine milk without associated mastitis. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 33(5), 997-1001. <https://doi.org/10.1177/10406387211022467>
64. Sytnyk, V., Leshchyns'ka, I., & Schachner, M. (2017). Neural cell adhesion molecules of the immunoglobulin superfamily regulate synapse formation, maintenance, and function. *Trends in Neurosciences*, 40(5), 295-308. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2017.03.003>
65. Tatsuo, H., Ono, N., Tanaka, K., & Yanagi, Y. (2000). SLAM (CDw150) is a cellular receptor for measles virus. *Nature*, 406, 893-897. <https://doi.org/10.1038/35022579>
66. Tiwari, V., Clement, C., Xu, D., Valyi-Nagy, T., Yue, B. Y., Liu, J., & Shukla, D. (2006). Role for 3-O-sulfated heparan sulfate as the receptor for herpes simplex virus type 1 entry into primary human corneal fibroblasts. *Journal of Virology*, 80, 8970-8980. <https://doi.org/10.1128/JVI.00296-06>
67. Tuthill, T. J., Rowlands, D. J., & Killington, R. A. (2007). Picornavirus entry. *Future Virology*, 2(4), 343-351. <https://doi.org/10.2217/17460794.2.4.343>
68. Veillette, A., & Latour, S. (2003). The SLAM family of immune-cell receptors. *Current Opinion in Immunology*, 15, 277-285. [https://doi.org/10.1016/S0952-7915\(03\)00041-4](https://doi.org/10.1016/S0952-7915(03)00041-4)
69. Villa, T. G., Feijoo-Siota, L., Rama, J. L. R., & Ageitos, J. M. (2017). Antivirals against animal viruses. *Biochemical Pharmacology*, 133, 97-116. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2016.09.029>
70. Wang, J., Wang, Z., Liu, R., Shuai, L., Wang, X., Luo, J., Wang, C., Chen, W., Wang, X., Ge, J., He, X., Wen, Z., & Bu, Z. (2018). Metabotropic glutamate receptor subtype 2 is a cellular receptor for rabies virus. *PLoS Pathogens*, 14(7), e1007189. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1007189>
71. Wasik, B. R., Barnard, K. N., & Parrish, C. R. (2016). Effects of sialic acid modifications on virus binding and infection. *Trends in Microbiology*, 24 (12), 991-1001. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2016.07.005>
72. Wu, W., & Roy, P. (2021). Sialic acid binding sites in VP2 of bluetongue virus and their use during virus entry. *Journal of Virology*, JVI-01677. <https://doi.org/10.1128/JVI.01677-21>
73. Zell, R. (2018). Picornaviridae-the ever-growing virus family. *Archives of Virology*, 163(2), 299-317. <https://doi.org/10.1007/s00705-017-3614-8>
74. Zeltina, A., Bowden, T. A., & Lee, B. (2016). Emerging paramyxoviruses: receptor tropism and zoonotic potential. *PLoS Pathogens*, 12(2), e1005390. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1005390>
75. Zhang, N., Kisiswa, L., Ramanujan, A., Li, Z., Sim, E. W., Tian, X., Yuan, W., Ibáñez, C. F., & Lin, Z. (2021). Structural basis of NF- κ B signaling by the p75 neurotrophin receptor interaction with adaptor protein TRADD through their respective death domains. *Journal of Biological Chemistry*, 297(2), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2021.100916>

Derleme makalesi/Review article



Economic development opportunities and general structure of livestock production in Somalia

Abdinasir Hassan MOHAMUD ^{1a*}, Burak MAT ^{1b}, Mustafa Bahadır ÇEVİRİMLİ ^{1c}

¹Department of Animal Health Economics and Management, Faculty of Veterinary Medicine, Selcuk University, Konya, Türkiye

Economic development opportunities and general structure of livestock production in Somalia

MAKALE BİLGİSİ/ARTICLE INFORMATION:

Geliş / Received:

04.11.2022

Revizyon/Revised:

06.12.2022

Kabul / Accepted:

07.12.2022

ORCID:

^a 0000-0002-2886-2388

^b 0000-0002-0455-8736

^c 0000-0001-5888-242X

Abstract:

Somalia is a country in the horn of Africa. Most of Somalia's geography comprises arid and semi-arid rangeland, making pastoralism the most appropriate form of land use. In addition to being the primary source of income for pastoralists, livestock also makes up the most significant portion of the country's gross domestic product (GDP). The primary livestock of Somalia comprises cattle, camel, sheep, and goats. This livestock has multipurpose utilizes and is ideally suited to the local environmental conditions in the region. Prolonged droughts are not a problem for indigenous breeds, and they can feed inadequate forage. In Somalia, all primary livestock data are still in the hands of pastoralists and agro-pastoralists, as only they practice livestock farming. Although Somalia has experienced conflict and instability for the past 20 years, which caused livestock infrastructure to fail and be destroyed, livestock production is still the nation's primary source of income. At present, there are few livestock enterprises in the whole country. Also, there are a lack of public animal health care services and a lack of feed industries. Somali livestock experts spent much time in the sector, lacking modern technology and research centers. This makes it challenging to obtain accurate data on the livestock sector. Because of a lack of resources, international recognition, and insufficient development program support, the Somali government can not establish animal farms. All animals depend on rangeland resources because of the free grazing system. Like most rangelands, this area has been affected by environmental change and degradation, primarily due to increasing population pressure, overstocking, lack of rangeland management plans (overgrazing), vegetation clearing for fuelwood (overgrazing) deforestation), and lack of clear jurisdiction over rangelands. In this study, the current situation and problems of animal production activities in Somalia are determined, and suggestions on the related solutions are presented.

Keywords: Somali, Rangeland, Livestock, Pastoralism

Somali'de hayvancılık sektörünün üretim yapısı ve ekonomik gelişimdeki önemi

Özet:

Somali, Afrika boynuzunda yer alan coğrafyası kurak ve yarı kurak meralardan oluşan bir ülkedir. Bu durum arazilerin hayvancılık faaliyetlerinde kullanımına imkan tanımaktadır. Hayvancılık, göçerler (pastoralistler) için birincil gelir kaynağı olmasının yanı sıra, ülkenin gayri safi yurtiçi hasılasının (GSYİH) en önemli bölümünü oluşturmaktadır. Somali'nin ağırlıklı olarak hayvan varlığı sığır, deve, koyun ve keçilerden oluşmaktadır. Hayvancılık faaliyetleri birden fazla amaç için yapılmakta olup, bölgedeki çevre koşullarına uygun sınırlı faaliyetlerden biridir. Yaşanan uzun süreli kuraklıklar yerli ırklar için bir sorun teşkil etmemekte sınırlı miktarda yem kaynağı ile yetinebilmektedirler. Somali'de, hayvansal üretim ağırlıklı olarak pastoralistlerin ve tarımsal-pastoralistlerin elindedir. Somali, son 20 yıldır, hayvancılık altyapısının yetersizliği, yetersiz olan altyapının çatışmalardan dolayı tahrip olmasına ve istikrarsızlık yaşanmasına rağmen, hayvancılık üretimi hala Somali'de birincil gelir kaynağı konumundadır. Şu anda, tüm Somali'de sınırlı sayıda hayvancılık işletmesi vardır. Ayrıca, kamu hayvan sağlığı hizmetleri ve yem sanayisinde temel konularda eksiklikler bulunmaktadır. Somali'deki hayvancılık uzmanları, modern teknoloji ve araştırma merkezlerinden yoksun olarak sektörde uzun yıllar geçirmiştir. Bu durum, hayvancılık sektörü hakkında doğru veriler elde etmeyi zorlaştırmaktadır. Kaynak eksikliği, uluslararası tanınırlığın düşük oluşu ve yetersiz kalkınma programları desteği nedeniyle, Somali hükümeti hayvancılık sektörüne gerekli desteği verememektedir. Serbest otlatma sistemi nedeniyle tüm hayvanlar mera kaynaklarına bağımlıdır. Çoğu merada olduğu gibi, artan nüfus baskısı, mera yönetim planlarının eksikliği (aşırı otlatma), yakacak odun için bitki örtüsünün temizlenmesi, ormanların tahribi ve meralar üzerinde net bir otorite yetkisinin olmaması nedeniyle çevresel değişim ve bozulmadan etkilenmiştir. Bu çalışma ile Somali'de hayvansal üretim ve faaliyetlerin mevcut durum ve sorunları tespit edilmeye çalışılmış olup sorunlara somut çözüm önerileri ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Somali, Mera, Hayvancılık Sektörü, Göçer Hayvancılık

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: abdnasirrowliyo15@gmail.com

How to cite this article: Mohamud AH, Mat B, and Çevrimli MB (2022). Economic development opportunities and general structure of livestock production in Somalia. *J. Antakya Vet. Sci.*, 1(1), 23-32.



Introduction

The Republic of Somalia is a country in the east of Africa that shares borders with Djibouti, Ethiopia, and Kenya. Somalia has a landmass of about 638,000 km² and a coastline that is about 3333 km long. With rising altitude, precipitation increases, and a part of the western region receives up to 20 inches (9 kg) of precipitation per year (Elmi, 2021). In East Africa, there are two distinct seasons within the rainy season. Long rains usually account for more than 60% of the annual precipitation during the rainy season from April to June. Short rains occur between September and November (Desta, 2016). The average monthly temperature variance in the north of Somalia is between 15–25°C, whereas it ranges from 25–35°C in the south.

Nomadic livestock is the most suitable livestock activity in Somali lands; it is based primarily on semi-arid and arid pastures. In Somalia, pastures make up 55% of the country's land assets, residential land makes up 19%, forests make up 14%, and cropland makes up 12%. In 1990 according to estimations, 8.2 million hectares were cultivated (Cecchi et al., 2010). Rangelands are about 45 million hectares. Forest areas are about 9.6 million hectares. The agricultural areas of Somalia are used for grazing animals. Raised animals' sheep, cattle and goats and camels are commonly fed with barley, wheat, sorghum, oats, and other grain straws. In the south, there are two permanent rivers (Cecchi et al., 2010). This study aims to investigate the nomadic production structure in Somali agriculture and animal husbandry.

Livestock system

Both settled, and nomadic livestock models are used in Somalia's livestock production system. The main animal species within livestock enterprises are cattle, sheep, goats, and camels. It is estimated that there are 7.2 million camels, 4.9 million cattle, 11.5 million sheep, and 11.6 million goats in Somalia (Muigai et al., 2016).

Table 1. Number of animals in Somalia (million heads) FAOSTAT (2014–2018)

Year	Camel	Index	Cattle	Index	Goat	Index	Sheep	Index
2014	7 150 000	100	4 900 000	100	11 600 000	100	12 325 000	100
2015	7 212 732	100.9	4 890 346	99.8	11 648 453	100.4	11 974 491	97.2
2016	7 229 221	101.1	4 850 000	99.0	11 582 464	99.8	11 561 176	93.8
2017	7 225 419	101.1	4 800 000	98.0	11 576 726	99.8	11 000 000	89.2
2018	7 243 771	101.3	4 749 973	96.9	11 536 738	99.5	10 649 679	86.4

Table 1 shows that the quantity of camels, cows, and goats has not increased significantly during the past five years. According to sheep, there has been a significant decline (13.6%) because of overconsumption, slaughter, and export.

European Commission (EC) reports reported that in 1999

livestock production contributed to the incomes of 60% of the Somali population. EC concludes that no country in Africa has greater importance as livestock than Somalia (Fereja, 2016).

There were some livestock farms (two significant cattle farms in the south of the country, one sheep and one cattle enterprise in the north, and three significant poultry farms), and livestock production was widespread before the civil war that began in Somalia in 1991. Even crossbreeding studies were carried out at the artificial insemination center in the city of Afgoye, but since the civil war, it has been left inoperative today (Abdullahi, 1990). Somalia's livestock production practices vary based on the local climate, labor availability, animal species, and herd size. Seasonal migration occurs as people seek pasture and water-rich areas for their livestock to graze (White et al., 2001).

In Somalia, there are certain locations where cattle, sheep, and goats can be found. This was probably due to the following. It is proven that particular animal breeds are linked to specific regional tribes. Therefore, not all participants hold more than one type of cattle and could not give their breed preferences. It was possible to determine more than one type of cattle and breed preferences in several counties where the respondents kept. However, there is a preference for the Surqo breed over the Dauara breed among livestock breeders in the Dinsmoor district. However, the Dauara breed is a preferred breed over the Somali Boran in the Afmadow region; the Gasara breed was preferred in the Beldweyne region, which also had Dauara and Gasara people. This was also revealed by Dauara (Mekasha et al., 2014).

While the breed of choice in the relatively promising agro-pastoral areas in the central Shebelle region, the Somali Boran was preferred in the drier areas of the Juba region in the middle Shebelle region, goat breeders mostly breed either the Somali long-eared or Somali short-eared variety. A total of 40 respondents who own both varieties indicated they prefer the long-eared breed because it produces more milk and meat, with 93% of these individuals responding similarly. According to Farm-Africa (1996), long-eared goats can weigh up to 42 kg as adults, whereas short-eared goats can only weigh up to 32 kg. There is some genetic variability, such as compelling growth rates. These features reveal the genetic advancement opportunities of the herds.

Exports of livestock and their products constitute 60% of the total exports in the country over the years. However, exports were interrupted by drought and international bans as Saudi Arabia implemented in 2000 (FAO 2018). There has been a great loss of livestock due to the drought in Somalia in recent years.



Nomadic livestock breeders have been severely affected by these adverse events and the country's food security has also been endangered (FAO 2018). The livestock sector in Somalia is a sector that is directly or indirectly affected by climate change. The livelihoods of millions of people will be at risk if appropriate measures are not taken to ensure the sustainability of livestock farming (Cecchi et al., 2010).

Nomadic livestock system

Nomadic livestock breeders migrate with their herds to graze their animals in the pasture. Although it varies depending on the location, pastoralists derive all their income from the animals and consume the products themselves (Kiliç, 2014). As stated in the review study, the nomadic lifestyle depends on mobility, and communal grounds are crucial as a source of pasture and natural fodder; even when it comes to the use of pastures and water resources, their animals survive possible shocks and recover faster because nomads manage their herds well (Desta, 2016).

Mobility allows nomads to have many opportunities. For example, mobility enables animals to migrate from drier regions to greener regions or locations that most animals will not soon reach. It removes diseases from areas known to occur at certain times of the year (Bishop et al., 2008). While it is less frequent during the rainy season, factors including the probability that the location has a source of water and feed and the animals' endurance as they migrate from pasture to pasture tend to occur during extended dry periods and times of drought. While goats and camels are more prevalent in Somalia's wetter central and northern regions, drought cow breeding is frequent in southern regions (Kassahun, 2006).

Somali nomads are planning a larger family to raise more animals and scale up. Males are the most engaged in animal husbandry. While it is responsible for finding feed and water for animals, adults and children stay in villages. Animals are

kept close to settlements, villages, and buildings and are looked after by men and women (Unruh, 1991).

Although there are plenty of arable lands, they do not grow forage, and storage techniques (silage, hay) are not used, so they face a shortage of roughage in dry seasons, which is restrictive throughout the country. In nomadic livestock, all animals depend on grazing resources and use the free grazing system. Livestock yields are quite low due to the insufficient use of high-quality feeding techniques (Shire, 2015).

Settled (Extensive) livestock system

It is a settled family's livestock-related occupation in rural locations. There are numerous varieties; it is obvious that it can be carried out by several animals, a small herd, or a single animal. This production method was previously only employed in the south and northwest of Somalia, but it is now present throughout the country. The problem is widespread because natural pastures are deteriorating and becoming useless for animals, even in arid and barren areas (De Waal, 2007).

There is a division of labor in the settled livestock system among family members. While most of the herd is fed outside the property, some are kept inside to provide milk. Family members on the farm also work in agriculture (grain cultivation). Generally, animals are allowed to graze because there is so much grass in the rainy season. If they are in the dry season, roughage (wheat, barley, sorghum, straw, and corn products) is also produced (Birhan and Manaye, 2015).

Livestock breeds of Somalia

Camels (*Camelus dromedarius*), cattle (Somali Boran, Surqo breed, Gasara, Dauara), sheep (Somali sheep blackhead) and goats (Somali goats) are the most common animal breeds in Somalia. The nomadic livestock system is widespread in Somalia, where animals graze over a large geographic area (in Somalia, Djibouti, Ethiopia, and Kenya).

Table 2. Number and species of animals by region (million heads).(F SAU 2017 data)

Region	Northwest	North	Middle	South	South east	Total
Camel (Head)	1 684 702	1 224 142	1 179 782	1 393 912	1 293 902	6 776 440
Camel Percentage Distribution	24.86	18.06	17.41	20.57	19.09	100
Cattle (Head)	408 960	135 890	461 860	1 340 870	2 061 850	4 409 430
Cattle Percentage Distribution	9.27	3.08	10.47	30.41	46.76	100
Sheep (Head)	5 837 320	3 448 720	109 868	707 020	741 860	10 844 788
Sheep Percentage Distribution	53.83	31.80	1.01	6.52	6.84	100
Goat (Head)	6 790 000	3 096 180	370 580	1 860 110	2 047 800	14 164 670
Goat Percentage Distribution	47.94	21.86	2.62	13.13	14.46	100
Total number of animals (Head)	14 720 982	7 904 932	2 122 090	5 301 912	6 145 412	36 195 328



The economic importance of chicken farming is low compared to other livestock sectors (Muigai et al., 2016).

Livestock composition in Somalia

Camels, goats, sheep, and a few cattle are primarily raised in the nation's northwest, northeast, and center. Due to the significant rainfall, many cattle are on the Hiran side. Camels, goats, and sheep are also present. Cattle herds managed by the settled livestock systems of the middle Shabelle and lower Shabelle are frequent (Mugunieri et al., 2012). Although camels and goats are also raised in Juba, cattle are the main livestock species.

Table 2 shows that the animal species and numbers reared by region in Somalia are mostly goats, and camels in small numbers, and cattle and sheep can be found in the middle, north, and northwest. Due to the significant amount of rain in the middle, there are many camels. In addition, there are cattle, goats, and sheep. In the South and Southeast, the primary places for growing cattle and goats as well as camels and sheep, the established livestock system is frequently used to rear herds of cattle in the Central Shabelle and Lower Shabelle districts.

Camels

Camels are sacred to Somali shepherds. Camels are owned and inherited animals; ownership begins with the child's birth. Camels are first marked with the sign, then unique shepherds for individuals or families use proverbs and songs to show their love for camels. They are used in social rituals to strengthen social solidarity among nomads (Farah, et al., 2004).

Across Somalia, dromedary camel breeding (*Camelus dromedarius*) is common and this species is known for its resilience to harsh desert conditions (Ameha Kassahun et al., 2008). Although the body weight of dromedary camels is estimated to be around 350-400 kg, the live weight of mature males and females can reach 500 kg. Since camels can be used for different purposes and are a source of labor and transportation, especially milk and meat output, breeders are of great importance (Elmi, 1991).

For nomadic livestock breeders to make a living, it is essential to secure their milk production throughout the year. The great importance of camels comes from their ability to produce milk throughout the year, regardless of the season. Traditionally, camels are milked twice a day. The average milk yield for one lactation per day is 7 lt/day. Camel milk is traditionally thought to have potential health benefits and medicinal properties,

which may also help treat certain diseases. It has a high concentration of nutrients and bioactive components and is close identical to human breast milk (Elmi, 1991).

Cattle breeds

The zebu cattle breed is the most common breed of cattle in Somalia. While Boran, Gasara, Dauara, and Surqo are subspecies of Somali cattle breeds (Rege and Tawah, 1999). Somalia Boran breed; Zebu are believed to have been one of the first animals to enter Africa from Western Asia after Ethiopian cattle migrated there, (Rege and Tawah, 1999). This breed is distributed in Gedo, Lower Jubba, Central Jubba, North-West Somalia, and Eastern Somali Regions. The heights of adult males and females are 117-147 cm and 114-127 cm, respectively, and their live weights are 500-850kg and 380-450kg (Muigai et al., 2016). Boran, one of the breeds, is preferred as a meat breed. It has black spots on its skin and is generally white. Small horns may be present, humps present, and well developed. The neck is short, humped groin-fat, and in the thoracic position, the upper line rises posteriorly, broad and Suited-muscled, the upper right may be thick and rounded, with the long tail (Muigai et al., 2016). Surqo breed: It is a hybrid of Somali Boran or Ethiopian that is not known origin breed (Rege and Tawah, 1999). Gasara: Breed of little East African Zebu cattle subgroup, while Somalia's central and northern regions are home to several Somali short-horned zebu. It is a small animal, with a weight range of 250–300 kg at its heaviest. The horns are short and slender, but the hump is extremely noticeable, and the dewlap and skin are less developed. The skin is lead gray, dark gray, or dark red, with a white face, tawny, or light brown (Muigai et al., 2016). Dauara (Dawara): The Garre or Ghera tribe those are living in the middle and upper Shabelle river region of southern Somalia cultivates the Dauara breed. The animals weigh between 280 and 320 kg, and they are a small breed. The horns are short and slender, and the skin is usually red with black patches. When compared to pinchers, whose slopes are severely raised, it rises more (Muigai et al., 2016). Characteristic of four breeds of Somali cattle Dauara, Gasara, Surqo, and Somali Boran are described in Table 3.

In Table 3, the characteristics of the cattle, their breed and live weight (kg), the regions where they were raised, and their physical characteristics are indicated. As you can see, it has been in Boran since its highest body weight. The Somali Boran is believed to be a descendant of the Zebu's first entry into Africa from Western Asia and is thought to have developed as livestock from Ethiopia moved to Somalia and Jubaland near the Somali-Ethiopian border. The Surqo breed is a genus of zenga. After Zebu cattle arrived in Africa from Asia, zebu-sanga crosses gave rise to the zenga breeds.



Table 3. Characteristics of Cattle

Breed	Weight (kg)	Growing regions	Physical characteristics
Boran	380-450	North-western, Eastern, Gedo, Lower, and Middle Jubba	The Humpback, a carnivore breed, is present and well developed. The neck is short, humps in the back, is broad, and is well-muscled.
Dawara	280-320	Middle Shabelle, Awdal, Hargeisa and Benadir	It is a small breed, its coat color is red, sometimes with black spots, its horns are short and thin.
Gasara	250-300	Lower Jubba, Middle Jubba, North-western, North-Eastern, Hiran, and Bakool Gedo	Bark color is lead gray, dark gray, or dark red, horns short and slender, but with very prominent hump, less developed dewlap and skin.
Surqa	>350	Middle and Lower Shabelle, Bay and Lower Jubba	

The Surqo breed is a cross between the Somali or Ethiopian Boran and an unidentified sanga population.

Sheep breeds

The most common breed of sheep in Somalia is the Somali Karabash. It should be noted that this type of breed is the origin of the Karabash Iranian breed (Otte and Chilonda 2002; Wilson 1991). It is a fat-tailed breed found throughout Somalia, distinguished by a black head and a white body, also its hooves rarely black. It has a powerful head that seems convex and has a hollow nasal structure. Usually without horns, though a few do have them, and they have medium-sized ears. Males typically weigh 35 to 45 kg when they reach maturity (Muigai and Hanotte, 2013).

Goat breeds

The long-eared Somali goat, the short-eared Somali goat, and to a lesser extent the Somali Arabian goat are the three main breeds of goats found in Somalia. The Somali long-eared goat is believed to be a descendant of the Somali Arabian goat introduced from Arabia (Farm-Africa, 1996). The Somali Arabian goat, as its name implies, was introduced to Africa by Arab traders. Somalia Long-eared goat (Great White Somali): It can be found all over Southern Somalia's dry and semi-arid regions and Northern Kenya and Ethiopia. Adult mature males' bodies measure between 70 and 75 cm and weigh 42 kg living weight. The hair is short and thin, the complexion is white, and the ears can be horizontal or slightly drooping (Farm-Africa, 1996).

In arid and semi-arid climates, Somali Short-Eared Goat is primarily found in the northern towns and eastern regions of Jijiga, Degeh-bur, and Werder. It is a small goat, weighing between 28 and 33 kg in mature males. The ears are horizontal or semi-drooping, the skin is mostly white, and the plumage is short. The facial features are flat in two dimensions and are reported to be 19% male and 8% female (Fereja, 2016).

Somali Arabian goat (Benadir): It is grown in the northern and southern regions of Somalia. In several towns and villages, long-eared dairy goats are bred. The smallest goat in Somalia is this one. The typical length of a female appears to be 65 cm, while a mature male weighs about 26 kg. The dark or light brown hair, and long hair. It shows twin and triple calving in goats. (Farm-Africa, 1996)

General status of the livestock sector in Somalia

Livestock has for centuries been the backbone of the Somali economy. Income from livestock is an important source of food security, as is the domestic use of meat and other animal products. However, cyclical droughts happen every three to five years, while catastrophic droughts last 20 to 25 years in Somalia. Important animals used for a living are said to have died during the rainy season due to severe flooding and poor water resource management (Abdullah and Arisoy, 2020). Inadequate veterinary care and a lack of disease surveillance, weakened commerce and exports, overgrazing and soil erosion in some places, and a lack of sufficient water resources are the key issues facing the cattle industry. Because the transition to a modern agricultural system would boost productivity and create more job opportunities, formal education and training are required to increase the capacity of nomadic systems. Feed industries must be built to reduce cattle pasture and prevent overgrazing (Maystadt and Ecker, 2014).

Livestock export in Somalia

Most of the commerce in livestock is among the Middle East countries. This is supported by linkages to the past, present, and culture (Mugunieri, 2015). Sales of cattle typically increase during Ramadan and Hajj. For instance, this rise is exclusively seen in sheep and goats; it is not seen in those other animal species. Cattle and camels have mostly stayed the same. As the country with the largest market share, Somalia exports live animals to Saudi Arabia, Kuwait, Qatar, the United Arab Emirates, Oman, and Bahrain, where typically 70% of the country's livestock is sold. Yemen, Egypt, Iraq, Jordan, Libya,



and Malaysia are the nations that come after it (Wilson, 2016).

Compared to other nations in the region, Somalia exports a very high of livestock, with 5 million head of livestock exported annually between 2012-2016 (Elmi, 2021). Due to its predominant dry and semi-arid climate pattern, grazing is the most appropriate use of the land in Somalia (Musa, 2020). The Somali economy has long relied heavily on livestock. It is the main export product of the nation and the main source of food and money for the largely rural populace.

Before the war, 46% of Somalis made a living as livestock and nomadic breeders. It accounted for 80% of total export income and 40% of GDP (Mugunieri et al., 2012). A record 5 million animals were transported from Somalia to markets in the Arabian Gulf in 2014, mostly as a result of substantial expenditures in the control of animal diseases, which were backed by the European Union and the United Kingdom. The amount of cattle shipped from Somalia in the past 20 years has never been higher.

According to export statistics gathered by the Food Safety and Nutrition Analysis Unit (FSNAU), under the Food and Agriculture Organizations (FAO) supervision, Somalia exported 4.6 million goats and sheep, 340 000 cattle, and 77 000 camels in 2014 for a total estimated export value of \$360 million. The FAO, Galkayo-Bossaso livestock certification program will aid in ensuring high-quality livestock for domestic and international consumption (FAO). Due to the relative mobility of cattle, which allowed them to relocate from conflict zones to more stable surroundings with ease, it was also one of the

rural and urban areas, particularly for women. Milk is a crucial food source for producers, who often increase household consumption during dry seasons. Additionally, it significantly improves the nutrition of the general populace (Zampieri et al., 2019).

Milk production

Since the early 1990s, Somalia's production of fresh raw milk has significantly increased. The most significant is camel milk. According to FAOSTAT, Somalia generated over 1.1 million tons of camel milk in 2014, with a gross market value of \$1.65 billion. With total milk production, an estimated 2.7 billion dollars in revenue is generated (Farah, 2007). Camel milk is popular in Somalia, and Somalia tops the list of African nations that produce the most camel milk.

Compared to other animal species, camels may produce an average of 2.5–3.5 liters of milk per day on low-quality feed. In the rainy season, when production is at its highest, milk prices are lowest; in the dry seasons, when output is at its lowest (Hagaa), prices are highest. Since most cattle are kept outdoors, the seasonal accessibility and availability of milk in towns are a significant concern. Milk is less accessible and more expensive during dry seasons when cattle wander in search of pasture and water (Umphlett et al., 2019)

Meat production

Because of rising urbanization rates and rising demand brought on by a growing population, Somalia is producing more meat. The most common animal meat is beef. The majority of the meat trade is for the regional market, where fresh (chilled or not frozen) meat is desired. Sometimes local governments own and operate slaughterhouses that supply meat. The meat industry generates job and income opportunities for women, who predominate in the meat marketing industry, in all urban markets. (Yhannes Mehari et al., 2007). The most significant barriers to domestic meat marketing are related to the unsanitary infrastructure of slaughterhouses and meat markets. According to Castiello, 2011 research conducted in Somalia, many slaughterhouses lacked drainage systems, roofing, running water, and lighting, making them unsanitary. It has been stated that a lack of meat inspectors and a lack of a legislative framework for veterinary departments to enforce rules frequently result in inadequate production supervision. Most of the meat markets are reported to have poor cleanliness standards, making the meat susceptible to contamination (Rembold, 2013).

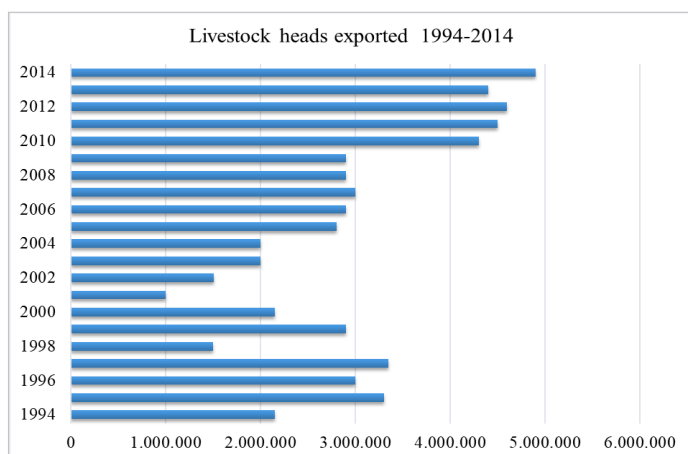


Figure 1. Livestock heads exported 1994-2014

Livestock production

Breeders in Somalia primarily cultivate different animal species alongside one another to produce milk and meat. Production of meat and milk throughout the nation's various ecological regions generates employment and revenue in



Animal feeding applications

Nomadic livestock is the foundation of Somali livestock. Consequently, animals feed on meadows naturally. Therefore, the application does not suit the Somali cattle feeding system. However, under some uncommon circumstances, feeding animals indoors with hay, straw, and grains is possible. However, it only happens sometimes. Many animals are exported from Somalia to Arab nations. These animals are fed dried grass from various meadow species at the quarantine sites where they are shipped (Unruh, 1991).

Pastureland

In Africa, pasture lands are the main sources of fodder for ruminant animals, approximately 41% of the total land area, and 59% of all the agricultural land (Zerga, 2018). Rangelands make up about 55% of the total land resources in Somalia. The entire life of the nomadic herds depends on the pastures. Somalia has different types of arid and semi-arid pasture plants, such as open savannas (shrub meadows), closed savannas, and grasslands (shrublands). Although these pastures have abundant biological resources, they are currently subject to unfavorable human and ecological effects (Bedunah & Angerer, 2012). Deterioration in agricultural areas reduces the fodder and its quality and makes it necessary for animals to move longer distances to meet their needs. Hence, the destruction of pastures may reduce the production of milk and meat, which are staple foods for nomads, as well as endanger the food security and long-term livelihoods of rural farmers (Ameha Kassahun et al., 2008).

As stated in Zerga's studies, the lands covered by the rangelands are currently starting to become desert due to overgrazing, lack of precipitation, prolonged drought, improper management of the rangelands, and the region's biodiversity in the region is decreasing day by day. The scarcity of vegetation, soil fertility and quality also reduce negatively affecting the livelihoods of growers and creating one of the main environmental problems in the country (Zerga et al., 2018). The main problems in the development of rangelands are the illegal occupation of pastures as private property, lack of basic knowledge of rangeland management, lack of relationship between stocking rate and carrying capacity, lack of support services, poor research and expansion, improvement, and inadequate supply (Pande, 2009).

In Somalia, animals do not find enough water due to nomadic livestock herds, especially during the dry seasons (summer and winter) when it hardly rains. They must therefore use water

carefully at these times. Cattle are irrigated every two days, sheep, and goats every four days, while camels are watered once every ten days during drought spells. In challenging conditions, camels only drink once a month (Unruh, 1995).

Forage production and feeding problem

Although the annual precipitation average of Somalia is 100-200 mm, this amount can be 500-600 mm in high-altitude regions. Since the majority of Somalia has an arid, semi-arid climate, nomadic livestock breeding is appropriate (Muchiri, 2007). Due to this, nomadic animal husbandry is carried out to provide suitable grazing areas, and animal mobility is experienced depending on the year or season. Additionally, due to these resources limited mobility and availability, fights may arise between the growers for pasture resources. In recent years, forage crops have been grown on 30 ha in modern livestock enterprises, and primarily traditional farmers were trained on planting forage crops, while forage crop seeds were provided. The feed can be found most of the year as a scarce resource in many parts of Somalia. Although the amount of feed may be sufficient in some parts of the country, it is insufficient in quality due to low energy and protein, and high cellulose, and lignin content, which limits livestock breeding and growth (Opio et al., 2020).

The quality and quantity of dried roughage in rural areas are insufficient to feed a large number of animals. Dry riverbeds and waterways (rainwater) is used for natural pastures along mixed farm areas, forage production, and subsistence grains. Grain scraps and by-products are important for animal rations in this mixed production system. However, they are generally of low quality and have low nutritional values, and there is a lack of information regarding processing and preservation methods. The roughage is usually harvested with a scythe, piles are formed and kept until it is fed to the animals. The both methods cause losses (Elmi, 1989). However, roughage production from traditional and newly introduced seeds is around 18,000 tons, which needs to be increased. In addition, these forage crops grown are mostly meadow grass and cereal scraps, corn, sorghum, and wheat straw with low protein and energy content, and high lignin and cellulose content (Conway, 2005).

While most roughage is sold, bales are sold tied large enough to be carried by hand. Therefore, the prices of the bales vary according to the supply and demand balance. In some cities (Bosaso), where there is no livestock, hay prices can be very low. However, a truck of roughage is between US\$150 and US\$450. Grass quality and transportation also affect prices (Castiello et al., 2011).



Agricultural trade sector

The majority of Somalia's exports were agricultural goods. Before the war in early 2010, agricultural exports made up about 93% of all exports. In the past thirty years, there have been significant changes in export figures.

Somalia continues to be highly dependent on a select few export goods (Table 4) and foreign markets. The main export in the early 2010s was livestock, which brings in about \$208.9 million annually. Livestock is primarily sent for slaughter but also for reproduction, in the late 1980s, it was nearly seven times as much (Abdullahi et al., 2022). As a result, In the early 2010s, the livestock subsector accounted for 74 percent of all export revenues, up from 93 percent in 2015.

As we can see, there is a large difference between the export and import of the country resulting in a negative foreign trade balance (Figure 2). Somalia ranks 175th among export countries in the world. With exports of \$198 million and imports of \$2.23 billion, Somalia had a negative trade balance of \$2.04 billion in 2017. Most exports to Italy were fruits, particularly bananas (Somalia also exported grapefruit and papaya). In recent years, fruits have been exported only occasionally to gulf countries.

Conclusion

The Nomadic and settled livestock is a big part of Somalia's livestock production system. Somalia, one country that exports a lot of animals, depends on livestock for around 60% of its income. However, it has serious issues with animal nutrition, particularly with the provision of feeds. This predicament is summed up by the absence of feed factories in Somalia. The most significant benefits for Somalia are believed to be the number of pastures and the continued herding of nomadic animals. For animal husbandry to continue producing, scientific research must be expanded. Establishing and improving animal marketing, veterinary care, and drought mitigation methods, including water conservation, is necessary. Cattle are typically maintained on farms, and farmers provide food and water to the animals. This is known as the zero-grazing system. Zero grazing can lessen unneeded stress on plants and give damaged rangelands a chance to recover because of the smaller shared grazing area.

In addition, suggested solutions for Somalia would be listed as:

- ◆ Alternating grazing should be done on the pastures by dividing the animals into groups and regions. During pasture use, contact with different herds with each other should be kept to a minimum.

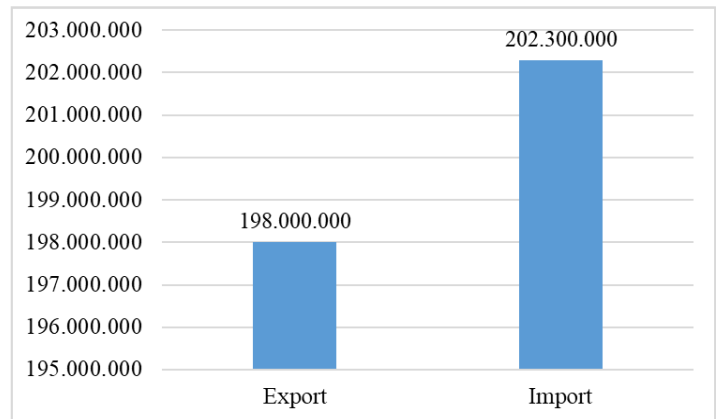


Figure 2. the comparison between exports and imports in 2017

Table 4. the comparison between exports and imports of the country (Million USD) (FAOSTAT 2016)

Years	Total Agricultural Exports	Total Exports	Index	Total Agricultural Imports	Total Imports	Index
1981-1985	115	119.6	100	118.1	297.9	100
1986-1990	109	114.3	95.6	82	279.1	93.7
1991-1995	93.7	102.5	85.7	84.7	144.2	48.4
1996-2000	112.3	119.9	100.3	122	167.1	56.1
2001-2005	141.1	169.5	141.7	201.9	288.1	96.7
2006-2010	208.9	282.5	236.2	525.9	719.7	241.6
2011-2014	518.1	559.1	4675	1 217.90	1 674.7	562.2
2015	643	688.5	575.7	1 496.80	2 358	791.5

- ◆ Water wells can be drilled in every pasture to reduce animal movements caused by lack of water and prevent animal disease spread.
- ◆ The government should set up agricultural extension organizations that motivate farmers to embrace cutting-edge farming practices for lower imports.
- ◆ Farmers should participate in all production-related training and courses.
- ◆ The government should continue to work to improve and support the production process of animal breeders. In addition, it is essential to make the necessary infrastructure improvements, especially in the agriculture and livestock sectors.

Acknowledgements

This study is oral presented at the Vth Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress 22-23 October 2021

Funding

This research received no external funding



Ethics approval and consent to participate

Not applicable

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Author Contribution

Abdinasir Hassan MOHAMUD and Burak MAT took part in the compilation of the articles, the writing of the research, and the making and interpretation of the tables. Mustafa Bahadır ÇEVRİMLİ assisted in the coordination and arrangement of the study. All authors have read and approved the manuscript.

References

1. Abdullahi, A. M. (1990). Pastoral production systems in Africa: a study of nomadic household economy and livestock marketing in Central Somalia (Vol. 8).
2. Bedunah, D., Angerer, J. (2012). Rangeland degradation, poverty, and conflict: how can rangeland scientists contribute to effective responses and solutions? *Rangeland Ecology & Management*, 65(6), 606-612. <https://doi.org/10.2111/REM-D-11-00155.1>
3. Abdullahi, A. A., Arisoy, H. (2022). Agricultural structure in Somalia. *Eurasian Journal of Agricultural Economics* 2 (1): 1-14 Vol. 2 No. 1 (2022): *Eurasian Journal of Agricultural Economics*, 2 (1), 1-14
4. Birhan, M., Manaye, Y. (2015). Survey study on feeding strategies, challenge and marketing of beef cattle production in Ethiopia. *Middle-East Journal of Scientific Research* 21 (4), 669-674. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2014.21.04.82403
5. Bishop, S., Catley, A., Sheik, H. (2008). Livestock and livelihoods in protracted crisis: The case of southern Somalia. *elief*, 127. <https://www.fao.org/3/i6637e/i6637e.pdf>
6. Castiello, M., Innocente, S., Wamalwa, K., Munyua, S., Matete, G., Njue, S. (2011). Sustainable livelihood: potential role and quality assurance of camel export trade in Somalia. *Scientific Reports*, 1, 227. <http://dx.doi.org/10.4172/scientificreports.227>
7. Cecchi, G., Wint, W., Shaw, A., Marletta, A., Mattioli, R., Robinson, T. (2010). Geographic distribution and environmental characterization of livestock production systems in Eastern Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 135(1-2), 98-110. DOI : 10.1016/j.agee.2009.08.011
8. Conway, D., Allison, E., Felstead, R., Goulden, M. (2005). Rainfall variability in East Africa: implications for natural resources management and livelihoods. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 363(1826), 49-54. DOI: 10.1098/rsta.2004.1475
9. De Waal, A. (2007). Class and power in a stateless Somalia. *Social Science Research Council*, 20, 1-14. <https://items.ssrc.org/crisis-in-the-horn-of-africa/class-and-power-in-a-stateless-somalia/>
10. Desta, A. H. (2016). Pastoralism and the issue of zoonoses in Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(7), 21-27. https://www.researchgate.net/publication/303041802_Pastoralism_and_the_Issue_of_Zoonoses_in_Ethiopia
11. Elmi, A. (1989). Management, foraging behavior, diet composition and forage quality of free-ranging but herded camels in CeelDheer District, Central Somalia. <https://digitalcommons.usu.edu/etd/6449/>
12. Elmi, A. (1991). Livestock production in Somalia with special emphasis on camels. *Nomadic Peoples*, 87-103. https://www.jstor.org/stable/43123342#metadata_info_tab_contents
13. Elmi, OE. (2021). Hayvansal üretimin önemi ve Somali ekonomisine katkısı, Galgaduud bölgesi örneği. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Entitüsü Yüksek Lisans Tezi. Konya, Türkiye.
14. Farah, K., Nyariki, D., Ngugi, R., Noor, I., Guliye, A. (2004). The Somali and the camel: Ecology, management and economics. *The Anthropologist*, 6 (1), 45-55. <https://doi.org/10.1080/09720073.2004.11890828>
15. Farah, Z., Mollet, M., Younan, M., Dahir, R. (2007). Camel dairy in Somalia: Limiting factors and development potential. *Livestock Science*, 110(1-2), 187-191. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.12.010>
16. Farm-Africa, T. (1996). Goat Types of Ethiopia and Eritrea Physical description and management systems. In: FARM-Africa International Livestock Research Institute. <http://publication.eiar.gov.et:8080/xmlui/handle/123456789/1544>
17. Fereja, G. (2016). Characterization of African goat production and productivities: the case of Ethiopia: a review. *Glob J Sci Front Res*, 16, 1-11. <https://journalofscience.org/index.php/GJSFR/article/view/1829>
18. Gezahegn, A. (2006). Characterization of rangeland resources and dynamics of the pastoral production systems in the Somali region of eastern Ethiopia. University of the Free State, <http://publication.eiar.gov.et:8080/xmlui/handle/123456789/1801>
19. Headey, D., Taffesse, A., You, L. (2014). Diversification and development in pastoralist Ethiopia. *World Development*, 56, 200-213. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.10.015>
20. Kassahun, A. (2006). Characterization of rangeland resources and dynamics of the pastoral production systems in the Somali region of eastern Ethiopia. University of the Free State, <http://publication.eiar.gov.et:8080/xmlui/handle/123456789/1801>
21. Kassahun, A., Snyman, H., Smit, G. (2008). Impact of rangeland degradation on the pastoral production systems, livelihoods and perceptions of the Somali pastoralists in Eastern Ethiopia. *Journal of Arid Environments*, 72(7), 1265-1281. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196308000050>
22. Kiliç, T. (2014). Karacadağ'da Göçebe Hayvancılık ve Göçerler. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(2), 1-12. <https://doi.org/10.18069/fusbed.34839>
23. Maystadt, J. F., Ecker, O. (2014). Extreme weather and civil war: Does drought fuel conflict in Somalia through livestock price shocks? *American Journal of Agricultural Economics*, 96(4), 1157-1182. <https://doi.org/10.1093/ajae/aau010>
24. Mekasha, A., Gerard, B., Tesfaye, K., Nigatu, L., Duncan, A. J. (2014). Inter-connection between land use/land cover change and herders'/farmers' livestock feed resource management strategies: a case study from three Ethiopian eco-environments. *Agriculture, ecosystems & environment*, 188, 150-162. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.02.022>
25. Muchiri, P. (2007). Climate of Somalia. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=SO2009100006>
26. Mugunieri, G., Mtimet, N., Enock, K., Costagli, R., Gulaid, I. (2015). Saudi Arabia end-market requirements and the implications for Somaliland livestock exports: ILRI (aka ILCA and ILRAD). <https://core.ac.uk/download/pdf/132685427.pdf>
27. Mugunieri, L. G., Costagli R., Abdulle, M., Osman, I., Omore, A. O. (2012). Improvement and diversification of Somali livestock trade and marketing: Towards a formalized grading system for export quality livestock in Somalia. ILRI Discussion Paper. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=QT2016106824>
28. Muigai, A., Matete, G., Aden, H., Tapio, M., Okeyo, A., Marshall, K. (2016). The indigenous farm genetic resources of Somalia: preliminary phenotypic and genotypic characterization of cattle, sheep and goats: ILRI (aka ILCA and ILRAD). <https://core.ac.uk/download/pdf/132683417.pdf>
29. Muigai, A. W., Hanotte, O. (2013). The origin of African sheep: archaeological and genetic perspectives. *African Archaeological Review*, 30 (1), 39-50. <https://doi.org/10.1007/s10437-013-9129-0>
30. Musa, A. M., Wasonga, O. V., Mtimet, N. (2020). Factors influencing livestock export in Somaliland's terminal markets. *Pastoralism*, 10(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s13570-019-0155-7>
31. Opio, P., Makkar, S., Tibbo, M., Ahmed, S., Sebsibe, A., Osman, M., Munyua, S., 2020. Regional Animal Feed Action Plan for East Africa: why, what, for whom, how used and benefits. *CAB Reviews*, 7(044), 1-16.
32. Pande, R. S. (2009). Status of rangeland resources and strategies for improvements in Nepal. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 4(047), 1-11.
33. Parlak, A., Hayrettin, E. (2006). Bazı yapay mera karışımlarında ekim yöntemleri ve azot dozlarının fide gelişmesine etkileri. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(02), 203-209. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_00000000480
34. Rege, J., Tawah, C. (1999). The state of African cattle genetic resources II. Geographical distribution, characteristics and uses of present-day breeds and strains. *Animal Genetic Resources Information*, 26, 1-25. doi:10.1017/S1014233900001152



35. Rembold, F., Oduori, S., Gadain, H., Toselli, P. (2013). Mapping charcoal driven forest degradation during the main period of Al Shabaab control in Southern Somalia. *Energy for Sustainable Development*, 17(5), 510-514. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1020&context=hprccnews>
36. Umphlett, N., Mamood, R., Flanagan, P., Brown, E., Rush, G., Stiles, C. J. (2019). The Prairie Post Quarterly Newsletter of the High Plains Regional Climate Center-July 2019. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1020&context=hprccnews>
37. Unruh, J. D. (1991). Nomadic pastoralism and irrigated agriculture in Somalia. *GeoJournal*, 25(1), 91-108. <https://doi.org/10.1007/BF00179776>
38. Unruh, J. (1995). The relationship between indigenous pastoralist resource tenure and state tenure in Somalia. *GeoJournal*, 36(1), 19-26. <https://doi.org/10.1007/BF00812523>
39. White, D. H., Lubulwa G. A., Menz, K., Zuo, H., Wint, W., Slingenbergh, J. (2001). Agro-climatic classification systems for estimating the global distribution of livestock numbers and commodities. *Environment international*, 27(2-3), 181-187. doi: 10.1016/s0160-4120(01)00080-0. PMID: 11697667.
40. Wilson, T. (2016). Economic recovery in Somalia. *Bildhaan: An International Journal of Somali Studies*, 15(1), 9. <https://digitalcommons.maclester.edu/bildhaan/vol15/iss1/9/>
41. Yohannes Mehari, Z., Gebru, G. (2007). Potentials of camel production in Babilie and Kebribeyah wore-das of the Jijiga zone, Somali region, Ethiopia. *ESAP Proceedings*. <http://www.lrrd.org/lrrd19/4/meha19058.htm>
42. Zampieri, M., Ceglar, A., Dentener, F., Dosio, A., Naumann, G., Van, Den Berg, M., Toreti, A. (2019). When will current climate extremes affecting maize production become the norm? *Earth's Future*, 7(2), 113-122. <https://doi.org/10.1029/2018EF000995>
43. Zerga, B., Workineh, B., Teketay, Dç, Woldetsadik, M. (2018). Rangeland degradation and rehabilitation efforts in the Somali national regional state, eastern Ethiopia: A Review. *international journal of innovative research and development*, 7(5). DOI: 10.24940/ijird/2018/v7/i5/MAY18026



Derleme makalesi / Review article



Tıpta ve veteriner tıpta yapay zeka

Özge Sevinç Korkmaz Akar^{1a*}, Yakup Yıldırım^{1b}



¹Department of Virology, Faculty of Veterinary Medicine, Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, Türkiye

Artificial Intelligence in Medicine

Abstract:

Even though the very idea of artificial intelligence, which was put forward with the imagination of imitating human intelligence by machines, is perceived as a homogeneous and simple concept, there are different types of systems working and aiming for different purposes including expert systems, fuzzy logic and genetic algorithms. One of the most drastic progress in this field is the implementation of artificial neural networks as the closest point to biological neural networks of human intelligence. The use of artificial intelligence in medicine enables the opportunity to protect and prolong life and improve the quality of life even further. With the help of developed artificial intelligence applications, health management and monitoring will improve both health professionals and patients' life significantly. In other words, with the efficient and widespread use of artificial intelligence in medicine, there will be plenty of health benefits. In this review, it is aimed to give information about the history and the progress of artificial intelligence and novel applications in both human and veterinary medicine

Keywords: Yapay Zeka, Biyoteknoloji, Tıp, Veteriner Tıp

MAKALE BİLGİSİ/ARTICLE INFORMATION:

Geliş / Received:

25.10.2022

Revizyon/Revised:

28.11.2022

Kabul / Accepted:

01.12.2022

ORCIDS:

^a 0000-0001-8854-0420

^b 0000-0003-4299-4712

Tıpta ve veteriner tıpta yapay zeka

Özet:

İnsan zekasının makineler tarafından taklit edilmesi hayali ile ortaya konulan yapay zeka fikri, ilk bakışta homojenik bir kavram gibi algılsa da aslında farklı sistemlerin farklı amaçlarla çalıştığı birden çok türü mevcuttur. Uzman sistemler, bulanık mantık ve genetik algoritmalar gibi zekanın farklı özelliklerini farklı bir modelleme ile taklit etmeyi hedefleyen türleri vardır. Bu alandaki en çarpıcı ilerleme ise; makinelerin insan zekasına en çok yaklaştığı alan olan ve biyolojik sinir ağlarını taklit eden yapay sinir ağlarının pratiğe dökülmesi ile olmuştur. Teknolojinin sağlık alanında aktif kullanımı canlıların hayatını koruma ve uzatma, hayat kalitesini iyileştirme şansını daha da ileriye taşımaktadır. Yapay zekanın sağlık alanında kullanılması ile canlıların hayat ve sağlık standartlarının iyileştirilmesine yönelik etkisinin olumlu yönde olacağı yalın bir gerçektir. Tıpkı insan zekası gibi yapay zekanın da etkin kullanımı sağlık alanında yeni atılımları da beraberinde getirecektir. Bu derlemede yapay zekanın insan ve hayvan sağlığı alanında kullanımı ve uygulamaları hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Artificial Intelligence, Biotechnology, Medicine, Veterinary Medicine

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: ozgesevinckorkmazakar@gmail.com

How to cite this article: Korkmaz Akar OS, Yıldırım Y (2022). Artificial Intelligence in Medicine and Veterinary Medicine . *J. Antakya Vet. Sci.*, 1(1), 33-39



Giriş

Can machines think? The idea of artificial intelligence (A.I.) came up with Alan Turing's famous question (Turing, 2009), and it became a reality after it was named "Artificial Intelligence" during a workshop in 1956. (Haenlein and Kaplan, 2019). Inspired by the success of the Bombe, the first known electromagnetic computer deciphering Enigma codes, Alan Turing defines how intelligent machines can be created and how their intelligence can be tested by manifesting the Turing Test (Haenlein and Kaplan, 2019). Turing Test, which simply evaluates the success of an A.I., is performed by whether a person understands an intelligence belongs to a human or a machine and it is considered an important criterion even today (Turing, 2009). Consequently, even though a perfect A.I. is yet to be created, Deep Blue computer system of IBM defeated Kasparov in a chess game and gained the first victory against humanity (Gezer, 2019).

The idea of A.I. encompasses scientific research into robotics, collaborative robotics, and quantum computers, but in the public eye it is seen as a machine acquiring traits unique to the human brain, such as mimicking thought processes, learning from examples and experiences, recognizing objects, generalizing, deciding, and problem-solving (Haenlein and Kaplan, 2019).

The advancing technology enables to use of A.I. efficiently in medicine, especially when it comes to challenges with infectious diseases. There are various kinds of fields and biomedicine through bio-informatics is one of the most prominent applications. Even though biomedicine typically bases its work on human medicine, animals are increasingly being considered in assessments since they serve as reservoirs for diseases that have affected human health throughout human evolution and history. Thus new A.I. methodologies and technologies target human and animal health altogether (Yesil, 2019).

AI is a multidisciplinary informatics field that aims to transfer characteristics of people defined as intelligence to a computer-based object. In fact, AI is a simulation of human intelligence imitated by machines and programmed by humans.

There are two types of AI. One of them, weak AI, covers many applications that surround us today. It is trained and focused to perform certain tasks.

The other is strong AI. The other is strong AI which automatically chooses the problem without any human intervention and replicates the autonomy of the human brain in a more sophisticated way. Strong AI has no practical utilization today and exists only in theory. One of the examples of artificial superintelligence is the fictional superhuman computer assistant HAL from 2001: A Space Odyssey.

Applications of artificial intelligence

Expert systems (ES)

Expert systems dating back to the 1960s, emerge as a result of J. Lederborg's work on computer-based interpretations of spectrograph data and are considered as an advisory software system modeling the reasoning and decision-making process of one or more real experts with capabilities of improving expertise over time (Nabiyev, 2005). The areas where an expert's experience is needed are the most common utilization fields of expert systems. A successful expert system is the result of experience and facts. Furthermore, in order to create a successful expert system, it needs to be developed in a specific field. Heavily preferred expert system utilization areas are foresight, planning, diagnosis, design, monitoring, testing and debugging, inspection, training, recognition and interpretation (Baykal and Beyan, 2004).

Fuzzy logic

Fuzzy logic, different from classical logic systems, aims to model irregular reasoning processes that play a role in the decision-making ability of humans in event of uncertainty. When the data is insufficient to process, it is possible to find a meaningful solution by applying fuzzy logic rules (Baykal and Beyan, 2004). There are two main reasons why classical logic systems cannot cope with incomplete or imprecise information. First, they cannot interpret statements expressed in a natural language because the meaning is not precise. Secondly, they cannot interpret the symbolic meanings of the statements expressed in a language. However, the human mind can reason and make decisions in situations such as uncertainty, incomplete or contradictory information, objective reality and probability; in other words, in an environment of imperfect information. It can perform various physical and mental tasks without measuring and calculating. Fuzzy logic is an attempt to execute these abilities of the human mind (Zadeh, 2008).

Genetic algorithm

The genetic algorithm describes a sub-branch of artificial intelligence with a similar structure to Darwin's theory of evolution in biology and is one of the first evolutionary algorithms that paved the way for modern evolutionary computation. A genetic algorithm is a research method technique that was created to find the absolute truth or approximate truth in the solutions of search and optimization problems based on natural selection and heredity rules. It is created by collecting many solution proposals similar to individuals coming together to form a population (Zadeh, 2008).



Machine learning

Tom Mitchell, taking a modern approach to the definition of machine learning, named the tasks coded in a computer program as T, the performance of the program on executing these tasks as P, and the experience of the program as E and suggested that a program can show a better P by learning from E on executing T. There are two main machine learning algorithms: supervised learning and unsupervised learning (Ng, 2011). In supervised learning, a training set containing input-output data is given to the system for learning. In unsupervised learning, only problem-based input data is given to the system and output data corresponding to the input data is expected.

Deep learning

Deep learning, as a subset of machine learning, is inspired by the structure of the human brain. Deep learning algorithms constantly analyse data with a certain logical structure and try to reach similar conclusions like the human brain would. To achieve this, deep learning uses a multi-layered algorithm structure called artificial neural networks. The design of the neural network is based on the structure of the human brain (Nabiyev, 2005). Single layers of neural networks are similar to a deduction filter working from general knowledge to a certain conclusion. This increases the probability of detecting and giving the correct result. Each node layer is trained on a different feature set according to the output of the previous layer. The further advancement through the neural network makes the recognizable features above the node layers more complex. This is described as a hierarchy of features and is actually a hierarchy of increasing complexity and abstraction (Nicholson, 2020).

Artificial neural networks

Artificial neural networks are a computing structure consisting of processing elements with individual memory. It is a structure created as an imitation of biological neural network and there are nerve cells such as inputs, weights, gathering function, activation function and outputs similar to biological neural networks (Nabiyev, 2005). Artificial neural networks applications can be integrated into different areas such as optimization, classification, pattern recognition, clustering, function approach and prediction (Abiodun et al., 2018).

Use of artificial intelligence in medicine

Even though the early applications of AI emerged in the 1950s, limited computer technologies and software produced with these technologies prevented the comprehensive application of AI in the field of medicine until the beginning of the 2000s and therefore, the adaptation progressed gradually. Early

applications were usually about transferring data to the virtual environment. For example, as an important digital database resource, Medical Literature Analysis and Information Extraction System (MEDLINE) and PubMed, a web-based search engine, were designed in the 1960s (Kaul et al., 2020). The first examples of artificial intelligence applications in the field of medicine are a CASNET-based glaucoma consultation program and the expert system called MYCIN (Weiss et al., 1978).

Particularly with the advancement of deep learning after the 2000s, AI systems are used in many areas such as risk assessment, more accurate identification and diagnosis and development of work-flow schemes, especially in clinical practice, since they can process complex algorithms and learn by themselves (Kaul et al., 2020). Furthermore, with use of predictive models which is a machine learning technique based on processing historical and statistical data to calculate possible outcomes and compatible decisions in the future, it has begun to be used in areas such as diagnosing diseases, predicting therapeutic response, applying for preventive medicine by preventing disease potentials, and performing sensitive operations (Ruffle et al., 2019).

Use of expert systems in medicine

Medical expert systems provide clinical decision-making support by mimicking the human decision-making process and help the improvement of healthcare in this way. The aim of the ES is to assist the user to analyse the current situation better than the user or the system can do alone. It helps to make more accurate diagnoses, to ensure that the treatment plan is created on a more scientific basis, to eliminate potential medical errors in the whole disease follow-up process, and to inform the clinician about the patient's condition (Zhou and Sordo, 2020). Some of the examples of medical ES designed to assist in the clinical decision process of medical diagnosis are the Leeds Abdominal Pain System, HELP, INTERNIST-I, Quick Medical Reference, Caduceus and DXplain.

Leeds Abdominal Pain System assists in the diagnosis of abdominal pain by using symptoms and laboratory test results (Kulikowski, 2019). DXplain, on the other hand, generates differential diagnoses by using input symptoms and is also used as an electronic medicine book (Amisha et al., 2019). ONCOCIN is used to prepare chemotherapy protocols for cancer patients. Likewise, an antibiotic consultation program integrated into the hospital information system (HELP) assists to identify the "probable" pathogen carried by the patient by accessing the medical records of the patient and processing it with the information entered by the physician. This program has been reported to provide %17 better results than physicians in

predicting the pathogen and treatment of the related pathogen (Zhou and Sordo, 2020).

The use of fuzzy logic in medicine

Fuzzy logic is a soft computing technology that can tolerate uncertainty in logic and thus produce better solutions. Essentially, fuzzy logic provides a characterization of transition values between evaluations such as yes or no or true or false. Disease diagnosing procedure includes various uncertainties and unclear situations. For example, some type of disease may occur with different symptoms in different patients or two different diseases with similar symptoms may be seen. Also, the treatments of these diseases may provide different outcomes. There are also indefinite factors such as the patient's subjective medical history or possible errors in diagnostic tests. These uncertainties have led to the inclusion of expert systems with fuzzy logic in the field of medicine instead of expert systems with classical propositional logic (Baykal and Beyan, 2004; Ozsahin et al., 2020).

CADIAG, a hospital information system, is one of the first successful examples of fuzzy expert systems in the field of medicine. It takes medical records, process them, codes them according to certain rules and turns them into medical information. Then, the system was improved to CADIAG-2. CADIAG-2 is applied in the fields of rheumatology, gastroenterology and hepatology. More recently, optimal drug therapy in HIV seropositive patients has been discussed using the fuzzy cost function (Caetano et al., 2008). Another example is the fuzzy optimization technique for the prediction of coronary heart disease using the decision tree algorithm (Persi Pamela and Gayathri, 2013).

The Use of Genetic Algorithm in Medicine

An algorithm is a well-defined set of rules and instructions that describe a set of operations. Metaheuristic methods are a problem-solving technique based on searching and optimization of the problem space and used to solve complex problems faster or to find an approximate solution when classical methods cannot find an exact solution. These methods are inspired by various events including ant colonies inspired by ant behavior, artificial bee colonies inspired by bees' behavior, grey wolf optimizers inspired by grey wolves' behavior, artificial neural networks, river formation dynamics inspired by the river formation process, artificial immune system and genetic algorithm. Metaheuristic approaches are frequently used in other fields of science including engineering, math and computer programming where it is necessary to solve complex problems or make optimal decisions.

Genetic algorithms can be used in every field including radiology, oncology and infectious diseases in medicine. One of the prior applications of genetic algorithms in radiology is breast cancer screening using mammography. Karnan and Thangavel (2007) used a genetic algorithm to detect micro-calcifications in mammograms suggesting breast cancer. Duraipandian et al. (2011) performed Raman spectroscopy from the cervical region by using colposcopy to develop a non-invasive technique for cervical cancer detection and analysed obtained biomolecular information with a genetic algorithm to differentiate between normal and dysplastic cervix. This system was able to distinguish dysplasia from the normal cervix with %72 sensitivity and %90 specificities. Elveren and Yumusak (2011) designed artificial neural networks trained by genetic algorithm for the diagnosis of tuberculosis. This system provided a high accuracy rate (%95) and better performance compared to other algorithms.

The Use of Artificial Neural Networks in Medicine

Artificial neural networks are one of the most interesting branches of AI and are widely used in the field of medicine. Nowadays, artificial neural networks emerge as a more useful and reliable method instead of algorithm-based systems for solving complex problems. Various studies have been conducted around the world using artificial neural networks, demonstrating the applications of pattern recognition, classification, prediction, data analysis, drug design, medical diagnosis and prognosis in the field of medicine.

In a study conducted by Banner et al. (2006), respiratory rate per minute and power were determined non-invasively in patients with respiratory failure using artificial neural networks without using an invasive oesophageal catheters.

In addition, there are other studies in neurology and artificial neural networks that are researched through clinical trials. One of the studies has evaluated the accuracy of artificial neural networks in classifying the positive or negative response given to the cholinesterase inhibitor donepezil in a group of patients with Alzheimer's disease, by comparing them with the discriminant analysis. According to the results of the study, it is found that artificial neural networks are more effective than discriminant and other methods in distinguishing between responders and non-responders (Mecocci et al., 2002).

Fogel et al. (1995) used artificial neural networks to detect breast cancer from histological data. Their results showed that artificial neural networks performed better than other methods.



In addition, many reports have been presented showing that artificial neural networks perform accuracy and survival prediction in colon cancer classification when compared with other statistical or clinicopathological methods (Ahmed, 2005).

Use of artificial intelligence in veterinary medicine

Although the applications of AI in veterinary medicine are not as extensive and widespread as those in human medicine, there are studies showing that AI can be used effectively in the near future. Machine learning based on provided regular input by clinical data, procures a wide range of utilization, from aggroupment, based classification and disease prediction studies, to generating regular data from irregular clinical data entry by natural language processors (Yesil, 2019).

In a study, a decision support system based on fuzzy logic has been developed to test whether it would be successful in the field of livestock and it has been implemented to determine the compatibility between the system and the decision taken by an expert. It was stated that the decision support system, designed by using the reproduction and milk yield records of Holstein Fresian dairy cows, made the correct classification with a rate of %92.6 and fuzzy logic decision support systems can be used successfully in animal husbandry (Akilli et al., 2016).

There are some other studies to investigate the utilization of AI. It was reported that the logistic regression method has performed well to predict conception success in dairy cows (Hempstak et al., 2015). Takma et al. (2012) also investigated the effects of artificial neural networks and multiple linear regression models on the lactation period, calving season and service period on lactation milk yield and adaptation abilities of cows comparatively. Another study to classify and determine the effects of various factors such as season and natural selection on the fertilization of Japanese quail eggs by utilization of AI has been developed. This study has determined that %85 of quail eggs were productive and %15 had lower reproductive efficiency with a success rate of %99.7 (Küçükönder et al., 2014).

Recent research has been conducted using deep learning AI techniques to detect left atrial enlargement from thoracic radiographs of dogs and to compare these results with a diagnosis of physicians. The results of this research have revealed that AI can be used to diagnose left atrial enlargement as the data obtained by AI is correlated to the data obtained by physicians (Li et al., 2020).

In another study, it was reported that AI techniques accurately determined the necessity for surgical intervention and the

probability of survival in horses with acute colic (Fraivan and Abutarbush, 2020). In the same year, a veterinary consultation program was coded by changing an existing communication system so that patient owners could consult, and it was suggested that with this program, patient owners could be accurately informed about the health of their animals (Huang and Chueh, 2020).

The European Coordination Committee on Veterinary Training (ECCTV) provided a report in 2020 on the application of digital technologies and artificial intelligence in veterinary education and practice. In the report, a comprehensive literature review was executed, the effects of digital technologies and artificial intelligence on veterinary education and practice were evaluated, the advantages and disadvantages of the integration of such technologies were examined and variable recommendations weresubmitted (Avignon et al., 2020).

In another recently published article, Ezanno et al., (2021) evaluated the contributions of artificial intelligence to veterinary medicine research and practice, determined possible obstacles and challenges and prepared recommendations.

The advantages of digital transformation were reported in a recent review. In that review, the digital transformation in livestock farming and related improvements to animal health, detection of diseases, increasing productivity and solving problems were evaluated (Fuentes et al., 2022).

Likewise, Zuraw and Aeffner (2022) also evaluated and introduced emerging topics around artificial intelligence and machine learning in veterinary pathology.

Artificial intelligence and ethics in medicine

Even if an artificial ethical algorithm is created with artificial intelligence, some disadvantages and artificial ethical problems may arise in defining good or bad behaviors as a form of verifiable information (Cokar, 2019).

Ethics, as an intellectual activity, systematically examines the motives for good or bad behavior and aims to develop certain norms about how to behave. Various opinions have been proposed about the nature and meaning of ethical judgment throughout the history of philosophy. There are philosophers who justify that ethics is a phenomenon entirely related to the will, as well as those who claim that ethics is based on informational quality and that moral principles are mathematically precise.

An ontological dimension is added to the debate on the ethical -knowledge relationship, with AI applications expected to show



similar behavior to human behaviour. If moral codes are mathematically precise, they can be inserted into AI algorithms. On the contrary, if moral codes are based on the will, the primary objective for AI should be learning the concept of will. Even if an artificial ethical algorithm is implemented in AI, disadvantages and artificial ethical problems (system functioning is a black box, not be legally liable for the results obtained by the system, the security of the information added into the system is controversial etc.) may arise with defining good or bad behaviours as a form of verifiable information (Cokar, 2019).

Conclusion

Considering the advancing technology, it is inevitable that AI systems will be implemented into our lives more and more in the near future. Even though the AI is objective and unbiased, data input to train AI is human-based. Inevitably, human-based data contains biased inputs and accumulating data will strengthen its subjectivity.

Furthermore, a moral codex of the trainer is necessary due to possible errors in the algorithm. However, such rules cannot avoid hijacking AI systems and using them for personality-based microtargeting. Additionally, deep learning algorithms used by AI systems complicate matters further. It is easy to assess the quality of the output data produced by such systems, yet the process is largely unclear and such opacity can be intentional.

Increasing utilization of AI in the work area is another important issue since it will cause the loss of blue-collar jobs, as well as less need for white-collar employees and even highly qualified professional staff. It is unclear whether new jobs will be created in other areas to accommodate such employees. All regulations indirectly raise an important question: "Who will supervise the supervisors?" Humanization movements of AI and robotics complicate the ethical dilemma since it forces us to confront what it means to be a human.

Nevertheless, free healthcare provided by AI and robots, lowering the cost of services, improved support for elder or vulnerable people, the idea of using artificial intelligence systems to solve significant problems such as disease and poverty and even introducing a universal healthcare system may bring lots of benefits for people, like creating spare time for creativity and altruistic pursuits. In fact, AI and robotics implementations in some industries may lead to a return to humanity, since humans will not be judged on efficiency and speed, but on altruism, empathy and creativity (Letheren et al., 2020).

Consequently, the accomplishments of the studies exhibited that AI is and will be needed in almost every field. Particularly, when the utilization of AI in medicine combined with future technologies will produce better results in healthcare and make a great contribution to the facilitation of human life.

Funding

There is no financial interest to report.

Ethical approval

Ethical approval is not necessary for this research

Conflict of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

Author contribution

All co-authors have seen and agree with the contents of the manuscript

References

1. Abiodun, O. I., Jantan, A., Omolara, A. E., Dada, K. V., Mohamed, N. A., & Arshad, H. (2018). State-of-the-art in artificial neural network applications: A survey. *Heliyon*, 4(11), e00938. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00938>
2. Ahmed, F.E. (2005). Artificial neural networks for diagnosis and survival prediction in colon cancer. *Molecular cancer* 4(1): 1-12. <https://doi.org/10.1186/1476-4598-4-29>
3. Akilli, A., Atil, H., Takma, C., & Ayyilmaz, T. (2016). Fuzzy logic-based decision support system for dairy cattle. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 22 (1): 13-19. doi:10.9775/kvfd.2015.13516
4. Amisha, P.M., Pathania, M., & Rathaur, V.K. (2019). Overview of artificial intelligence in medicine. *Journal of family medicine and primary care* 8(7): 2328. doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc_440_19
5. Avignon, D., Farnir, F., Iatridou, D., Iwersen, M., Lekeux, P., Moser, V., Saunders, J., Schwarz, T., Sternberg-Lewerin, S. & Weller, R. (2020). Report of the Ecvt Expert Working Group on the Impact of Digital Technologies & Artificial Intelligence in Veterinary Education and Practice.
6. Banner, M. J., Euliano, N. R., Brennan, V., Peters, C., Layon, A. J., & Gabrielli, A. (2006). Power of breathing determined noninvasively with use of an artificial neural network in patients with respiratory failure. *Critical care medicine*, 34(4), 1052-1059. doi: 10.1097/01.CCM.0000206288.90613.1C
7. Baykal, N., & Beyan, T. (2004). Bulanık Mantık, Uzman Sistemler ve Denetleyiciler.10. Baskı, Ankara: Bıçaklar Kitabevi 23-411.
8. Bregman, R. (2017). *Utopia for realists: How we can build the ideal world.* New York: Little, Brown and Company
9. Caetano, M.A., de Souza, J.F., & Yoneyama, T. (2008). Optimal medication in HIV seropositive patient treatment using fuzzy cost function. *American Control Conference*. 11-13 Haziran Seattle, Washington, USA 2227-2232. doi: 10.1109/ACC.2008.4586823
10. Cokar, M. (2019). Sağlıkta Yapay Zekâ, Kuramsal Çerçeve ve Etik [Turkish]. In: Bulut, M., Dilmen, N., Esmer, G.B., Gezer, M., Selçukcan Erol, Ç., Türker Şener, L. (Ed), *Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ, Birinci Baskı*, İstanbul: Çağlayan Kitabevi ve Eğitim Çözümleri Ticaret A.Ş. 211-231.



11. Duraipandian, S., Zheng, W., Ng, J., Low, J. J., Ilancheran, A., & Huang, Z. (2011). In vivo diagnosis of cervical precancer using Raman spectroscopy and genetic algorithm techniques. *Analyst*, 136(20), 4328-4336. <https://doi.org/10.1039/C1AN15296C>
12. Elveren, E., & Yumuşak, N. (2011). Tuberculosis disease diagnosis using artificial neural network trained with genetic algorithm. *Journal of medical systems* 35(3): 329-332. <https://doi.org/10.1007/s10916-009-9369-3>
13. Ezanno, P., Picault, S., Beaunée, G., Bailly, X., Muñoz, F., Duboz, R., Monod, H. & Guégan, J. F. (2021). Research perspectives on animal health in the era of artificial intelligence. *Veterinary research*, 52(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s13567-021-00902-4>
14. Fogel, D.B., Wasson, III E.C., & Boughton, E.M. (1995). Evolving neural networks for detecting breast cancer. *Cancer letters* 96(1): 49-53. [https://doi.org/10.1016/0304-3835\(95\)03916-K](https://doi.org/10.1016/0304-3835(95)03916-K)
15. Fraiwan, M.A., & Abutarbush, S.M. (2020). Using Artificial Intelligence to Predict Survivability Likelihood and Need for Surgery in Horses Presented With Acute Abdomen (Colic). *Journal of Equine Veterinary Science* 90, 102973. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.102973>
16. Fuentes, S., Viejo, C. G., Tongson, E., & Dunshea, F. R. (2022). The livestock farming digital transformation: implementation of new and emerging technologies using artificial intelligence. *Animal Health Research Reviews*, 1-13. <https://doi.org/10.1017/S1466252321000177>
17. Gezer, M. (2019). Yapay Zekâ ve Tarihçesi. In: Bulut, M., Dilmen, N., Esmer, G.B., Gezer, M., Selçukcan Erol, Ç., Türker Şener, L. Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ, Birinci Baskı, İstanbul: Çağlayan Kitabevi ve Eğitim Çözümleri Ticaret A.Ş. 1-14.
18. Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California management review* 61(4): 5-14. <https://doi.org/10.1177/000812561986492>
19. Hempstalk, K., McParland, S., & Berry, D.P. (2015). Machine learning algorithms for the prediction of conception success to a given insemination in lactating dairy cows. *Journal of dairy science* 98(8): 5262-5273. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8984>
20. Huang, D.H., & Chueh, H.E. (2020). Chatbot usage intention analysis: Veterinary consultation. *Journal of Innovation & Knowledge* 6(3): 135-144. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2020.09.002>
21. Karnan, M., & Thangavel, K. (2007). Automatic detection of the breast border and nipple position on digital mammograms using genetic algorithm for asymmetry approach to detection of microcalcifications. *Computer methods and programs in biomedicine* 87(1): 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2007.04.007>
22. Kaul, V., Enslin, S., & Gross, S.A. (2020). The history of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal endoscopy* 92(4): 807-812. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2020.06.040>
23. Kulikowski, C.A. (2019). Beginnings of artificial intelligence in medicine (AIM): computational artifice assisting scientific inquiry and clinical art—with reflections on present aim challenges. *Yearbook of medical informatics* 28(1): 249. doi: 10.1055/s-0039-1677895
24. Küçükönder, H., Üçkardeş, F., & Nariç, D. (2014). Hayvancılık alanında bir veri madenciliği uygulaması: Japon bildircini yumurtalarında döllülüğe etki eden bazı faktörlerin belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 20(6): 900-908. doi: 10.9775/kvfd.2014.11353
25. Letheren, K., Russell-Bennett, R., & Whittaker, L. (2020). Black, white or grey magic? Our future with artificial intelligence. *Journal of Marketing Management*. 36(3-4): 216-232. <https://doi.org/10.1080/0267257X.2019.1706306>
26. Li, S., Wang, Z., Visser, L. C., Wisner, E. R., & Cheng, H. (2020). Pilot study: application of artificial intelligence for detecting left atrial enlargement on canine thoracic radiographs. *Veterinary radiology & ultrasound*, 61(6), 611-618. <https://doi.org/10.1111/vru.12901>
27. Mecocci, P., Grossi, E., Buscema, M., Intraligi, M., Savarè, R., Rinaldi, P., Cherubini A., & Senin, U. (2002). Use of artificial networks in clinical trials: a pilot study to predict responsiveness to donepezil in Alzheimer's disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(11), 1857-1860. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50516.x>
28. Nabiyev, V.V. (2005). Yapay Zekâ; Problemler, Yöntemler, Algoritma [Turkish]. 2. Baskı, Ankara: Seçkin Yayıncılık 25-222.
29. Ng, A. (2011). Sparse autoencoder. CS294A Lecture notes 72: 1-19.
30. Nicholson, C. (2020). A beginner's guide to neural networks and deep learning. <https://wiki.pathmind.com/neural-network>. 2020 Accessed: 20.09.2021.
31. Ozsahin, D. U., Uzun, B., Ozsahin, I., Mustapha, M. T., & Musa, M. S. (2020). Fuzzy logic in medicine. In *Biomedical Signal Processing and Artificial Intelligence in Healthcare* (pp. 153-182). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818946-7.00006-8>
32. Persi Pamela, I., & Gayathri, P. (2013). A fuzzy optimization technique for the prediction of coronary heart disease using decision tree. *International Journal of Engineering and Technology* 5(3): 2506-2514.
33. Ruffle, J.K., Farmer, A.D., & Aziz, Q. (2019). Artificial intelligence-assisted gastroenterology—promises and pitfalls. *American Journal of Gastroenterology* 114(3): 422-428. doi: 10.1038/s41395-018-0268-4
34. Takma, C., Atil, H., & Aksakal, V. (2012). Çoklu doğrusal regresyon ve yapay sinir ağı modellerinin laktasyon süt verimlerine uyum yeteneklerinin karşılaştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 18(6): 941-944. doi:10.9775/kvfd.2012.6764
35. Turing, A. (2009). Computing machinery and intelligence. *Parsing the Turing Test* 23-65. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6710-5_3
36. Weiss, S., Kulikowski, C.A., & Safir, A. (1978). Glaucoma consultation by computer. *Computers in Biology and Medicine* 8(1): 25-40. [https://doi.org/10.1016/0010-4825\(78\)90011-2](https://doi.org/10.1016/0010-4825(78)90011-2)
37. Yesil, Y. (2019). Sağlıkta Yapay Zekâ ve Gerçeklik Teknolojileri. In: Bulut, M., Dilmen, N., Esmer, G.B., Gezer, M., Selçukcan Erol, Ç., Türker Şener, L. Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ, Birinci Baskı, İstanbul: Çağlayan Kitabevi ve Eğitim Çözümleri Ticaret A.Ş. 171-181.
38. Zadeh, L.A. (2008). Is there a need for fuzzy logic? *Information sciences* 178(13): 2751-2779. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2008.02.012>
39. Zhou, L., & Sordo, M. (2020). Expert systems in medicine. In: Xing L, Giger ML, Min JK (Ed), *Artificial Intelligence in Medicine Technical Basis and Clinical Applications*, Cambridge, Massachusetts: Academic Press 75-100.
40. Zuraw, A., & Aeffner, F. (2022). Whole-slide imaging, tissue image analysis, and artificial intelligence in veterinary pathology: An updated introduction and review. *Veterinary Pathology*, 59(1), 6-25. <https://doi.org/10.1177/030098582111040484>

Derleme makalesi/Review article



Van ili hayvancılığının mevcut durumu

Ömer GEZGİNÇ^{1a}



Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, Van İl Koordinatörlüğü, Van-Türkiye

Current status of livestock in Van province

MAKALE BİLGİSİ/ARTICLE INFORMATION:

Geliş / Received:

31.10.2022

Revizyon/Revised:

02.12.2022

Kabul / Accepted:

05.12.2022

ORCID:

^a 0000-0003-1056-1090

Abstract:

The livestock sector is of great importance in Van in terms of livestock production and being an important source of livelihood. The predisposition of people to animal husbandry (especially ovine breeding) depending on socio-cultural factors in Van province, the existence of large plateau and plain areas and large meadow-pasture areas and the high animal existence highlight the livestock potential of the province. About 9.3% of Turkey's ovine and 1.4% of Turkey's cattle are located in Van. Beekeeping and pearl mullet hunting are also important livestock activities in Van. Ranking 10th in Turkey in honey production, the province of Van also supplies approximately 30% of Turkey's inland fisheries. With this review, the current situation of animal husbandry in Van has been tried to be revealed.

Keywords: Van, animal husbandry, livestock production, livestock economics

Van İli Hayvancılığının Mevcut Durumu

Özet:

Hayvancılık sektörü, Van ilinde hayvansal üretim ve önemli bir geçim kaynağı olması açısından büyük öneme sahiptir. Van ilinde insanların sosyo-kültürel etmenlere bağlı olarak hayvancılığa (özellikle küçükbaş hayvan yetiştiriciliği) yatkınlıkları, geniş plato ve ova alanları ile geniş çayır-mera alanlarının varlığı ve hayvan varlığının yüksek oluşu ilin hayvancılık potansiyelini öne çıkarmaktadır. Türkiye'nin küçükbaş hayvan varlığının yaklaşık %9,3'ü ve büyükbaş hayvan varlığının ise %1,4'ü Van ilinde yer almaktadır. Arıcılık ve inci kefali avcılığı da Van'da yapılan önemli hayvancılık faaliyetlerindedir. Bal üretiminde Türkiye'de 10. sırada yer alan Van ili iç su balıkçılığında da Türkiye'nin yaklaşık %30'unu karşılamaktadır. Bu derleme ile Van ilindeki hayvancılığın mevcut durumu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Döl verimi parametreleri, Süt sığırılığı, Düve, İnek

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: omergezginc@hotmail.com

How to cite this article: Gezginç Ö (2022). Van İli Hayvancılığının Mevcut Durumu. *Antakya Vet. Bil. Derg.*, 1(1), 40-52



Giriş

Hayvancılık, küresel olarak dinamik bir sektör olup, kırsal geçimde ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerinde önemli bir rol oynamaktadır. Hayvancılık, kırsal kesim için iyi bir gelir kaynağı olmasının yanında milyarlarca insanın beslenmesinde büyük öneme sahip olan hayvansal ürünlerin üretiminde yer alan önemli bir sektördür. Nüfus artışı, gelir artışı ve şehirleşme hayvansal kaynaklı gıdalara olan talebi artırmakta ve bu nedenle hayvancılık sektörü gün geçtikçe önem kazanmaktadır (Delgado et al., 1999; Thornton, 2010 ve Eisler and Lee, 2014).

Hayvancılık sektörü, Van ilinde de hayvansal üretim ve önemli bir geçim kaynağı olması açısından büyük öneme sahiptir. Van ilinde insanların sosyo-kültürel etmenlere bağlı olarak hayvancılığa (özellikle küçükbaş hayvan yetiştiriciliği) yatkınlıkları, geniş plato ve ova alanları ile geniş çayır-mera alanlarının varlığı ve hayvan varlığının yüksek oluşu ilin hayvancılık potansiyelini öne çıkarmaktadır (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; DAKA, 2014b ve Ertaş ve Deniz, 2018)

İlin sahip olduğu mera alanları Türkiye'nin toplam mera varlığının %10'unu oluşturmaktadır (DAKA, 2014a; Turan ve Altuner, 2014; VANTSO, 2019). Van, hayvan sayısı olarak özellikle küçükbaş hayvan varlığında dikkat çekmektedir. Türkiye'nin küçükbaş hayvan varlığının yaklaşık %9,3'ü ve büyükbaş hayvan varlığının ise %1,4'ü Van ilinde yer almaktadır. Koyun varlığında ise Türkiye'nin lider kenti konumundadır. Süt verimi ve süt kalitesi gibi özellikler yönünden iyi durumda bulunan ve Van iline özgü bir koyun türü olan Norduz ırkının yetiştiriciliğinin yapılması da il hayvancılığı için ayrı bir önem katmaktadır (DAKA, 2014a). Van ilinin sahip olduğu iklim özellikleri, su kaynakları ve kirlenmemiş toprak varlığı yem bitkileri yetiştiriciliği açısından önem arz etmektedir (Turan ve Altuner, 2014). Van, sahip olduğu bu özellikler yönüyle hayvancılığa en uygun illerimiz arasında yer almaktadır.

Van ili sahip olduğu coğrafya ile birçok hayvancılık faaliyetinin yapılmasına uygundur. İlde büyükbaş ve küçükbaş hayvancılığı ve bu faaliyetlerden elde edilen ürünlerden başka arıcılık ve su ürünleri üretimi de gerçekleştirilmektedir. İlin sahip olduğu bâkir kaynaklar, zengin bitki florası yoğun bir arıcılık faaliyetine zemin hazırlamaktadır. Arıcılık, özellikle Bahçesaray ve Çatak ilçelerinde gerçekleştirilmektedir. Van ili bal üretiminde Türkiye'de 10. sırada yer almaktadır. Yine su ürünleri avcılığı da önemli hayvansal üretim faaliyetleri arasında yer almaktadır. Bu konuda endemik bir tür olan inci kefalı avcılığı yaygındır. Van gölünün sodalı yapısı bu endemik tür için en uygun doğal ortamdır. İlin coğrafi konumunun bu özelliği Van ilinde iç su balıkçılığını da önemli kılmıştır (DAKA, 2010; DAKA, 2012; DAKA, 2014a; DAKA, 2014b; TC Van Valiliği, 2014 ve VİTOM, 2020a).

Hayvan Varlığı

Van ilinde en önemli iktisadi faaliyet alanı olarak hayvancılık sektörü öne çıkmaktadır. İktisadi ve bilinçli bir üretim yaklaşımı ile hayvancılık sektörü, il ekonomisinin lokomotifi olabilecek seviyededir (DAKA, 2012; Ertaş ve Deniz, 2018).

Van ilinin ortalama yükseltisinin fazla oluşu ve engebeli yer şekillerine sahip olması, kurak iklim şartları ile birleşerek bitkisel üretimin kısıtlı olmasına neden olmaktadır. Bitkisel üretimin kısıtlı olması durumu ilde hayvancılık faaliyetlerini önemli ve zorunlu kılmaktadır (Ertaş ve Deniz, 2018). Van ili için hayvancılık önemli bir geçim kaynağı olup, hayvancılık içerisinde de küçükbaş hayvancılık dikkat çeken bir konuma sahiptir. İldeki geniş ve kaliteli çayır-mera alanları hayvancılık faaliyetinin gerçekleştirilmesinde önemli bir etkidir (DAKA, 2014a; DAKA, 2014b, TC Van Valiliği, 2014 ve VANTSO, 2019). Tablo 1'de yıllara göre Van ilindeki hayvan varlığı sunulmuştur (TÜİK, 2022a).

Van ilinde sığır türü hariç bütün hayvan türlerinde 2006 yılına göre 2021 yılında artış olduğu Tablo 1'de görülmektedir. Bu

Tablo 1. Van İli Yıllara Göre Hayvan Varlığı (2006=100) (TÜİK, 2022a).

Yıllar	Sığır	İndeks	Manda	İndeks	Koyun	İndeks	Keçi	İndeks
2006	180 460	100	184	100	2 474 050	100	189 390	100
2010	157 806	87,4	227	123,4	2 182 011	88,2	150 686	79,6
2015	166 944	92,5	444	241,3	2 456 493	99,3	247 088	130,5
2017	185 349	102,7	750	407,6	2 523 194	102,0	214 860	113,4
2018	176 438	97,8	908	493,5	2 472 393	99,9	178 138	94,1
2019	179 713	99,6	980	532,6	2 505 417	101,3	202 595	107,0
2020	196 506	108,9	1 001	544,0	2 911 815	117,7	254 421	134,3
2021	165501	91,7	900	489,1	3 080 913	124,5	303 307	160,1



artışlar son 15 yılda manda türünde %389,1, koyun türünde % 24,5 ve keçi türünde ise %60,1 oranında olmuştur. Sığır türünde ise yıllara göre artışlar azalışlar olmakla beraber son 15 yılda %8,3 oranında azalma gerçekleşmiştir. İldeki küçükbaş hayvan varlığı 2021 yılı verilerine göre 3 milyonun üzerindedir (TÜİK, 2022a). Van, bu sayı ile Türkiye’de en fazla küçükbaş hayvancılık yetiştiriciliğinin yapıldığı ildir. Sığır türünde kültür ve melez ırkların sayısında artış, yerli ırkların sayısında ise azalmanın olduğu bilinmektedir.

TÜİK verilerine göre 2021 yılında Van ili, Türkiye koyun varlığının %6,8’sini oluşturmaktadır. Keçi türüyle beraber bu oran %9,3’e ulaşmaktadır. İldeki sığır ve manda türleri ise Türkiye’deki sığır ve manda varlığının %1,4’ü kadardır (TÜİK, 2022a).

Türlere göre 2021 yılında ilçelerdeki hayvan varlığının Van ilindeki hayvan varlığına oranları Şekil 1’de sunulmuştur (TÜİK, 2022a).

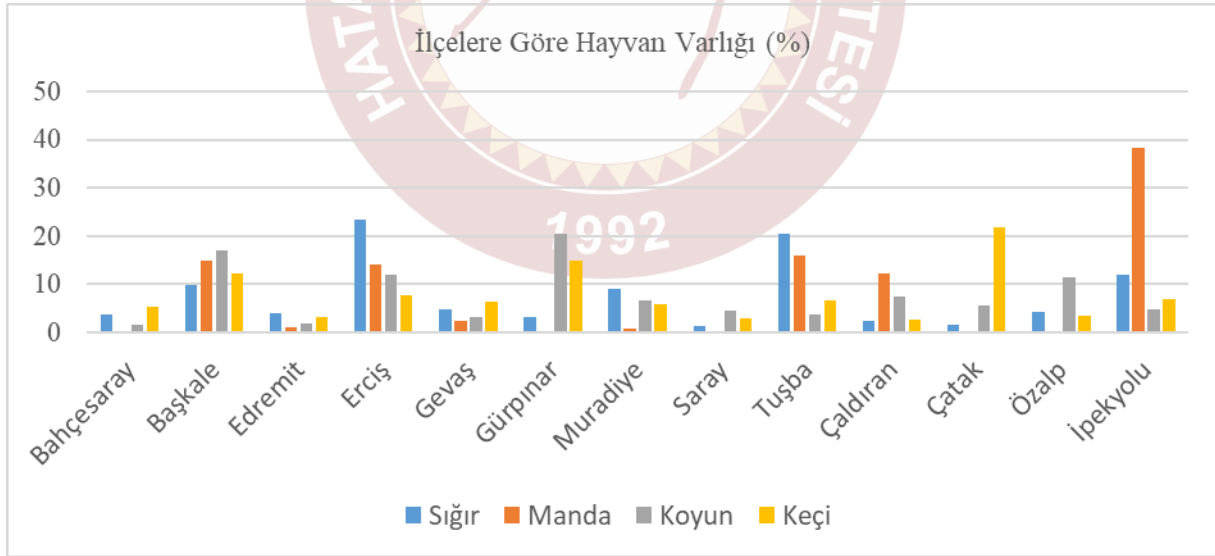
Şekil 1’e göre, 2021 yılında koyun ve keçi varlığında (%48,19)

Gürpınar, sığır varlığında (%22) Erciş ve manda varlığında (% 25,51) ise İpekyolu ilçeleri birinci sırada yer almaktadır. Gürpınar ilçesi aynı zamanda 700 bin civarında küçükbaş hayvan sayısı ile Türkiye’nin de en fazla küçükbaş hayvancılığının yapıldığı ilçe konumundadır.

Süt Üretimi

Van ili koyun sayısının yüksek olması ve bu yörede otlu peynirin lokal öneminden dolayı süt üretiminde dikkat çekici bir konumdadır. Çayır-mera alanlarının yaygınlığının ve bu alanların koyunlar için elverişli olması koyun sütü üretiminde Van ili için avantajlı bir durum oluşturmaktadır. Van ili koyun sütü üretiminde Türkiye’de lider konumdadır.

Tablo 2’ye göre, süt üretim miktarı bakımından bütün hayvan türlerinde (%78,5 sığır, %370,5 manda, %58,2 koyun ve %119,2 keçi) 2004 yılına göre artış olduğu görülmektedir. Son beş yılda da aynı şekilde süt üretim miktarı bütün hayvan türlerinde artış göstermektedir. Sığır türündeki (%78,5) bu artış; her ne kadar



Şekil 1. İlçelerdeki Hayvan Varlığının İldeki Hayvan Varlığına Oranı (%) (TÜİK, 2022a).

Tablo 2. Hayvan Türlerine ve Yıllara Göre Van İli Yıllık Süt Üretim Miktarı (ton) (2004=100) (TÜİK, 2020).

Yıllar	Sığır	İndeks	Manda	İndeks	Koyun	İndeks	Keçi	İndeks
2004	98 306,9	100	63,1	100	76 350,4	100	5 323,3	100
2015	153 543,4	156,2	142,3	225,6	97 770,6	128,1	11 429,1	214,7
2016	148 939,6	151,5	135,8	215,4	93 411	122,3	10 534,1	197,9
2017	187 412,4	190,6	177,0	280,8	104 048,2	136,3	10 926,4	205,3
2018	177 268,8	180,3	255,5	405,1	116 208,9	152,2	9 843	184,9
2019	175 480,2	178,5	296,7	470,5	120 811,9	158,2	11 666,8	219,2



Van ili için tam manasıyla yeterli olmasa da kültür ve melez ırkların sayısının artması, son yıllarda yem bitkilerinin üretiminin artması ve hayvancılığın daha bilinçli bir şekilde yapılmasına bağlamak mümkündür. Diğer türlerde ise hayvan sayılarının artması süt üretim miktarının artışını sağladığı düşünülmektedir.

Van ilinde yıllara ve hayvan türlerine göre sağılan hayvan sayıları Tablo 3'te verilmiştir (TÜİK, 2020).

Tabloda 2004 yılına göre ve 2015-2019 yılları arasında bütün hayvan türlerinde (%24,6 sığır, %369,2 manda, %58,2 koyun ve %119,2 keçi) sağılan hayvan sayısında artış olduğu görülmektedir. Sığır türündeki süt veriminin artışı, bu türdeki kültür ve melez ırkların sayısındaki artıştan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kültür ve melez ırklardaki bu artışın, ildeki süt üretimine olumlu yansıdığı düşünülmektedir.

TÜİK verilerine göre 2019 yılında Van ili, Türkiye koyun sütü üretiminde %7,9'luk bir paya sahip olmuştur. Bu oran ile 2019 yılında koyun sütü üretiminde Türkiye'de lider konumda olmuştur. Yine 2019 yılında keçi sütü üretiminde %2, büyükbaş hayvan sütü üretiminde ise %1,2'lik bir paya sahip olmuştur (TÜİK, 2020).

Van ili ile Türkiye karşılaştırmalı yıllara ve hayvan türlerine göre hayvan başına yıllık süt verimleri (kg) olarak Tablo 4'de verilmiştir (TÜİK, 2020).

Tablo incelendiğinde, 2004 yılına göre Van ilinde sığır türünde hayvan başına süt veriminin arttığı görülmektedir. Yine aynı türde 2015-2019 yılları arasında da artış söz konusudur. İlde süt verimi yüksek kültür ve melez ırkı sığırların sayısındaki artış bu durumun nedeni olarak düşünülmektedir. Van ilinde diğer hayvan türlerinde hayvan sayısında artış olmasına rağmen hayvan başına süt veriminde ciddi değişiklikler olmamıştır. Bu durum, bu hayvan türlerinde süt verimi yüksek ırklarla yetiştiricilik yapılmadığının ve bakım-besleme şartlarının gelişmediğinin bir göstergesi olduğu düşünülmektedir. Sığır ve manda türlerinde hayvan başına süt verimi yönünden Van ilinin Türkiye genelindeki değerinin altında kaldığı tabloda görülmektedir. Ancak koyun ve keçi türünde hayvan başına süt veriminde Van ili Türkiye değerinin üstündedir.

Et Üretimi

Van ilinde bir diğer hayvansal üretim faaliyeti kırmızı et üretimidir. İldeki hayvan sayısının çokluğu ve geniş mera alanlarının olması kırmızı et üretimi sektörü için de bir avantajdır.

Tablo 3. Hayvan Türlerine Göre Sağılan Hayvan Sayıları (2004=100) (TÜİK, 2020).

Yıllar	Sığır	İndeks	Manda	İndeks	Koyun	İndeks	Keçi	İndeks
2004	54 981	100	65	100	89 8241	100	49 290	100
2015	69 956	127,2	146	224,6	1 150 243	128,1	105 825	214,7
2016	66 853	121,6	139	213,8	1 098 953	122,3	97 538	197,9
2017	76 867	139,8	182	280,0	1 224 097	136,3	101 170	205,3
2018	69 670	126,7	262	403,1	1 367 163	152,2	91 139	184,9
2019	68 494	124,6	305	469,2	1 421 316	158,2	108 026	219,2

Tablo 4. Van ve Türkiye Karşılaştırmalı Hayvan Başına Yıllık Süt Verimleri (kg) (TÜİK, 2020).

Yıllar	Sığır (kg)		Manda (kg)		Koyun (kg)		Keçi (kg)	
	Van	Türkiye	Van	Türkiye	Van	Türkiye	Van	Türkiye
2004	1 788	2 479	970	998	84	77	108	104
2015	2 194	3 058	974	996	84	76	107	105
2016	2 227	3 090	977	996	85	76	108	105
2017	2 438	3 143	972	998	84	76	108	105
2018	2 544	3 161	975	998	85	76	108	105
2019	2 561	3 158	972	1 000	85	76	108	105



Van ili 2018-2019 yılları arasında türlere göre kesilen hayvan sayısı ve kırmızı et üretim miktarı Tablo 5'te verilmiştir (Anonim, 2020a).

Yine kırmızı et üretiminde de %37 oranında bir artış gerçekleşmiştir.

Tabloya göre 2018-2019 yıllarında kesilen büyükbaş hayvan sayısında %25,9 ve kesilen küçükbaş hayvan sayısında %176,5 artış; karkas değerlerinde ise büyükbaş ve küçükbaş hayvanlarda sırasıyla %21,3 ve %210,4 artış olduğu görülmektedir.

Van ili 2018-2019 yılları arasında türlere göre yıllık hayvan başına kırmızı et üretim miktarı (kg/baş) Tablo 6'da verilmiştir (Anonim, 2020a).

Tablo 5. Van İli 2018-2019 Yılları Arasında Türlerine Göre Kesilen Hayvan Sayısı ve Kırmızı Et Üretim Miktarı (2018=100) (Anonim, 2020a).

Yıllar	Büyükbaş				Küçükbaş				Kırmızı Et Üretimi (ton)	İndeks
	Kesilen Hayvan Sayısı	İndeks	Karkas (kg)	İndeks	Kesilen Hayvan Sayısı	İndeks	Karkas (kg)	İndeks		
2018	4 191	100	1 141 380	100	4 634	100	103 400	100	1 244,8	100
2019	5 278	125,9	1 384 953	121,3	12 814	276,5	320 939	310,4	1 705,9	137,0

Tablo 6. Van İli 2018-2019 Yılları Arasında Türlerine Göre Yıllık Hayvan Başına Kırmızı Et Üretim Miktarı (kg/baş) (2018=100) (Anonim, 2020a).

Yıllar	Büyükbaş Verimlilik (kg/baş)				Küçükbaş Verimlilik (kg/baş)			
	Van	İndeks	Türkiye	İndeks	Van	İndeks	Türkiye	İndeks
2018	272,3	100	293	100	22,3	100	21,4	100
2019	262,4	96,4	296	101,0	25,0	89,1	21,4	100,0

Bu verilere göre 2018-2019 yıllarında büyükbaş hayvanlarda kırmızı et üretiminde hayvan başına verim bakımından Van ilinde %3,6 oranında bir azalma, Türkiye'de ise %1 oranında artış; küçükbaş hayvanlarda ise Van'da %10,9 oranında azalma, Türkiye'de ise bu konuda bir değişiklik olmadığı görülmektedir.

Arıcılık, özellikle Bahçesaray, Çatak ve Gevaş illerinde yaygın olarak yapılmaktadır. Bu ilçelerin rakımının yüksek olması, sanayi ve ana yollardan uzak olması, bozulmamış zengin bir bitki florasına sahip olması bu yörelerde üretilen balı kalite yönüyle ayrıcalıklı kılmaktadır. Literatürlerde yaklaşık 260 arı bitkisi bildirilirken, yapılan bir çalışmada bu sayı Çatak vadisi için 744 olarak bildirilmiştir. Papatyagiller, ada çayları, gevenler, kekikler bu bitki türleri arasında yer almaktadır (VANTSO, 2019).

2019 yılı verilerine göre Van ili Türkiye kırmızı et üretiminin % 2,1'ini oluşturmaktadır ve ilin hayvan varlığı göz önüne alındığında kırmızı et üretiminin düşük olduğu düşünülmektedir. (Anonim, 2020a). Bu veriler neticesinde bir uyumsuzluktan söz etmek mümkündür. Bu durumdan dolayı kayıt dışı üretimin varlığından bahsetmek mümkün olabileceği gibi kırmızı et üretiminde kayıtlar için gerekli sistemin uygun olmadığı veya kayıtlar için gerekli özenin gösterilmediği düşünülmektedir.

Yıllara göre Van'daki kovan sayısı, bal üretim miktarları ve Türkiye içerisindeki payları Tablo 7'de sunulmuştur (TÜİK, 2022c).

Bal Üretimi

Hayvansal üretim faaliyetlerinden olan arıcılık faaliyeti de Van ili için önemli konumda yer almaktadır. Van ili arıcılık için oldukça elverişli ekolojik özelliklere ve zengin bir flora sahiptir.

Tabloya göre Van ilinde son 15 yılda kovan miktarının %654,1 ve bal miktarının ise %762,9 arttığı görülmektedir. 2021 yılı verilerine göre Van ilinin, Türkiye'deki kovan miktarının % 1,7'sine ve bal üretim miktarının ise %2,3'sine sahip olduğu görülmektedir. TÜİK 2021 yılı verilerine göre Van, 2 216 ton bal üretimi ile bal üretim miktarında ve sahip olduğu 148 749 adet kovan sayısı ile kovan miktarında Türkiye'de 14. sırada yer almaktadır (TÜİK 2022a).

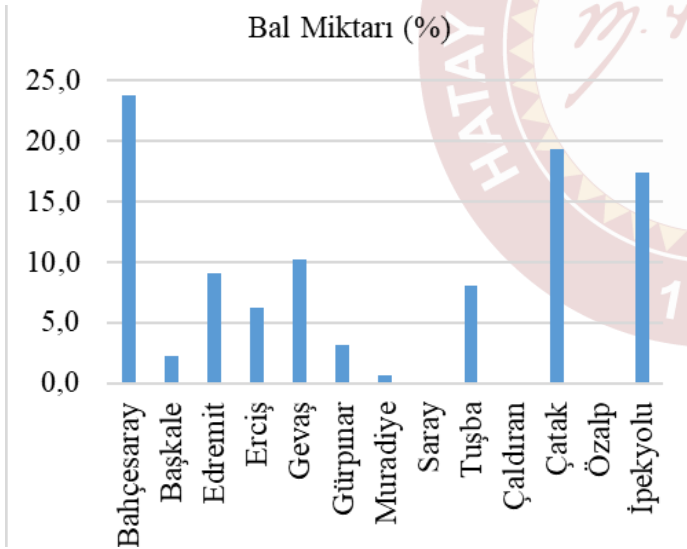


Tablo 7. Yıllara Göre Van'daki Kovan, Bal Üretim Miktarları ve Türkiye'deki Payları (2006=100) (TÜİK, 2022a).

Yıllar	Kovan Miktarı (Adet)	İndeks	Türkiye'deki Payı (%)	Bal Miktarı (ton)	İndeks	Türkiye'deki Payı (%)
2006	19 725	100	0,2	256,8	100	0,3
2010	59 726	302,8	0,7	987,6	384,6	1,0
2015	125 246	635,0	1,4	2 113,1	822,8	2,2
2017	140 554	712,6	1,8	1 928,0	750,8	1,7
2018	129 206	655,0	1,6	1 652,4	643,4	1,5
2019	143 204	726,0	1,8	1 869,0	727,8	1,7
2020	145 825	739,3	1,8	1 941,5	756,0	1,9
2021	148 749	754,1	1,7	2216	862,9	2,3

Van iline göre ilçelerdeki bal üretim oranları Şekil 4'te verilmiştir (TÜİK, 2022a).

Tablo 8. Van İli ve İlçelerindeki Arıcılık Yapan İşletme Sayısı, Kovan Miktarı ve Kovan Başına Bal Üretim Miktarları (kg) (2021) (TÜİK, 2022a).



İlçeler	İşletme Sayısı (Adet)	Kovan Sayısı (Adet)	Kovan Başına Üretim (kg)
Bahçesaray	260	33 435	15,7
Başkale	19	3 335	14,5
Edremit	53	13 553	14,8
Erciş	31	10 650	13,0
Gevaş	89	14 751	15,4
Gürpınar	10	5 914	11,8
Muradiye	14	1 089	13,6
Saray	0	0	0
Tuşba	36	11 679	15,2
Çaldıran	0	0	0
Çatak	196	28 394	15,0
Özalp	2	200	0,9
İpekyolu	110	25 749	15,0
Van	820	148 749	14,9

Şekil 2. Van İline Göre İlçelerdeki Bal Üretim Oranları (TÜİK, 2022a).

Şekil 4, TÜİK'in 2021 yılı verilerinden oluşmaktadır. Bu verilere göre Van'daki bal üretim miktarında Bahçesaray, Çatak, İpekyolu ve Gevaş olmak üzere dört ilçe dikkati çekmektedir. Van ilinde bal üretiminde en yüksek orana sahip ilçe Bahçesaray (% 23,7) olup, onu Çatak (% 9,3), İpekyolu (%17,4) ve Gevaş (% 10,3) izlemektedir.

Van ili ve ilçelerinin 2021 yılında arıcılık yapan işletme sayısı, üretimde kullanılan kovan miktarı ve kovan başına bal üretim miktarları (kg) Tablo 8'de verilmiştir (TÜİK, 2022a).

Tabloya göre, Van ilinde arıcılık yapan işletme sayısı ve kovan miktarının en fazla olduğu ilçe Bahçesaray'dır. Bahçesaray'ı; Çatak, İpekyolu ve Gevaş ilçeleri izlemektedir. İlçelerdeki kovan başına bal üretim miktarlarının birbirlerine yakın olduğu

tabloda görülmektedir. Bal üretim miktarı açısından ilçelerdeki bu değerlerin (Özalp ilçesi hariç), Türkiye genelindeki değer (11 kg/kovan başına)'den yüksek olduğu tespit görülmektedir.

İç Su Balıkçılığı

Hayvansal üretim faaliyetlerinden biri olan iç su balıkçılığı, Van ilinde ulusal düzeyde rekabet gücü düşük ve daha çok yerel talebe yönelik olarak yapılmaktadır (TC Van Valiliği, 2014). Van ilinin sahip olduğu su kaynakları ile iç su balıkçılığında önemli bir potansiyeli bulunmaktadır. Sodalı suya sahip olan Van gölünde yetişen endemik bir tür olan İnci kefalı iç su balıkçılığında ayrı bir öneme sahiptir. Erçek gölü de bu balıkların yetişmesi için aynı özelliğe sahiptir. Sazangillerden olan İnci kefalı dünyada sadece Van gölü havzasında yaşamaktadır.



Van gölü, bu balık türü ile Türkiye'nin iç su balık üretiminin üçte birini karşılamaktadır. İnci kefalı balığı üreme dönemindeki göç olayı ile oluşturduğu görsel şölen ile Van turizmi için de ayrıca önem arz etmektedir (DAKA, 2010; VİTOM, 2020a ve VANTSO, 2019).

Van ilinde yıllara göre avlanan iç su ürünleri miktarı (ton) Tablo 9'da verilmiştir (TÜİK, 2022b).

Van ilinde yıllara göre avlanan iç su ürünleri miktarı (ton) Tablo 9'da verilmiştir (TÜİK, 2022b).

Tablo 9. Yıllara Göre Avlanan İç Su Ürünleri Miktarı (ton) (2006=100) (TÜİK, 2022b).

Yıllar	Alabalık	İndeks	İnci Kefali	İndeks	Sazan	İndeks	Siraz	İndeks
2006	2	100	10 855	100	395	100	139	100
2015	11	550	8 500	78,3	200	50,6	30	21,6
2016	15	750	9 700	89,4	130	32,9	30	21,6
2017	10	500	9 680	89,2	90	22,8	18	12,9
2018	8	400	9 790	90,2	65	0,2	15	10,8
2019	8	400	9 850	90,7	69	17,5	15	10,8
2020	2	100	9 600	88,4	57	14,4	10	7,2
2021	0	0	9 800	90,3	61	15,4	11	7,9

Tabloya göre, Van ilinde daha çok alabalık, inci kefalı, sazan ve siraz türlerinin avcılığının yapıldığı görülmektedir. Bu türler arasından en fazla avlanan balık inci kefalidir. Tablodaki veriler incelendiğinde, son 15 yıllık süreçte inci kefalı, sazan, siraz balık türlerinin avlanma oranlarında sırasıyla %9,7, %84,6 ve %92,1 oranında azalma olduğu ve alabalık türünde ise son iki yılda ciddi azalmaların bulunduğu ve hatta 2021 yılında alabalık avcılığının hiç yapılmadığı görülmektedir. Bu oranlardaki azalmalara bilinçsiz avlanmanın yol açabileceği düşünülmektedir.

İç su balıkçılığının yanında kültür balıkçılığı da yapılmaktadır. Van'ın sahip olduğu doğal göller, baraj gölleri ve akarsuları kültür balıkçılığı için uygundur. Özellikle alabalık yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yine Bahçesaray ve Çatak çaylarında endemik bir tür olan kırmızı benekli alabalık avcılığı yapılmaktadır (Anonim, 2020c; VANTSO, 2019).

Van İli Hayvancılık Sektörünün İhracat Durumu

Van ili dış ticaret yönüyle önemli bir coğrafi konuma sahiptir. İran'a komşu olması ve 2 saatlik uçuş mesafesi ile birçok ülkeye yakınlığı bulunan Van ili ihracat yönüyle büyük bir potansiyele sahiptir (DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014). Van ilinden 30 yıl aradan sonra ilk defa 2019 yılında Katar'ın Doha kentine kasaplık canlı koyun ihracatı gerçekleştirilmiştir. Bu ticaret için Tarım ve Orman Bakanlığında 6 işletme ve öncelikle 50 000 hayvanın ihracatı için izin verilmiştir. Bu izinler neticesinde 2019 ve 2020 yıllarında koyun ihracatı gerçekleştirilmiştir. Bu ticaret Van ilinde eskiden yoğun olarak yapılan

hayvancılık faaliyetlerine olan yönelimi artırmıştır (VİTOM, 2019).

Van ilinde 2019 ve 2020 yıllarında toplamda 37 265 adet koyun ihracatı gerçekleştirilmiştir. Bu ticaretin parasal değeri ise toplam 37 625 000 TL olmuştur. Bu canlı hayvan ihracatının, Van'da hayvancılık faaliyetlerinde artışı pozitif yönde teşvik edebileceği ve ekonomik açıdan Türkiye'ye döviz girişi sağlamak gibi önemli bir katkı sağlaması yönüyle geleceğe yönelik önemli bir ticari faaliyet olmuştur.

Van İlindeki Hayvancılığa Dayalı Sanayinin Durumu

Hayvancılığa dayalı sanayinin geliştirilmesi ile üretime ve tüketici taleplerine uygun piyasa oluşturulması, hayvansal ürünlerde gıda güvenliği ve hijyenin sağlanması, yapılan üretimin kayıt altına alınması gibi birçok fayda sağlanması beklenir (Günlü ve ark., 2006).

Van ilinde 2020 yılı verilerine göre hayvancılığa dayalı sanayi işletmesi olarak kayıtlı 17 adet süt ve süt ürünleri işleme, kırmızı ette üç adet özel sektöre ait işletme, dört ilçede (Başkale, Çatak, Gevaş ve Muradiye) ise ilçe talebini karşılamak amacıyla kurulmuş ilçe belediyelerine bağlı dört adet işletme ve bir de ESK'ye ait kombina yer almaktadır (Anonim, 2020c).

Van'da üretilen sütün yaklaşık %62 kadarı otlu peynir ve işletme içinde değerlendirilmektedir. Bundan dolayı süt işleme tesislerine aktarılan süt miktarı %1'in altındadır. İşlenen sütün %60 kadarı yoğurt üretiminde kullanılmaktadır. Bu tesislerde



ayrıca ayran, tereyağı, sade yağ ve beyaz peynir üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2020c; DAKA, 2014c).

Kırmızı ette kesimhane, parçalama ve işleme ünitelerinden oluşan bir tesise sahip özel sektöre ait bir işletme mevcuttur. Diğer iki işletmeden biri kesimhane ve parçalama bölümlerine sahiptir; kalan tek işletme ise sadece kesimhane şeklinde üretimde yer almaktadır. Dört ilçedeki işletmeler ise ilçedeki kapasite ve üreticilerin talebini karşılamak için sadece kesimhane olarak çalışmaktadır. Bu işletmelerin tam kapasitede çalışmadığı bilinmektedir (Anonim, 2020c).

Kırmızı ette bahsedilen işletmelerden başka bir de ESK'ya ait kombina bulunmaktadır. Van ilinde 2011 yılında meydana gelen depremden dolayı kombinanın fiziki yapısı zarar görmüş ve kullanılamaz hale gelmiştir. Bu sebeple ESK kombinası için yeni bir bina oluşturulması için proje tasarlanmıştır. Bu proje ise 2020 yılı itibarıyla tamamlanmış ve faal duruma geçmiştir. Projeye göre kombinanın günlük küçükbaş kesim kapasitesi 2000 baş, günlük büyükbaş kapasitesi ise 320 baştır. Kombinanın hinterland alanı Van, Bitlis ve Hakkari illerinden oluşmaktadır (Anonim, 2020d).

Van İli Hayvancılığında Üretici Örgütlenmesi

Hayvancılık sektöründe örgütlenme kooperatifler ve birlikler şeklinde yapılmaktadır. Örgütlenme ile üreticiler pazarlama, finansman ve üretimi ilgilendiren birçok alanda güç birliği sağlamaktadırlar. Etkili bir örgütlenme ile hayvansal üretimde sürdürülebilir bir yapı ve üretici-tüketici çıkar dengesinin oluşturulabileceği düşünülmektedir (Günlü ve ark., 2006).

Van ilindeki 2020 yılına ait hayvansal üretim birlikleri ve aktif üye sayıları Tablo 10'da verilmiştir (Anonim, 2020a).

Tablo 10. Van İlindeki 2020 Yılı Hayvansal Üretim Birlikleri ve Aktif Üye Sayıları (Anonim, 2020a).

Birlikler	Aktif Üye Sayısı
Damızlık Koyun-Keçi Birliği	24 023
Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği	19 288
Kırmızı Et Üreticileri Birliği	452
Arı Yetiştiricileri Birliği	500
Bal Üreticileri Birlikleri	488
Su Ürünleri Yetiştiricileri Birliği	33

Tabloya göre 2020 yılında Van ilinde altı adet hayvansal üretim birliği bulunmaktadır. Bu birliklerin yanı sıra Van ilinde 22 adet tarımsal amaçlı kooperatif vardır. Bu birlikler ve kooperatifler hayvancılık sektöründe örgütlenerek üreticilerin menfaatlerini korumaya çalışmaktadır. Ancak Türkiye genelinde olduğu gibi Van'da da etkili bir örgütlenmenin olmadığı bilinmektedir. Devletin hayvancılık için verdiği desteklerden faydalanabilmek için üreticilerin bu birlik ve kooperatiflere üye oldukları düşünülmektedir (Anonim, 2020c).

Van İlinde Hayvan Hastalıkları ile Mücadele

Hayvansal üretimin karlı ve verimli olabilmesi için sağlıklı hayvanlarla üretimin gerçekleştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Hayvan hastalıkları, hayvancılık işletmelerinin karlılığını olumsuz etkilemektedir ve aynı zamanda ülkelerin üretim değerinin kaybına yol açmaktadır. Tüketiciler açısından ise sağlıklı gıda üretimi tüketicilerin tercihlerini etkilemektedir (Günlü ve ark., 2006).

Van ilindeki bazı hayvan hastalıklarının 2018 ve 2019 yıllarına ait mihrak verileri Tablo 11'de verilmiştir (Anonim, 2020a).

Tablo 11. Van İlindeki Bazı Hayvan Hastalıklarına Ait 2018 ve 2019 Yılları Mihrak Verileri (Anonim, 2020a).

Hastalıklar	2018-Mihrak	2019-Mihrak
Şap	3	2
Sığır Brusellozu	3	3
Koyun-Keçi Vebası	-	-
Sığırların Nodüler Ekzantemi	14	15
Kuduz	4	4
Anırların Amerikan Yavru Çürüklüğü	1	1

Tabloya göre Van ilinde 2018 ve 2019 yıllarında aynı hastalıklardan mihraklar saptanırken ve hastalık bazında mihrak sayılarında benzerlik olduğu görülmüştür.

Hayvan hastalıkları ile etkili bir mücadele yapılarak hastalıklardan dolayı oluşan ekonomik kayıpların en aza indirilebilmesi mümkündür. Bu amaçla salgın hastalıklarda aşılama çalışmalarına gereken önemin verilmesi ve hastalıklar konusunda yetiştiricilerin en iyi şekilde bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Van ilinde 2019 yılında programlı olarak uygulanan aşılarla ait veriler Tablo 12'de sunulmuştur (Anonim, 2020a).



Tablo 12. Van İlinde 2019 Yılında Programlı Olarak Uygulanan Aşılarla Ait Veriler (Anonim, 2020a).

	Program	Uygulama	Oran (%)
Şap	176 766	297 530	168,32
Siğir Brusellozu	32 330	29 865	92,38
Koyun-Keçi Brusellozu	393 500	141 101	35,86
Koyun-Keçi Vebası	975 500	651 619	67
Siğirlerin Nodüler Ekzantemi	176 766	174 222	98,56

Tabloda, siğir brusellozu ve siğirlerin nodüler ekzantemi hastalıklarında 2019 yılında uygulanan aşuların belirlenen programa en yakın değerde olduğu görülmektedir. Şap hastalığında ise uygulanan miktar programın çok üstündedir. Bunun sebebi olarak yetiştiricilerin şap hastalığı konusunda daha tecrübeli ve daha bilinçli olabileceği düşünülmektedir. 2019 yılında en düşük oranda uygulanan aşı ise koyun-keçi brusellozu hastalığında gerçekleşmiştir. Bu durum koyun-keçi yetiştiriciliği için ekonomik kayıplara yol açabilecektir.

Hayvancılık Desteklemeleri

Tüm Türkiye’de olduğu gibi Van ilin de de hayvancılık sektörü birçok devlet kurumu tarafından desteklenmektedir. Bu kurumlar aracılığıyla hayvancılık sektöründe canlı hayvan, sektör ile ilgili makine-ekipman ve yatırımlara destek sağlanmaktadır. Söz konusu desteklemeler hibe, vergi muafiyeti, kredi ve faiz desteği şeklindedir (TARYAT, 2019).

Tarım ve Orman Bakanlığının uygulayıcısı olduğu 2016-2020 yıllarını kapsayan kırsal kalkınma yatırımlarını destekleme programı ile hayvancılık yatırımlarına % 50 oranında hibe şeklinde destekleme yapılmaktadır (TARYAT, 2019).

Yine 81 il için uygulanan düve alım desteği bakanlık tarafından belirlenen düve fiyatı üzerinden % 40 oranında destekleme yapılmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığının her yıl düzenlediği hayvancılık desteklemeleri uygulama tebliğinde yer alan bütün desteklerden Van ili de yararlanmaktadır (TARYAT, 2019). Bu desteklemeler kapsamında 2003-2019 yılları arasında hayvancılık için 341,3 milyon TL ve yem bitkileri için yaklaşık 216 milyon TL Van iline destek verilmiştir. Yine genç çiftçi projesi kapsamında 2016-2018 yılları arasında 21,2 milyon TL destek verilmiştir. (Anonim, 2020a).

Van ilinde Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının uygulayıcısı olduğu yatırım teşvikleri programı kapsamında ve Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı’nın da uyguladığı destekleme programları ile hayvancılık yatırımları desteklenmektedir (TARYAT, 2019). Avrupa Birliği tarafından aday ve potansiyel aday ülkelere destek olmak amacıyla katılım öncesi yardım aracının (IPA)

kırsal bileşeni olan IPARD programı kapsamında Van ilinde hayvancılık yatırımları ve yapılan bu hayvancılık faaliyetleri neticesinde elde edilen ürünlerin işlenmesi ve pazarlanmasına yönelik yatırımlara %40 ile %70 arasında değişen oranlarda hibe şeklinde desteklemeler yapılmaktadır. Ayrıca bu desteklemelerde KDV muafiyeti uygulaması da yapılmaktadır (Anonim, 2020b; TARYAT, 2019).

Van ilinde IPARD I programı kapsamında 11 adet süt üreten işletme ve 9 adet et üreten işletme desteklenmiş olup, bu işletmelere ödenen hibe tutarı 23,2 milyon TL civarındadır. Et ve et ürünlerinin işlenmesi ve pazarlanması tedbiri kapsamında yaklaşık 4,5 milyon TL hibe tutarı ile 3 adet işletme, arıcılık faaliyeti yapan 96 adet işletme 4,2 milyon TL hibe tutarı, kültür balıkçılığı yapan 1 adet işletme 85 bin TL hibe tutarı ile desteklenmiştir (Anonim, 2020b).

IPARD II kapsamında ise 2020 verilerine göre, 7 adet kırmızı et üreten işletme 5 milyon TL, 2 adet süt üreten işletme 2,3 milyon TL, et ve et ürünlerinin işlenmesi ve pazarlanması tedbirinde 1 adet işletme 1,2 milyon TL, su ürünlerinde 1 adet işletme 490 bin TL ve arıcılık faaliyeti yapan 91 adet işletme 4,7 milyon TL hibe tutarı ile desteklenmiştir (Anonim, 2020b).

Bu kurumlar uyguladığı destekleme ve teşvik programları ile Van ilinde hayvancılığın geliştirilmesinin yanı sıra; genç ve kadın girişimcilerin sayısının artırılması, kırsaldan kente göçün azaltılması, kırsalda ve kent merkezinde istihdamın artırılması, hayvan refahı bilincin artırılması gibi birçok konuda iyileştirilmelerin sağlanması hedeflenmektedir.

Van İlinde Hayvancılık ile İlgili Bazı Projeler

Van ilinde hayvancılığın ve hayvansal üretimin geliştirilmesine yönelik özel sektör-kamu iş birliği ile bazı projeler yapılmaktadır. Bunlar:

Suni Tohumlama Projesi

Büyükbaş hayvancılıkta İpekyolu, Tuşba, Edremit, Gevaş ve Gürpınar ilçelerinde yürütülen bir projedir. Bu proje ile denenmiş yüksek verimli boğa spermaları kullanılarak siğirlerde



yüksek verimli genetik yapıların artırılması hayvan ıslahının kolaylaştırılması amaçlanmaktadır. Projenin bütün ilçelere yaygınlaştırılması hedeflenmektedir (VİTOM, 2020b).

Van ilinde 2003-2019 yılları arasında suni tohumlama sayısında artış olduğu bilinmektedir (Anonim, 2020a). Bu durum ildeki yetiştiricilerin suni tohumlamaya önem verildiğini göstermektedir. Yetiştiricilerin konu hakkında yeterli düzeyde bilgilendirilmesi ile ildeki bütün ilçelere projenin yayılmasıyla bu sayının daha da artması beklenmektedir. Bu projenin bu şekilde ilerlemesi sonucunda Van ilinde büyükbaş hayvancılığında verimi yüksek hayvanların elde edilebileceği ve et-süt veriminde yükseliş olacağı düşünülmektedir.

Hayvan Genetik Kaynakları Yerinde Koruma ve Geliştirme Projesi

Türkiye’de birçok büyükbaş ve küçükbaş hayvan ırkları hatta arıcılıkta Kafkas arı ırkına da uygulanan bir proje olup, Van ilinde Norduz koyunu ve keçisi için uygulanmaktadır. Proje TAGEM, Damızlık Yetiştirici Birlikleri, İl/İlçe Tarım ve Orman Müdürlükleri işbirliği ile yürütülmektedir. Bu proje ile evcil hayvan genetik kaynaklarının yok olmasının önlenmesi, genetik çeşitliliğin korunması, ekonomik anlamda yetiştiriciliği yapılan hayvan ırklarının ıslahı, hayvansal üretim ve verimliliğin artırılması amaçlanmaktadır (TC Resmi Gazete, 2012).

Proje yerinde geliştirme ve yerinde koruma diye iki şekilde uygulanmaktadır. Yerinde geliştirme, yetiştirici elinde evcil hayvan genetik kaynaklarının verim özelliklerinin geliştirilmesi saf yetiştirme ve seleksiyon uygulanarak gerçekleştirilmektedir. Yerinde koruma, sahip oldukları ırkın özelliklerini gösteren yerli evcil hayvan genetik kaynaklarını doğal yetiştirildikleri bölgede, rastgele çiftleştirme yöntemi uygulanarak, yeterli büyüklükte sürü veya sürüler halinde korunması şeklinde uygulanmaktadır (TC Resmi Gazete, 2012).

Proje Gürpınar ilçesine bağlı bir mahallede 1000 baş koyunda uygulanmaktadır. Proje kapsamında hayvan başına 90 TL verilmektedir (Anonim 2020c).

Tarıma Dayalı İhtisas (Besi) Organize Sanayi Bölgesi (TDİOSB) Projesi

Proje birçok kamu ve sivil toplum kuruluşundan oluşan bir heyet tarafından yürütülmektedir. Projeye iki temel sebepten dolayı ihtiyaç duyulmuştur. Bunlardan ilki, şehir içinde hayvancılık faaliyeti yapan işletmeleri şehir dışına taşımak suretiyle, bu faaliyet sonucunda oluşan hoş olmayan kokular, sinek artışı gibi çevre ve şehircilik sorunlarının giderilmesidir. İkinci sebep ise gelenekçi yetiştiricilikten uzak daha profesyonel bir yetiştiricilik anlayışıyla, daha modern ahır ve

barınak tipleri ve yarı örgütlü bir yapı ile sürdürülebilir hayvancılık faaliyetinin gerçekleştirilmesidir (VANTSO, 2019).

Projenin 3 943 dönümlük bir arazi üzerinde gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Projede 50 adet 50 başlık, 30 adet 100 başlık, 15 adet 250 başlık, 5 adet 500 başlık olmak üzere toplamda 11 750 adet besi sığırı kapasite olarak planlanmaktadır. Projedeki hayvancılık işletmelerinin yem ihtiyacının karşılanması için yem sanayi tesisleri, üretilen etlerin işlenmesi için et işleme ve paketlenme tesisi, gübre işleme tesisi ve oluşan atıkların biyogaza dönüşümü için biyometan tesisinin kurulması da planlanmaktadır (VANTSO, 2019).

Bu proje sayesinde Van ve bölge ekonomisine katma değer sağlanacağı, istihdam oluşturulacağı ve sürdürülebilir bir üretim sağlanacağı düşünülmektedir.

Van İlinde Hayvancılık Sektöründe Yaşanan Sorunlar

Van ilinin coğrafi konumu, geniş çayır-mera alanlarının olması, hayvan varlığının yüksek olması, zengin bir bitki florasına sahip olması ve zengin su kaynaklarının bulunması ile hayvansal üretim için ideal bir ortam sağlamaktadır. Ancak bunun yanında hayvancılık sektöründe bazı sorunlarla da karşılaşmaktadır.

Van ilinde plansız ve bilinçsiz üretimden dolayı hayvansal üretimde kalite ve düşük verim gibi sorunlarla karşılaşılırken, aynı zamanda hayvancılıkta potansiyelin de gerisinde kalınmaktadır. Bu durum en temel sorunlardan olup, ilin rekabetçiliğine olumsuz yansımaktadır (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014; Anonim, 2020c).

Beklentinin yüksek olduğu geniş çayır-mera alanlarında bilinçsiz ve aşırı otlatma yapıldığından meralardan istenilen seviyede verim elde edilememektedir. Meralarda otlatma ideal sürenin çok üzerinde yapılmakta ve bu durum bitki örtüsünü zayıflatarak meraların verimini düşürmekte hem de hayvancılığı olumsuz olarak etkilemektedir. Meralarla ilgili bir diğer sorun ise mülkiyet ve kullanım sorunudur. Ekonomik olarak güçlü olan kişiler meraları paylaşarak o bölgede diğer yetiştiricilerin meralardan ve meralarda bulunan su kaynaklarından faydalanmalarına engel olmaktadır. Yine güvenlik nedeniyle mera ve yayla yasakları ile köy boşaltmaları da meraların hayvan yetiştiriciliği için kullanılmasında engel oluşturmaktadır. Özellikle köy boşaltmaları neticesinde yetiştiricilerin önemli bir bölümü hayvanlarını satmış ve bunun sonucunda da ilde hayvan sayılarında azalma olmuştur. Bu mera ve yayla yasakları kalkmış olsa bile, bu yasakların getirdiği psikolojik ve sosyolojik nedenlerle yasakların bulunduğu lokasyonlarda ekonomik hayatın yeniden canlanması güçtür (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014; Ertaş ve Deniz, 2018; Anonim, 2020c).



Hayvan beslemede, hayvansal üretimde verimliliğe çok olumlu etki oluşturmayan saman, kuru ot, kes ve şeker pancarı posası kullanılmaktadır. Silaj kullanımı yok denecek kadar azdır. Besleme, verimliliği artırmak ve tam manasıyla hayvanın ihtiyacına yönelik olarak besin maddeleri ihtiyacını karşılamak için değil, elde var olan yemlerin verilmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Hayvan besleme konusunda yeterli bilinç oluşmamıştır (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014; Anonim, 2020c).

Türkiye genelinde olduğu gibi girdi maliyetlerinin yüksek olması özellikle de yem fiyatlarının yüksekliği Van ili yetiştiricileri de için önemli bir sorundur. Mera ve yaylalardaki yasaklarda yem girdilerini artırmaktadır. Yem fiyatlarındaki ve hayvansal ürün fiyatlarındaki dalgalanmalar ve istikrarsızlıklar hayvancılık için olumsuz etki oluşturmaktadır (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014; Ertaş ve Deniz, 2018; Anonim, 2020c).

Van ilinde yetiştiriciler, hayvan bakım ve kontrol konusunda da yeterli bilgi düzeyine sahip değildir. Ahır ve barınakların havalandırma koşulları, hayvan başına düşen birim alan, temizlik, hijyen, hayvan refahı gibi konularda yetersizlik söz konusudur (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014; Anonim, 2020c).

Bakım-beslemedeki yetersizlikler ve kesimhane gibi alanlardaki hijyen eksiklikleri de hayvan hastalıklarının oluşmasına yol açmaktadır. Hayvan hastalıkları ciddi ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Yetiştiricilerin hayvan hastalıkları konusunda yeterli bilinçte olmadıkları bilinmektedir. Bölgede, özellikle ilçelerde klinisyen ve resmi veteriner hekim sayısının yeterli düzeyde olmamasından kaynaklı veteriner-sağlık hizmetleri de yetersiz durumdadır (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014; Anonim, 2020c).

Büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinde verim yönünden zayıf olan yerli ırk tercihi geçmişe nazaran azalmıştır. Ancak bu konuda tam anlamıyla istenilen düzeyde bir bilinç oluşmamıştır. Bu durum ilde düşük düzeyde hayvansal üretime ve Türkiye genelinde yetersiz rekabete yol açmaktadır (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014; Anonim, 2020c).

Yüksek verime sahip, endemik bir tür olan Norduz koyun ırkının yok olma tehlikesi de Van ilinde küçükbaş hayvancılığında bir ırk sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014; Anonim, 2020c).

Tamamlayıcı ve destekleyici hizmetlerin gelişmemesi ve teknolojik yeterli düzeyde yararlanılmaması hayvancılık sektörü için olumsuz bir tablo oluşturmaktadır.

Depolama-soğuk zincirler, ambalajlama, paketleme, süt sağım ünitesi, sağım makinesi vb. hizmetlerin ve teknolojinin yetersizliği hayvansal üretimde ürün kayıplarına ve düşük verimliliğe yol açmaktadır (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014; Anonim, 2020c).

Van ilinde hayvancılık sektöründe bir diğer önemli sorun hem sayı olarak hem de nitelik olarak çoban yetersizliğidir. Bu durum çoban maliyetlerinin yükselmesine yol açmaktadır. Çobanlığın zor ve zahmetli olması, mesleğin itibarının düşük olması, gençlerin hayvancılığa ilgi duymaması, bölgede yaşanan göç olayları, kırsalda hayat standartlarının düşük olması, yine bölgede güvenlik sorunlarının yaşanması ve koruculuk sisteminin olması (maaş gibi unsurların cezbedici olması) bu sorunun artmasına yol açan bazı faktörlerdir (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014; Ertaş ve Deniz, 2018; Anonim, 2020c).

Yerli yetiştiricilerin rekabetçiliğini olumsuz yönde etkileyen sınırdan kontrolsüz ve kaçak hayvan girişleri de Van ilinde hayvancılık için önemli bir sorundur. Ayrıca bu sorun hayvan hastalıklarının artışına da yol açabilmektedir (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014; Anonim, 2020c).

ilde üreticilerin ekonomik haklarını koruyacak, girdi maliyetlerini düşürebilecek, üretilen ürünler için pazar imkânı sağlayacak ve bu ürünlerin en iyi şekilde değerlendirilmesi için yönlendirme ve imkan sağlayacak düzeyde etkin ve bilinçli bir örgütlenme oluşturulamamıştır (DAKA, 2012; DAKA, 2014a; TC Van Valiliği, 2014; Anonim, 2020c).

Hayvansal ürünlerde üreticiyi korumak amacıyla devlet tarafından taban fiyat düzenlemesi yapılmamaktadır. Bu durumu fırsat bilen kasaplar, peynirciler gibi alıcılar ürünleri değerinden düşük fiyatlara alarak üreticilerin gelir seviyelerinin düşük kalmasına yol açmaktadırlar. Yani üreticilerin bu durumu kasap ve peynirciler gibi alıcıların insafına bırakılmaktadır. (DAKA, 2012; Ertaş ve Deniz, 2018; Anonim, 2020c).

Hayvansal üretimdeki en önemli sorunlardan bir tanesi de beşeri sermaye eksikliğidir. Beşeri sermaye, üretim faktörlerinin daha etkin ve verimli kullanılmasına olanak sağlayan tecrübe, bilgi ve beceri gibi değerlerin bütünü olarak tanımlanmaktadır (Manga ve ark., 2015). Bu tanımdan yola çıkarak, Van ilinde hayvan yetiştiriciliğinin daha çok atadan öğrenilen bilgiler doğrultusunda yapılmakta oluşu ve yeniliklere, öğrenmeye, teknolojiye kapalı bir şekilde gerçekleştirilmesi beşeri sermayenin eksikliğini göstermektedir.



Sonuç ve Öneriler

Van ili hayvancılığında yaşanan sorunlara karşı sunulabilecek en öncelikli çözüm önerisi bölgenin güvenlik sorununun sosyolojik, psikolojik ve maddi yönleri ele alınarak optimum biçimde giderilmesi olacaktır. Çünkü bu durum insanların bütün yaşamları üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Hayvancılık yönüyle bu sorun çözüldüğünde yaylalar, meralar ve buralardaki su kaynakları hayvanların beslenmesinde kullanılabilir. Böylece çayır-meraya dayalı olarak yapılan küçükbaş hayvancılığın önemli bir girdisi olan yem maliyetleri düşecek ve üreticilerin gelir seviyesi artacaktır. Yem maliyetlerinin düşmesi ile sonuçlanacak bir diğer durum ise, çayır ve meraların ekonomik gücü olanlar arasında pay edilmesinin önüne geçilecek tedbirlerin alınmasıyla sağlanabilecektir. Meralarda amenajman teknikleri dikkate alınarak otlatma yapılmasına özen gösterilmesi ve mera ıslah çalışmaları ile meralardan daha fazla verim elde edilmesi sağlanacaktır. Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün verilerine göre mera ıslah ve amenajman çalışmaları kapsamında 18 992 bin dekar alanda mera ıslah çalışması tamamlanmıştır (Anonim, 2020a). Bu çalışmalara hız verilerek hayvancılıktaki kaba yem ihtiyacının karşılanması ve yem maliyetlerinin azaltılmasının sağlanacağı düşünülmektedir.

Hayvan besleme ile ilgili rasyon, silajlık mısır gibi yem bitkileri konusunda üreticileri bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır. Hayvan beslemenin yanında bakım şartları da geliştirilmelidir. Bölgeye uygun ahır barınak tipleri yapılmalı ve yaygınlaştırılmalıdır. Bu sayede birçok hayvan hastalıklarının da önüne geçilecektir.

Hayvan hastalıkları ile aşılama çalışmaları ve üreticilerin bu konu hakkında bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Yine ülke içerisinde hayvan hareketlerinin ve sınırdan kaçak hayvan girişinin kontrolü sağlanarak hayvan hastalıkları azaltılmaya çalışılmalıdır. Kaçak hayvan girişinin kontrolünün sağlanması ile aynı zamanda hayvan fiyatlarının düşmesi engellenerek üreticilerin rekabetçiliği olumlu etkilenecektir. Yine hayvan hastalıkları ve veteriner-sağlık hizmetleri konusundaki bilinçlenme ile ekonomik kayıpların önüne geçilecektir.

Hayvan materyalinin nitelik ve nicelik olarak uygun olması verimli ve kârlı bir hayvansal üretim için önemlidir (Günlü ve ark, 2006). Kültür ve melez ırk çalışmalarına önem verilmesi, ırk ıslah çalışmalarının yapılması, nitelikli döl kaynakları belirlenerek suni tohumlama çalışmalarına gereken önemin verilmesi ve damızlık hayvan kesimlerinin önüne geçilmesi büyükbaş hayvancılığa büyük katkı sağlayacaktır.

Bölgede yetiştiriciliği yapılan endemik tür olan Norduz koyunu başta olmak üzere Morkaraman, Hamdani ve Karakaş gibi türlerin koruma altına alınması ve yetiştiriciliklerinin yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. Bu şekilde gen kaynakları korunarak yük-

sek verimli ırklarla yetiştiriciliğe önem verilmelidir.

Çoban ücretlerinin iyileştirilmesi, sosyal güvencenin sağlanması ve gerekli eğitimler verilerek kalifiye eleman haline getirilmesi çoban sorunun çözümünde önem arz etmektedir.

Üretilen ürünlerin işlenmesine, yöresel ürünler ya da katma değerli ürünler olarak değerlendirilmesine ve pazarlama çalışmalarına önem verilmelidir. Markalaşma ve tanıtım faaliyetlerine özen gösterilmelidir. Yöresel hayvansal ürünlerde tescil ve coğrafi işaret işlemleri yapılmalıdır.

Van ili, Türkiye'ye komşu bazı ülkelere sınırının bulunması ile dış ticaret açısından önemlidir. Hayvansal ürünlerin ve canlı hayvan ihracatına yönelik çalışmalar yapılarak il içerisinde bir rekabet ortamı oluşabilecektir. Bu rekabet anlayışı da ildeki hayvancılığın gelişmesine ve hayvancılığa gereken önemin verilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Örgütlenme konusunda farkındalığın artırılması ve mevcut örgütlerin idari ve fiziki kapasitelerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalara hız verilmelidir.

Arıcılık sektöründe bal üretiminin yüksek olması bir avantajdır. Ancak arıcılık ürünlerinde çeşitliliğin sağlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Propolis, arı sütü, bal mumu, arı zehri gibi ürünlerin üretiminin artırılması arıcılık sektöründeki kişiler için ayrıca bir gelir kaynağı olacaktır.

Van gölünde yetişen endemik bir tür olan inci kefalı balığının 15 Nisan-15 Temmuz av yasağının olduğu dönemde kontrollerin artırılarak bu türün korunmasına özen gösterilmelidir. İç su balıkçılığı olarak Van ekonomisine katkı sağladığı gibi bu balık türünün göç zamanında düzenlenecek şölenlerle hem Van turizmine hem de Van ekonomisine ayrıca katkı sağlamasına yönelik çalışmalar geliştirilmelidir.

Sonuç olarak; Van ilinin birçok hayvancılık faaliyetinin yapılabilirdiği bir coğrafyaya sahip olması ve ildeki hayvancılık faaliyetleri hem Türkiye hem de Van ekonomisi için büyük önem taşımaktadır. Hayvancılık sektöründeki beşeri sermayeye gerekli yatırımların yapılması, ildeki güvenlik sorununun çözülmesi, mera ıslah çalışmalarının hızlandırılması, gen kaynaklarının korunması, entegre ve modern tesislerin kurulması, sektöre yönelik desteklemelere gereken özenin gösterilmesi, çiftçilerin birçok konuda bilinçlendirilmesi için düzenlenen eğitimlerin artırılması, çoban sorununun çözülmesi, tarıma dayalı ihtisas (besi) organize sanayi bölgesi projesi gibi sektöre yönelik projelerin hayata geçirilmesi ile hayvancılık sektörü Van ilinde ve Türkiye'de istenilen seviyelere ulaşabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Van ilinde 2019 yılında başlatılan canlı hayvan ihracatının geliştirilerek il ve ülke ihracatına olan katkısının artırılması da bölgede hayvancılığın gelişmesine ciddi katkı sağlayacaktır.



Teşekkür

Mevcut çalışma 'Van İli Hayvancılığının Mevcut Durumu' isimli doktora seminerinden üretilmiştir.

Mali Destek

Bu çalışma herhangi bir finansman kuruluşundan/sektöründen hibe/destek almamıştır.

Etik Beyanı

Bu çalışmanın yapılmasında Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul (HADYEK) İzin Belgesi gerekmemektedir.

Yazar Katkıları

Ömer Gezginç araştırmanın yazımında ve yorumlanmasında görev almıştır.

Kaynaklar

1. Anonim (2020a). TC Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Farklı Yıllara Ait Veriler, Van.
2. Anonim (2020b). Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu Van İl Koordinatörlüğü Kayıtları, Van.
3. Anonim (2020c). Van İl/İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü Veteriner Hekimleri ve Mühendisleri ile Yapılan Görüşmeler, Van.
4. Anonim (2020d). Erişim Adresi: [esk.gov.tr/tr/10238/Van-Et-Kombinası], Erişim Tarihi: 29/12/2020.
5. DAKA (2010). Ön Bölgesel Gelişme Planı (2009-2010).
6. DAKA (2012). Küçükbaş Hayvancılık Çalıştay Raporu, Hakkari.
7. DAKA (2014a). Van İli Tarım Sektörü Yatırım Kılavuzu, Van.
8. DAKA (2014b). TRB2 Bölgesi Mevcut Durum Analizi.
9. DAKA (2014c). Van Süt Sektör Raporu. Van Süt Eylem Planı, Van.
10. Delgado, C., Rosegrant, M., Steinfeld, H., Ehui, S., Courbois, C. (1999). Livestock to 2020: The next food revolution. Chapter 14: p.: 89-93.
11. Eisler, MC., Lee, MRF. (2014). Steps to sustainable livestock. Nature, 507: 32-34.
12. Ertaş, N., Deniz, O. (2018). 1991 Sonrasında Van'da Küçükbaş Hayvancılığın Gelişim Seyri ve Sorunları. TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, Ankara.
13. Günlü, A., Atasever, M., Karakaya, Y. (2006). Erzurum İli Hayvancılığının Yapısal Özellikleri ve Yakın Gelecekteki Durumu Üzerine Genel Değerlendirme. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg. 1: (3-4): 55-68.
14. Manga, M., Bal, H., Algan, N., Kandır, ED. (2015). Beşeri Sermaye, Fiziksel Sermaye ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: BRICS Ülkeler ve Türkiye Örneği. Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 24: 1: 45-60.
15. TARYAT (2019). Van Tarımsal Yatırım Rehberi.
16. TC Resmi Gazete. (2012). 17 Temmuz 2012 tarihli "Hayvan Genetik Kaynakları Yerinde Koruma ve Geliştirme Desteklemeleri Hakkında Uygulama Esasları" Resmi Gazete Sayısı: 28356, Tebliğ No: 2012/54).
17. TC Van Valiliği (2014). Van İli ve İlçeleri Vizyon 2023 Ortak Akıl Stratejik Eylem Planı, Van.
18. Thornton PK. (2010). Livestock production: recent trends, future prospects. Phil. Trans. R. Soc. B,365: 2853-2867. <https://doi:10.1098/rstb.2010.0134>
19. Turan, N, Altuner, F. (2014). Van İlinde Kaba Yem Üretim Potansiyeli, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Turk J AgricRes, 1: 91-97.
20. TÜİK (2020). Türkiye İstatistik Kurumu Hayvancılık İstatistikleri Veri Tabanı. Erişim Adresi: [<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>], Erişim Tarihi: 27/11/2020.
21. TÜİK (2022a). Türkiye İstatistik Kurumu Hayvancılık İstatistikleri Veri Tabanı. Erişim Adresi: [<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>], Erişim Tarihi: 27/10/2022.
22. TÜİK (2022b). Türkiye İstatistik Kurumu Su Ürünleri İstatistikleri Veri Tabanı. Erişim Adresi: [<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>], Erişim Tarihi: 27/10/2022.
23. VANTSO (2019). Tarım ve Hayvancılık Sektör Raporu, Van.
24. VİKTM (2020). Van İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. Erişim Adresi: [<https://van.ktb.gov.tr/TR-90248/cografi-konumu.html>], Erişim Tarihi: 09/10/2020.
25. VİTOM (2020a). Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. Erişim Adresi: [<https://van.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfald=22>], Erişim Tarihi: 01/12/2020.
26. VİTOM (2020b). Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. Erişim Adresi: [<https://van.tarimorman.gov.tr/Haber/739/Van-il-Tarim-Ve-Orman-Mudurlugu-Tarafindan-Suni-Tohumlama-Hizmeti-Verilmektedir>], Erişim Tarihi: 27/12/2020.
27. VİTOM (2019). Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. Erişim Adresi: [<http://van.tarimorman.gov.tr/Haber/679/Vandan-Katara-Kucukbas-Hayvan-Ihracati>], Erişim Tarihi: 01/01/2021.a

Derleme makalesi / Review article



Veteriner hekimlikte diyabetik kardiyomiyopati

Ülfet TANDOĞAN^{1a*}, Hande SAĞOĞLU^{1b}, Banu DOKUZEYLÜL^{1c}, Remzi GÖNÜL^{1d}, M. Erman OR^{1e}

¹*Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Avcılar, İstanbul, Türkiye*

Diabetic cardiomyopathy in veterinary medicine

MAKALE BİLGİSİ/ARTICLE INFORMATION:

Geliş / Received:

15.11.2022

Revizyon/Revised:

22.12.2022

Kabul / Accepted:

23.12.2022

ORCID:

^a 0000-0001-6015-7446

^b 0000-0002-4538-3960

^c 0000-0003-3086-4726

^d 0000-0001-9425-0964

^e 0000-0002-8764-1956

Abstract:

Diabetes mellitus (DM) is an important endocrine disorder in humans and animals, developing due to insulin deficiency or resistance to the effect of insulin, causing disturbances in carbohydrate, fat and protein metabolism, characterized by polyuria, polydipsia, polyphagia, weight loss, fatigue due to hyperglycemia, etc. clinical symptoms. In studies conducted on diabetic patients in the field of human medicine, the presence of ventricular dysfunction has been detected in patients who do not have a potential cause to predispose to coronary artery disease, hypertension and other cardiovascular diseases. The disorders caused by DM on the heart are expressed as diabetic cardiomyopathy (DCM). DCM is characterized by diastolic dysfunction, myocardial dilatation and decreased left ventricular function and is one of the important causes of morbidity and mortality in diabetic patients. Based on this prevalence result in human medicine, studies and researches on diabetic cardiomyopathy have been started in the field of veterinary medicine in recent years. The aim of this review is to provide information about DCM in cats and dogs, to examine and emphasize the relationship between diabetes mellitus and heart diseases, to increase the number of studies in this field and to draw attention to the need to add cardiac examination to routine controls in practice.

Keywords: Diabetes, Cardiomyopathy, Heart, Veterinary Medicine

Veteriner hekimlikte diyabetik kardiyomiyopati

Özet:

Diabetes mellitus (DM) insanlarda ve hayvanlarda sık karşılaşılan, insülin eksikliğine veya insülinin etkisine gösterilen dirence bağlı olarak gelişen, karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmalarında bozukluğa sebep olan, poliüri, polidipsi, polifaji, kilo kaybı, hiperglisemiye bağlı halsizlik vb. klinik semptomlarla karakterize önemli bir endokrin bozukluktur. Beşeri hekimlik alanında diyabetik hastalar üzerinde yapılan çalışmalarda koroner arter hastalığına, hipertansiyona ve diğer kardiyovasküler hastalıklara zemin hazırlayacak potansiyel bir nedeni olmayan hastalarda ventriküler disfonksiyon varlığı tespit edilmiştir. DM'nin kalp üzerinde yaptığı bozukluklar diyabetik kardiyomiyopati (DKM) olarak ifade edilir. DKM, diyastolik disfonksiyon, miyokardiyal dilatasyon ve sol ventrikül fonksiyonlarında azalma ile karakterize olup diyabetik hastalarda morbidite ve mortalitenin önemli sebeplerindedir. Beşeri tıptaki bu prevalans sonucuna dayanarak son yıllarda veteriner hekimlik alanında da diyabetik kardiyomiyopatiyle ilgili çalışma ve araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu derlemenin amacı kedi ve köpeklerde DKM hakkında bilgi vermek, diabetes mellitus ile kalp hastalıkları arasındaki ilişkiyi irdelemek ve vurgulamak, bu alandaki çalışmaların artırılmasına ve DM hastalarının kalp muayenesinin pratikte rutin kontrollere eklenmesi gerektiği konusuna dikkat çekmektir.

Anahtar kelimeler: Diyabet, Kardiyomiyopati, Kalp, Veteriner Hekimlik

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: ulfet.tandogan@ogr.iuc.edu.tr

How to cite this article: Tandoğan Ü, Sağoğlu H, DokuzeYLÜL B, Gönül R ve Or ME (2022). Veteriner hekimlikte diyabetik kardiyomiyopati . *Antakya Vet. Bil. Derg.*, 1 (1), 53-57.



Giriş

Diyabetin genel anlamda insüline bağımlı (Tip 1) ve insüline bağımlı olmayan (Tip 2) olarak 2 tipi vardır. DM, pankreastaki beta hücrelerinin yıkımı (Tip 1) veya işlev bozukluğu sonucu insülin eksikliğine bağlı olarak kan glukozunun yüksek konsantrasyonlarda seyretmesiyle karakterize endokrin bir hastalıktır. Tip 2 diyabetin etiolojisinde ise pankreas hücrelerinde amiloid birikimi vardır. Kedilerde obezite kaynaklı olarak insülin direnci oluşur ve buna bağlı beta hücrelerinin yetmezliği sonucu en sık tip 2 diyabet gözlenirken köpeklerde pankreastaki beta hücrelerin immünolojik hasarı sonucunda tip 1 diyabet daha sık görülür (Rand, 2013; Şahinduran ve Vurkaç, 2018).

DM'ye bağlı yüksek konsantrasyonlarda seyreden glukoz, uzun vadede retinopatiye, nefropatiye bağlı böbrek yetmezliğine, kardiyomyopatiye bağlı kalp yetmezliğine, otonom nöropatiye ve kan damarlarında işlev bozukluklarına sebep olma potansiyeli gösterir (Çayır ve Turan, 2015; Al Hroob ve ark., 2019).

Beşeri hekimlikte diyabetik kardiyovasküler hastalıklar periferik vasküler hasarları, kalp fonksiyon bozukluklarını ve miyokart iskemisini içerir. DM'nin kalp üzerine olan bu etkileri sebebiyle DM'li hastaların mortalite ve morbiditesinin çoğu kalp hastalıklarıyla alakalıdır (Yüce ve ark., 2013; Türe ve ark., 2019).

İnsan hekimliğinde yapılan çalışmaların yansımaları veteriner hekimlikte de görülmeye başlanmış olup, bu derlemede kedi ve köpeklerde DKM hakkında bilgi vermek ve bu alandaki çalışmaların artırılmasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

Diyabetik kardiyomyopati (DKM), koroner arter hastalıkları, iskemik kalp hastalıkları, önemli kapak hastalıkları ve hipertansiyondan bağımsız olarak gelişen, miyokardiyal dilatasyon ve hipertrofi ile sol ventrikül diyastol ve sistol fonksiyon bozuklukları görülen bir tür kardiyovasküler hastalıktır (Çayır ve Turan, 2015; Al Hroob ve ark., 2019).

Patil ve Burji (2012), asemptomatik DM'li hastalarda diyastolik disfonksiyonu değerlendirdikleri bir çalışmada diyabetin miyokard üzerinde meydana getirdiği hasarın diyastolik disfonksiyonu önemli ölçüde etkilediğini ve diyastolik disfonksiyon prevalansının diyabet süresiyle doğru orantılı olarak arttığını göstermişlerdir.

Tip 2 diyabetin sol ventrikül üzerine bilinen etkileri oldukça yaygın olmasına rağmen sağ ventrikül üzerine etkisi hakkında literatürde bilgi eksikliği görüşünde olan Van den Brom ve ark. (2010), diyabetik obez sıçanlarda sağ ventrikül değişikliklerinin olup olmadığını araştırmışlardır ve sağ ventrikül sistolik disfonksiyon varlığını gözlemlemişlerdir.

Miao ve ark. (2014), sağ ventrikül fonksiyonunun miyokardiyal

kontraktiliteye katkısının fazla olmasına rağmen diyabetik hastalarda özellikle sağ ventrikül diyastolik fonksiyonunun değerlendirilmesi için gerekli olan girişimlerin sınırlı olduğunu düşünerek bir çalışma yapmışlardır. Sekiz adet kontrol grubu on bir adet yüksek yağlı ve kalorili diyetle beslenen ve streptozotosin (STZ) enjekte edilerek tip 2 diyabet oluşturulan Wistar ırkı sıçanlarda spektral doppler, doku doppler, B-mod ve M-mod ekokardiyografi ile sağ ventrikül fonksiyonlarını değerlendirmişlerdir. STZ enjeksiyonundan sonraki 12. haftada iki grupta da sağ ventrikülde herhangi bir yapısal değişikliğin görülmediği, duvar kalınlığı ve iç boyutları arasında anlamlı bir farkın olmadığı bildirilmiştir. Deney devam ettirilip 16. haftada yapılan ölçümlerde ise miyokardın yapısındaki değişikliklerin gözle görülür hale geldiğini, diyabetik farelerin sağ ventriküllerindeki değişimin kontrol farelerine kıyasla önemli ölçüde daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

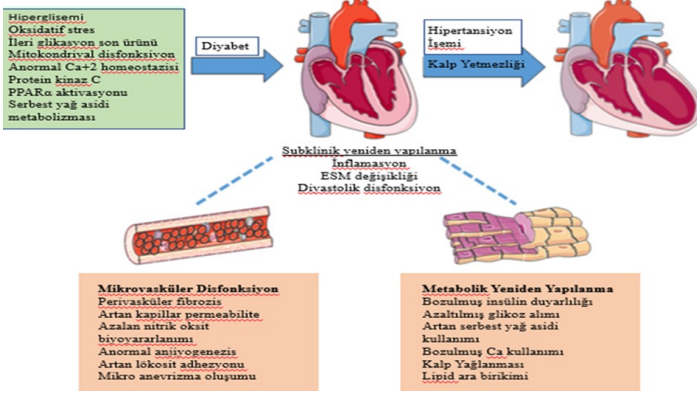
Kitpipatkun ve ark. (2020) yayımladıkları bir çalışmada STZ ile indüklenen diyabetli sıçanlarda diyastolik fonksiyonların farklılıkları incelenmiş ve diyabetli sıçanların, kontrol grubundaki sıçanlara kıyasla daha yüksek sistolik kan basıncı ve diyastolik disfonksiyona sahip olduğu belirtilmiştir.

DKM'nin Patofizyolojisi

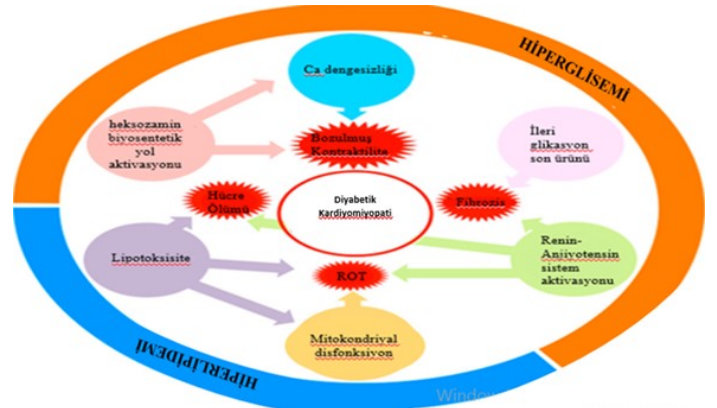
DKM'nin oluşum mekanizmasında özellikle Ca^{+2} dengesinden sorumlu proteinlerin fonksiyon bozuklukları sonucu kalbin elektriksel ve mekaniksel aktivitesindeki azalmalar rol oynar. DKM'nin bir diğer mekanizması da sistolik ve diyastolik disfonksiyonun sebepleri olan miyokardiyal fibrozis ve miyosit hasarıdır. Kasılma gücünde ve ejeksiyon fraksiyonundaki azalma miyosit hasarından kaynaklanırken, diyastolik disfonksiyon kollajen birikiminden kaynaklanır (Çayır ve Turan, 2015).

Ekstraselüler matriks (ESM) değişiklikleriyle bağlantılı inflamasyon ve kolajen birikimi DM'de gözlenen subklinik diyastolik disfonksiyonun altında yatan sebeplerdendir (Wilson ve ark., 2018).

DKM patofizyolojisinin altında yatan hücre ve moleküler mekanizmaların içerisinde, oksidatif stres ve aşırı reaktif oksijen türleri (ROT) oluşumu, ileri glikasyon son ürünleri (İGÜ), farklı mediyatör oluşumları, heksozamin biyosentetik yolunun aktivasyonunu, lipotoksisite, Renin-anjiyotensin-aldosteron sisteminin (RAAS) aktivasyonu, Ca^{+2} dengesinin bozulması, mitokondriyal işlev bozuklukları, inflamasyon ve hücre ölümü gibi faktörler yer alır (Şekil 1,2) (Wilson ve ark., 2018; Zamora ve Villena, 2019). Artan oksidatif stresin oksidatif dengeyi bozması sonucunda DNA hasarı meydana gelir ve bu durum kardiyak miyositlerin hızlıca ölümüyle sonuçlanır (Al Hroob ve ark., 2019; Zamora ve Villena, 2019).



Şekil 1: Diabetes Mellitus'ta kardiyak yeniden şekillenme (Wilson ve ark.,2018).



Şekil 2: DKM'nin patogeneziyle ilgili olarak şekillenen moleküler düzensizliklerin oluşum mekanizması (Zamora ve Villena,2019).

Bozulmuş insülin sinyalizasyonu sonucu, glikoz kardiyomyositler tarafından oksitlenmez, bunun yerine İGÜ sentezine veya proteinlerin O-GlyNasilasyonuna yol açan diğer metabolik yollara yönlendirilir. Artan hücre içi glikoz birikimi ayrıca RAAS yolunu aktive eder ve kalsiyum homeostazını değiştirir. Ayrıca hiperlipidemi, yağ asidi alımını kolaylaştırır ve lipotoksisite ve kardiyak yağlanmaya yol açar. Yağ asitlerinin gelişmiş ancak verimsiz oksidasyonu, reaktif oksijen türlerinin (ROT) üretimine yol açar ve mitokondriyal disfonksiyonu teşvik eder. Tüm bu faktörlerin, DKM'yi karakterize eden fonksiyonel değişikliklere bir dereceye kadar katkıda bulunduğu gösterilmiştir (Zamora ve Villena, 2019).

Veteriner Hekimlik Alanında Yapılan Çalışmalar

Son yıllarda evde bakılan kedilerin yaşam sürelerinin artması, obeziteye ve hareketsizliğe eğiliminin fazla olması sonucu diyabet tanısı konulan kedi sayısı her geçen gün artmaktadır. Hem bu artış, hem de kalp hastalıklarının kedilerde klinik belirti göstermeksizin sinsi ilerlemesi son yıllarda DKM üzerine veteriner hekimlik alanındaki çalışmaların sayısının artmasına neden olmuştur.

Little ve Gettinby (2008), DM'li kedilerin prognozu üzerinde yaptıkları bir çalışmada diyabetik kedilerin kalp yetmezliği riskinin sağlıklı kedilere göre 104 kat fazla olduğunu göstermişlerdir.

Zürich Üniversitesi'nde Pereira ve ark. (2017)'nin yaptığı bir çalışmada DM'li kedilerin miyokardiyal disfonksiyon varlığını ve uygun antidiyabetik tedaviye başladıktan sonra miyokardiyal fonksiyondaki iyileşmeyi araştırmışlardır. DM'li kedilerin sağlıklı kedilere kıyasla azalmış diyastolik fonksiyona sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Aynı çalışmada DM'si 6 ay boyunca remisyonunda kalan kediler araştırmadan çıkarıldıktan sonra geriye kalan DM'li kedilerin diyastolik fonksiyonu tekrar incelendiğinde sağlıklı kedilere kıyasla anormal diyastolik fonksiyona sahip olduğu görülmüştür. Sonuç olarak DM'nin insanlarda ve kedilerde kalp üzerine benzer etkiler gösterdiği kanısına varmışlardır.

Dobromylskyj ve Little (2021)'in yayımladıkları bir vaka raporunda DM tanısı konulan 7 yaşlı bir kedide, diyagnozdan 2 yıl sonra taşikardi, taşipne, abdominal genişleme ortaya çıkması üzerine yapılan ekokardiyografi sonucunda zayıf miyokard fonksiyonu, biatriyal ve biventriküler dilatasyon, kaudal vena kava dilatasyonu tespit edildiği bildirilmiştir. Kalp yetmezliği tanısı konulduktan 5 hafta sonra genel durumu kötü olduğu için kediye ötenazi uygulanmıştır. Ölüm sonrası yapılan nekropsisi sonucunda histopatolojik incelemelerde miyokardiyumda interstisyel veya perivasküler fibrozis ve sol ventriküler serbest duvar ve interventriküler septumda replasman fibrozisi odakları görmüşlerdir. Kalbin mikroskopik incelemesinde ise miyosit dejenerasyonu, miyofiberlerde düzensizlik ve inflamasyon bulgularına rastlanmıştır. Araştırmacılar bu sonuçlardan yola çıkarak kalp yetmezliğinin sebebinin DM olduğuna, fakat bu zamana kadar yapılan çalışmaların diyabetik kardiyomyopati tanısını koymak için yetersiz olduğundan bu konunun veteriner hekimlik alanında da geliştirilmesi gerektiğini düşünmüşlerdir.

İnsanlarda insülin ve insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) kardiyomyosit üzerindeki reseptörlere bağlanarak veya farklı sinyal yollarında bir agonist olarak davranarak kardiyomyositlerde büyümeye ve ventriküler hipertrofiye sebep olur (Boucher ve ark., 2010). Freeman ve ark. (2014) kedilerdeki hipertrofik kardiyomyopati (HCM) vakalarının bazılarının insülin direnci ve artan IGF-1 konsantrasyonlarıyla ilişkili olduğunu söylemişlerdir.

DM köpeklerde çok sık görülmesine rağmen kardiyomyopati ile ilişkisi üzerine edinilen bilgiler oldukça sınırlıdır. Bu konuyla ilgili Kim ve ark. (2018)'nin yaptığı bir çalışmada 10'u tip I DM hastası 20'si sağlıklı 30 köpek ile çalışılmıştır. Her bir hayvanın genel muayeneleri ve laboratuvar muayenelerinin yanısıra doppler ultrasonografisi ve standart ekokardiyografik muayeneleri yapılmıştır. DM'li köpeklerin kontrol grubuyla karşılaştırıldıklarında önemli ölçüde daha yüksek diyastol sonu ventriküler iç hacmi (LVIDD) ve sistol sonu ventriküler iç



hacmi'ne (LVIDs) sahip olduğu görülmüştür. DM süresinin ise herhangi bir durum değişikliğine sebep olmadığı sonucuna varılmıştır. Çalışma sonucunda DM'li köpeklerde miyokardiyal fonksiyon değişikliklerinin sublinik de gelişebileceği sonucuna varılmış ve bu değişiklikleri saptamak için DM yönetimi yapılırken rutin ekokardiyografik ve doppler muayenesinin yapılması gerektiği bildirilmiştir.

Soares ve ark. (2018) insülin tedavisi alan 18 diyabetik köpekte ve 12 sağlıklı köpekte serum kardiyak troponin I (cTnI) konsantrasyonunun DM tanı zamanıyla arasındaki ilişkiyi ve kardiyovasküler parametreleri değerlendirmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda diyabetik köpekler ve sağlıklı köpekler arasında cTnI seviyelerinde anlamlı bir fark görülmediği, DM tanı süreleri ile de korelasyon oluşmamışken diyabetik köpeklerdeki fruktozamin konsantrasyonu ile sistolik kan basıncı arasında pozitif korelasyon olduğu bildirilmiştir.

Vichit ve ark. (2018) tarafından 19'u DM'li 39 köpekle yapılan bir çalışmada plazma cTnI, galektin-3 (Gal-3) ve N-terminal pro B tipi natriüretik peptitleri (NT-proBNP) kardiyak biyobelirteçlerinin ölçümlerine bakılmış ve kalbin yapı ve fonksiyonunu değerlendirmek amacıyla tüm köpeklerde ekokardiyografi yapılmıştır. Diyabetik köpeklerde ve kontrol grubunda M-mod ekokardiyografinin sonuçlarına göre, diyabetik grupta LVIDs daha büyük bulunmuştur. Hastaların DM süresi ile LVIDd, LVIDs, diyastol sonunda sol ventrikül arka duvar kalınlığı (LVPWd) ve sistol sonunda sol ventrikül arka duvar kalınlığı (LVPWs) pozitif korelasyon göstermiştir. Diyabetli köpeklerde DM süresi 1 yıldan fazla olanların DM süresi 1 yıldan az olanlara göre daha kalın sol ventrikül duvarına (LVPW) ve daha büyük sol ventrikül iç hacmine (LVID) sahip olduğu görülmüştür. cTnI, Gal-3 ve NT-proBNP gibi kardiyak biyobelirteçlerin konsantrasyonlarının ise diyabetik ve normal köpekler arasında farkı görülmemiştir. NT-proBNP ve fruktozamin konsantrasyonları aralarında korelasyon gösterirken Gal-3 ve cTnI konsantrasyonlarının herhangi bir korelasyon göstermediği ve bu üç kardiyak biyobelirtecin DM süreleri ile arasında korelasyon bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmanın temel bulgusu kalbin sol ventrikül diyastolik fonksiyonunun diyabetli köpeklerde normal köpeklere göre farklılık göstermesi ve hiçbir köpekte konjestif kalp yetmezliğine dair bir bulgu saptanmamış olmasıdır.

Araştırmacılar insanlarda 6 yıl süren DM'den sonra konjestif kalp yetmezliği gelişme ihtimalinin olmasına rağmen köpeklerin ömürlerinin insanlardan daha az olduğunu ve diyabetik köpeklerin ortalama hayatta kalma sürelerinin 2 yıl olduğunu göz önünde bulundurarak DM'li köpeklerin sistolik disfonksiyon şekillenmeden ölebileceklerini ifade etmişlerdir (Fall ve ark., 2007; Aragno ve ark., 2008). Bunun yanında son dönem DM'li köpeklerde sistolik fonksiyonu değerlendirmek

için daha uzun süreli bir çalışma yapılması gerektiğini ifade ederek diyabetik köpeklerde altta yatan bir kalp hastalığı varsa, bunun diyastolik fonksiyon değişikliklerinden etkilenebileceğini, DM'nin kalp hastalığı olan köpekler üzerindeki etkisini aydınlatmak için daha ileri çalışmalar yapılması gerektiğini bildirmişlerdir (Vichit ve ark.,2018).

Broussard ve ark.(2016)'nın Amerika'da köpekler üzerinde yaptıkları deneysel bir çalışmada obezite ve diyabetle kardiyovasküler komplikasyonların ilişkisi araştırılmış ve çalışmada orta derece obez ve insülin direnci gelişmiş 26 adet köpekte detaylı kardiyak muayene amacıyla kardiyak manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gerçekleştirilmiş, diyetdeki yağ çeşidinin etkisini değerlendirmek amaçlı 12 köpek domuz yağı diyetiyle, 8 köpek somon yağı diyetiyle beslenmiş ve kalan 6 köpek kontrol grubunu oluşturmuştur. Domuz yağı diyetiyle beslenen gruptaki köpeklerde visceral ve subkutan yağ depolarında ve glikoza karşı akut insülin cevabında artış görülürken insülin duyarlılığında ve sol ventrikül fonksiyonunda önemli derecede azalma tespit edilmiştir. Buna karşılık somon yağı diyetiyle beslenen gruptaki köpeklerde yağ deposundaki artış ve toplam kilo alımına rağmen insülin duyarlılığında ve kalp fonksiyonunda herhangi bir bozulma olmamıştır. Çalışmanın sonunda kalbin çalışma fonksiyonları ile insülin duyarlılığı arasında doğrudan bir ilişki tespit edilememesine rağmen sol ventrikülün sistolik fonksiyonu ile glukoza karşı akut insülin cevabı arasında anlamlı bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bu durum sol ventrikülün çalışmasındaki bozuklukların akut insülin sekresyonundaki artışla ilişkilendirilmesine sebep olmuştur.

Kedi ve köpeklerde yapılan çalışmaların dışında Mir ve Darzi (2009), alloksanla indükledikleri diyabetik tavşanlarla sağlıklı tavşanların nekropsisi sonrası kalp kesitlerini histopatolojik olarak karşılaştırmış ve diyabetli tavşanlarda ödem, histiyosit proliferasyonu ve miyokardit tespit ettiklerini rapor etmişlerdir.

Sonuç

DM kedi ve köpeklerde prevalansı yüksek olan endokrin ve kronik bir hastalıktır. Bu hastalığa bağlı olarak ortaya çıkabilecek komplikasyonları bilmek ve prognozu öngörmek beşeri hekimliğin yanısıra veteriner hekimlikte de oldukça önemlidir. Günümüzde insanlarda olduğu gibi hayvanlarda da obezite sık görülmekte, predispoze faktörler (yanlış beslenme, hareketsizlik, erken kısırlaştırma, ilaç tedavisinden sonra) bulunmakta ve özellikle DM teşhisi konulan kedi ve köpeklerin sayısı oldukça artmaktadır. Bunların yanısıra kedilerde kalp hastalıklarının sinsice ilerlemesi DM'li kedi ve köpeklerde rutin kalp muayenelerini kaçınılmaz kılmıştır. Her ne kadar son yıllarda yapılan çalışmalar olsa da DKM insanlarda olduğu gibi kedi ve köpeklerde tam olarak tespit edilememiştir. Bunun esas



sebeplerinden biri kedi ve köpeklerin yaşam sürelerinin az olması ve insanlarla kıyaslandığında rutin muayenelerinin daha nadir yapılmasından kaynaklanır.

DKM'nin veteriner hekimlikte üzerinde çalışılmaya başlanmış olmasına rağmen geliştirilmesi, diyabetik hastaların düzenli takibi ve rutin kontrollerine kalp muayenesinin de mutlaka ilave edilmesi gerektiği görüşündeyiz.

Teşekkür

Mali Destek

Bu çalışma herhangi bir finansman kuruluşundan/sektöründen hibe/destek almamıştır.

Etik Beyanı

Bu çalışmanın yapılmasında Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul (HADYEK) İzin Belgesi gerekmemektedir.

Yazar Katkıları

Kaynakça

- Al Hroob, A. M., Abukhalil, M. H., Hussein, O. E., & Mahmoud, A. M. (2019). Pathophysiological mechanisms of diabetic cardiomyopathy and the therapeutic potential of epigallocatechin-3-gallate. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 109, 2155-2172. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.11.086>
- Aragno, M., Mastrocola, R., Alloatti, G., Vercellinato, I., Bardini, P., Geuna, S., Catalano, M. G., Danni, O., & Boccuzzi, G. (2008). Oxidative stress triggers cardiac fibrosis in the heart of diabetic rats. *Endocrinology*, 149 (1), 380-388. <https://doi.org/10.1210/en.2007-0877>
- Boucher, J., Tseng, Y.H., & Kahn, C.R. (2010). Insulin and insulin-like growth factor-1 receptors act as ligand-specific amplitude modulators of a common pathway regulating gene transcription. *Journal of Biological Chemistry*, 285(22), 17235- 17245. <https://doi.org/10.1074/jbc.M110.118620>
- Broussard, J. L., Nelson, M. D., Kolka, C. M., Bediako, I. A., Paszkiewicz, R. L., Smith, L., Szczepaniak E.W., Stefanovski, D., Szczepaniak L.S., & Bergman, R. N. (2016). Rapid development of cardiac dysfunction in a canine model of insulin resistance and moderate obesity. *Diabetologia*, 59 (1), 197-207. <https://doi.org/10.1007/s00125-015-3767-5>
- Çayır, A., & Turan, M. (2015). Diabetes mellitusla ilişkili kardiyak bozukluklar. *Ankara Medical Journal*, 15(4), 231-234 . <https://doi.org/10.17098/amj.97668>
- Dobromylskyj, M. J., & Little, C. J. (2021). Necropsy findings in a cat with diabetes mellitus and heart failure. *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*, 7(2), 1-7. <https://doi.org/10.1177/20551169211055383>
- Fall, T., Hamlin, H. H., Hedhammar, Å., Kämpe, O., & Egenvall, A. (2007). Diabetes mellitus in a population of 180,000 insured dogs: incidence, survival, and breed distribution. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21(6), 1209-1216. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2007.tb01940.x>
- Freeman, L.M., Rush, J.E., Cunningham, S.M., & Bulmer, B.J. (2014) A randomized study assessing the effect of diet in cats with hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 28, 847-856. <https://doi.org/10.1111/jvim.12352>
- Kim, Y. H., Kim, J. H., & Park, C. (2018). Evaluation of tissue Doppler ultrasonographic and strain imaging for assessment of myocardial dysfunction in dogs with type 1 diabetes mellitus. *American journal of veterinary research*, 79(10), 1035-1043. <https://doi.org/10.2460/ajvr.79.10.1035>
- Kitpipatkun, P., Matsuura, K., Shimada, K., Uemura, A., Goya, S., Yoshida, T., Ma., D., Takahashi, & K., Tanaka, R. (2020). Key factors of diastolic dysfunction and abnormal left ventricular relaxation in diabetic rats. *Journal of Medical Ultrasonics*, 47(3), 347-356. <https://doi.org/10.1007/s10396-020-01021-x>
- Little, C. J. L., & Gettinby, G. (2008). Heart failure is common in diabetic cats: findings from a retrospective case-controlled study in first-opinion practice. *Journal of Small Animal Practice*, 49(1), 17-25. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2007.00466.x>
- Miao, Y., Zhang, W., Zhong, Y., Zhong, M., & Ma, X. (2014). Diastolic function of the right ventricle is impaired in experimental type 2 diabetic rat models. *Turkish journal of medical sciences*, 44(3), 448-453. <https://doi.org/10.3906/sag-1212-12>
- Mir, S. H., & Darzi, M. M. (2009). Histopathological abnormalities of prolonged alloxan-induced diabetes mellitus in rabbits. *International Journal of Experimental Pathology*, 90(1), 66-73. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2613.2008.00615.x>
- Patil, M. B., & Burji, N.P. (2012). Echocardiographic evaluation of diastolic dysfunction in asymptomatic type 2 diabetes mellitus. *J Assoc Physicians India*, 60(23), 6.
- Pereira, N. J., Matos, J. N., Toaldo, M. B., Bartoszuk, U., Summerfield, N., Riederer, A., & Glaus, T. M. (2017). Cats with diabetes mellitus have diastolic dysfunction in the absence of structural heart disease. *The Veterinary Journal*, 225, 50-55. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.04.017>
- Rand, J. S. (2013). Pathogenesis of feline diabetes. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 43(2), 221-231. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.01.003>
- Soares, F. A., Machado, L., Carvalho, G. L., González, F. H., & Poppl, Á. G. (2018). Cardiac troponin I, fructosamine, and cardiovascular parameters in dogs with diabetes mellitus. *Austral journal of veterinary sciences*, 50(3), 129-133. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-81322018000300129>
- Şahinduran, Ş., & Vurkaç, N. (2018). Köpeklerde diabetes mellitus. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 43-50. <https://doi.org/10.24998/maeusabed.329298>
- Türe, M., Balık, H., & Akin, A. (2019). Diyabetes Mellitus ve Kardiyovasküler Sistem. In: Haspolat YK., Aktar G., Kaya İ., Ege S. (Ed.) *Çocuk ve Ergenlerde Diyabetes Mellitus* (pp.143). Orient Yayınları.
- Wilson, A. J., Gill, E. K., Abudalo, R. A., Edgar, K. S., Watson, C. J., & Grieve, D. J. (2018). Reactive oxygen species signalling in the diabetic heart: emerging prospect for therapeutic targeting. *Heart*, 104(4), 293-299. <http://dx.doi.org/10.1136/heartjnl-2017-311448>
- Van den Brom, C.E., Bosmans, J.W., Vlasblom, R., Handoko, L.M., Huisman, M.C., Lubberink, M., Molthoff, C.F., Lammertsma, A.A., Ouwens, M.D., Diamant, M., & Boer, C. (2010). Diabetic cardiomyopathy in Zucker diabetic fatty rats: the forgotten right ventricle. *Cardiovasc Diabetol*, 9, 25-31. <https://doi.org/10.1186/1475-2840-9-25>
- Vichit, P., Rungsipat, A., & Surachetpong, S. D. (2018). Changes of cardiac function in diabetic dogs. *Journal of Veterinary Cardiology*, 20(6), 438-450. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.08.001>
- Yüce, İ., Tanboğa, İ.H., Bayraktutan, Ü., Aksakal, E., Oğul, H., Yalçın, A., Kızrak, Y., & Kantarcı, A. (2013). Assessment of left-ventricular diastolic function in diabetic patients: the role of cardiac MR imaging. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 43(1), 118-124. <https://doi.org/10.3906/sag-1205-21>
- Zamora, M., & Villena, J. A. (2019). Contribution of impaired insulin signaling to the pathogenesis of diabetic cardiomyopathy. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(11), 2833. <https://doi.org/10.3390/ijms20112833>