

Editörler: Doç. Dr. Özgül GÜLAYDIN
Dr. Öğr. Üyesi Muazzez YEŞİLYURT
Dr. Öğr. Üyesi Onur YILDIRIM

Veteriner Hekimlikte Temel ve Klinik Çalışmalar-II

Editörler:

Doç. Dr. Özgül GÜLAYDIN

Dr. Öğr. Üyesi Muazzaz YEŞİLYURT

Dr. Öğr. Üyesi Onur YILDIRIM



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şhitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozguryayinlari.com

✉ info@ozguryayinlari.com

Veteriner Hekimlikte Temel ve Klinik Çalışmalar-II

Editörler: Doç. Dr. Özgül GÜLAYDIN • Dr. Öğr. Üyesi Muazzez YEŞİLYURT
Dr. Öğr. Üyesi Onur YILDIRIM

Language: Turkish

Publication Date: 2025

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

ISBN (PDF): 978-625-5757-51-7

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub919>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>
This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Gülaydın, Ö. (ed), Yeşilyurt, M. (ed), Yıldırım, O. (ed) (2025). *Veteriner Hekimlikte Temel ve Klinik Çalışmalar-II*. Özgür Publications. DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub919>. License: CC-BY-NC 4.0

The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozguryayinlari.com/>



Önsöz

Veteriner hekimlik, hayvan sağığının korunması ve iyileştirilmesi hedefiyle, temel araştırmalar ile klinik uygulamaların sürekli etkileşim içinde olduğu disiplinlerarası bir yapıya sahiptir. Bilginin üretim hızı, teknolojik gelişmeler ve biyomedikal alandaki ilerlemeler, veteriner hekimliğin kapsamını her geçen gün genişletmekte; bu alanı hem bilimsel hem de klinik yönleriyle daha görünür kılmaktadır. Bu çerçevede hazırlanan “Veteriner Hekimlikte Temel ve Klinik Çalışmalar” başlıklı bu eser, alanın iki ana eksenini bir araya getiren özgün bir yapıya sahiptir. Kitap, veteriner biliminin teorik temellerini ve klinik uygulamalara yansıyan güncel yaklaşımlarını kapsayan iki bölümden oluşmaktadır. Bu yönüyle temel bilimler ve klinik bilimler alanlarında yapılan çalışmaları bir araya getirerek literatüre katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Bu eser; araştırmacılar, akademisyenler ve klinisyen hekimler için teoriden uygulamaya uzanan kapsamlı bir kaynak niteliğindedir. Kitabın, temel ve klinik bilimler arasındaki bilgi köprüsünü güçlendireceğine ve yeni araştırmalara yön vereceğine inanıyoruz. Katkı sunan değerli yazarlarımıza ve emeği geçen tüm araştırmacılara teşekkür eder; bu çalışmanın temel bilimler ve klinik bilimler alanlarında literatüre kalıcı bir katkı sağlamasını dileriz.

İçindekiler

Önsöz

iii

Bölüm 1

Kedi ve Köpeklerde Klinik Beslenmenin İç Hastalıklarda Kullanımı	1
<i>Gülşah Akgül</i>	
<i>Mahsum Başak</i>	

Bölüm 2

Biomimetic Approach and the Role of Platelet Products in Wound Healing	19
<i>Osman Bulut</i>	
<i>Ceyda Çakar</i>	

Bölüm 3

Kedi ve Köpeklerde İdrar Kesesi Hastalıklarının Ultrasonografik Bulguları	31
<i>Onur Yıldırım</i>	

Bölüm 4

Ruminantlarda Bazı İz Elementler ve Eksiklikleri	45
<i>Vedat Baldaz</i>	
<i>Özge Nur Dereli</i>	

Bölüm 5

Köpeklerde Yabancı Cisimler: Endoskopinin Rolü	65
<i>Doğan Can Haney</i>	
<i>Mehmet Ali Erfidan</i>	
<i>Turan Civelek</i>	

Bölüm 6

Çiftlik Hayvanlarında <i>Corynebacterium Pseudotuberculosis</i>	77
<i>Seda Gökdemir</i>	
<i>Aliye Gülmez Sağlam</i>	
<i>Elif Çelik</i>	

Bölüm 7

Kedi ve Köpeklerde Üreter Obstrüksiyonlarında Kullanılan Cerrahi Teknikler 93

Eser Çakmakçı

Abmet Ege Erdoğan

Ali Belge

Bölüm 8

Sığırlarda Abomasum Deplasmanlarının Klinik Özellikleri ve Tedavi Yaklaşımları 129

Bahar Erden

Mustafa Barış Akgül

Sevdet Kılıç

Bölüm 9

Mavidil (Bluetongue) Hastalığı 149

Erdal Polat

Ayfer Fındık Pakroob

Bölüm 10

Köpeklerde Kataraktın Tanı ve Tedavisi 169

Berfin Petek

Büşra Kibar Kurt

Bölüm 11

Blood-Derived Products in the Treatment of Corneal Ulcers: Therapeutic Potential of PRP and PRF 183

Ceyda Çakar

Tolga Meriç Dümbek

Kedi ve Köpeklerde Klinik Beslenmenin İç Hastalıklarda Kullanımı

Gülşah Akgül¹

Mahsum Başak²

Özet

Kedi ve köpeklerde klinik beslenme, iç hastalıkların yönetiminde yalnızca destekleyici değil, tedavinin ayrılmaz bir unsuru olarak kabul edilmektedir. Malnütrisyon; komplikasyon oranlarını artırmakta, iyileşmeyi geciktirmekte ve mortaliteyi yükseltmektedir. Özellikle kritik bakıma muhtaç hastalarında erken dönemde başlanan enteral beslenme, gastrointestinal bütünlüğü koruyarak immün yanıtı desteklerken, parenteral beslenme ise gastrointestinal fonksiyonların yetersiz olduğu durumlarda hayati önem taşır. Gastrointestinal hastalıklarda eliminasyon diyetleri, hidrolize proteinler ve prebiyotik-probiyotik destekleri öne çıkarken; karaciğer hastalıklarında kontrollü fakat kaliteli protein, MCT yağları, vitamin ve antioksidan takviyeleri ile bakır kısıtlaması önerilmektedir. Kronik böbrek hastalığında fosfor kısıtlaması, yüksek biyolojik değerli proteinler, omega-3 yağ asitleri ve antioksidanlar prognozu iyiye götürür. Kardiyak hastalıklarda orta düzey sodyum kısıtlaması, taurin, L-karnitin ve omega-3 desteği önemlidir. Onkolojik hastalıklarda düşük karbonhidrat, yüksek yağ ve kaliteli protein içeren diyetler ile omega-3 yağ asitleri ve arginin desteği kaşeksiyi yavaşlatır. Endokrin hastalıklarda ise diyabetli kedilerde düşük karbonhidrat-yüksek protein, köpeklerde lifli diyetler; obezitede enerji kısıtlaması; tiroid bozukluklarında metabolik duruma uygun özel diyetler tercih edilmektedir. Klinik beslenme; hastalık seyrini yavaşlatan, komplikasyonları azaltan ve yaşam kalitesini artıran temel bir tedavi aracıdır sayılabilir. Güncel literatür, beslenme stratejilerinin farmakolojik tedavi kadar kritik olduğunu güçlü bir şekilde ortaya koymaktadır.

1 Doç. Dr., Siirt üniversitesi, Veteriner fakültesi, gulsahvet@hotmail.com, 0000-0003-4804-6502

2 Arş. Gör., Siirt üniversitesi, Veteriner fakültesi, mahsum.basak@siirt.edu.tr, 0000-0003-1257-8283

1. Giriş

Klinik beslenme, kedi ve köpeklerde iç hastalıklarının tedavisinde yalnızca destekleyici bir uygulama değil, tedavinin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir. Malnütrisyon, hastalarda komplikasyon oranlarını artırmakta, iyileşme sürecini uzatmakta ve mortaliteyi yükseltebilmektedir. Özellikle yoğun bakım altındaki hayvanlarda yetersiz beslenme; immün fonksiyonların zayıflaması, doku onarımının gecikmesi ve enfeksiyonlara yatkınlığın artmasıyla sonuçlanmaktadır (Chan, 2020).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, erken dönemde başlanan uygun beslenme stratejilerinin klinik sonuçları belirgin biçimde iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Erken enteral beslenme, gastrointestinal sistem bütünlüğünü korumakta, mukozal atrofi gelişimini önlemekte ve sistemik immün yanıtı desteklemektedir (Chan, 2020; Lenox, 2021). Ayrıca, metabolik gereksinimlerin doğru karşılanması; yatış süresinin kısalmasına, komplikasyonların azalmasına ve tedavi maliyetlerinin düşmesine katkı sağlamaktadır (Freeman ve ark., 2011).

Klinik beslenmenin temel amaçları; enerji ve besin öğelerinin yeterli ve dengeli şekilde sağlanması, malnütrisyonun önlenmesi, immün fonksiyonların desteklenmesi ve tedaviye yanıtın güçlendirilmesidir. Bu hedeflere ulaşmak için her hastanın bireysel değerlendirilmesi, vücut kondisyon skorunun ve kas kütlelerinin belirlenmesi ve mevcut metabolik bozukluklara göre beslenme planının uyarlanması gereklidir (Laflamme, 2000; Freeman ve ark., 2011; Lenox, 2021).

Kedi ve köpeklerde iç hastalıklarının yönetiminde beslenme tedavisi, farmakolojik yaklaşımlarla eşdeğer öneme sahiptir. Günümüzde klinik beslenmenin, hasta bakımında başarıyı ve yaşam kalitesini artıran en önemli faktörlerden biri olduğu kabul edilmektedir.

1.1. Enteral Beslenme Yöntemleri

Enteral beslenme, gastrointestinal sistemin fonksiyonel olduğu durumlarda ilk tercih edilmesi gereken yöntemdir. Bu yaklaşım, intestinal mukozanın bütünlüğünü koruyarak mukozal atrofinin gelişmesini önler, bağırsak mikrobiyotasının dengesini destekler ve sistemik immün yanıtın güçlenmesine katkı sağlar. Ayrıca enteral beslenmenin tercih edilmesi, parenteral beslenmeye kıyasla komplikasyon riskini ve maliyetleri azaltmaktadır (Chan, 2020; Lenox, 2021).

Kedi ve köpeklerde enteral beslenme çeşitli yollarla sağlanabilir:

- Nazogastrik sonda: Kısa süreli (<7 gün) desteklerde tercih edilir. Yerleştirilmesi kolaydır; küçük çap nedeniyle enerjice zengin sıvı formülasyonlar gerektirir. Kusma ve aspirasyon riski mevcuttur.
- Özofagostomi sonda: Orta-uzun süreli (haftalar-aylar) beslenme desteğinde kullanılabilir. Daha geniş çaplı sondalar yüksek enerjili/lifli diyetlerin uygulanmasına imkân verir.
- Gastrostomi sonda: Uzun dönem destek gereken olgularda endoskopik veya cerrahi yöntemle yerleştirilir; stabilite ve konfor avantajı vardır.
- Jejunostomi sonda: Gastrik bypass gereken (ör. pankreatit, gastrik çıkış obstrüksiyonu) olgularda aspirasyon riskini azaltır; yerleştirilmesi diğer yöntemlere göre daha zordur (Chan, 2020).
- Besleme protokollerinde başlangıçta düşük hacimlerle başlanmalı, toleransa göre kademeli artırılmalıdır. Özellikle uzun süre aç kalan hayvanlarda refeeding sendromu riski nedeniyle fosfor, potasyum ve magnezyum başta olmak üzere elektrolitler yakından izlenmelidir. Komplikasyonlar arasında kusma, aspirasyon pnömonisi, sonda tıkanıklıkları ve giriş bölgesi enfeksiyonları yer alır. Başarılı uygulama için sonda bakımı ve hijyen kuralları kritik öneme sahiptir (German, 2005; Freeman ve ark., 2011; Chan, 2020).

1.2. Parenteral Beslenme

Parenteral beslenme, gastrointestinal sistemin fonksiyonel olmadığı veya enteral beslenmenin tolere edilemediği durumlarda uygulanır. Besin öğeleri damar yoluyla doğrudan dolaşıma verilir; ağır hastalık tablolarında, gastrointestinal obstrüksiyon, şiddetli pankreatit, peritonit veya kontrolsüz kusma-ışhal gibi durumlarda tercih edilir (Chan, 2020).

İki temel yaklaşım vardır:

- **Total Parenteral Beslenme (TPN):** Enerji ve besin öğelerinin tamamı damar yoluyla sağlanır (çoğunlukla juguler kateter). Aminoasit, lipid emülsiyonu, glukoz ve elektrolitler dengeli karışımlarla verilir.
- **Kısmi Parenteral Beslenme (PPN):** Enerji/besin gereksiniminin bir kısmını karşılar; genellikle periferik ven yoluyla ve kısa süreli uygulanır.

Avantajı, bağırsak fonksiyonu devre dışı kalsa dahi yeterli beslenme desteği sağlayabilmesidir. Dezavantajları arasında **kateter enfeksiyonu, tromboflebit, hiperglisemi, hiperlipidemi ve elektrolit dengesizlikleri**

bulunur. Aseptik teknik, kateter bakımı ve biyokimyasal takip gerektirir (Chan, 2020).

2. İç Hastalıklarına Göre Klinik Beslenme Stratejileri

2.1. Gastrointestinal Hastalıklar

Gastrointestinal (GİS) hastalıklar, kedi ve köpeklerde en sık görülen klinik problemlerin başında gelir ve beslenme yönetimi bu hastalıkların tedavisinde kritik rol oynamaktadır. Uygun beslenme stratejileri ile semptomların kontrol altına alınması, mukozal bütünlüğün korunması, inflamasyonun azaltılması ve hastalık progresyonunun yavaşlatılması mümkündür. Özellikle erken dönemde başlanan uygun beslenme, farmakolojik tedaviye yanıtı güçlendirir ve komplikasyonların önlenmesine yardımcı olur. Diyet seçiminde hastalığın tipi, süresi, eşlik eden metabolik bozukluklar ve bireysel tolerans göz önünde bulundurulmalıdır (Willard, 2009).

2.1.1. Akut Gastroenterit

Akut gastroenteritli olgularda tedavinin temel hedefi, sıvı-elektrolit dengesinin korunması ve gastrointestinal mukozanın iyileşmesinin desteklenmesidir. Kısa süreli açlık sonrası başlanacak beslenme programında kolay sindirilebilir, düşük yağlı ve yüksek sindirilebilir proteinli diyetler önerilir. Bu tür diyetler, gastrointestinal yükü azaltarak mukozanın iyileşmesini hızlandırır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, erken enteral beslenmenin mukozal bütünlüğü koruduğunu, bağırsak bariyer fonksiyonlarını güçlendirdiğini ve iyileşmeyi hızlandırdığını ortaya koymuştur (German, 2005; Chan, 2020; Lenox, 2021).

2.1.2. Kronik Enteropatiler

Kronik enteropatilerde beslenme yönetimi, semptomların uzun vadede kontrolünde temel yaklaşımdır. Bu olgularda çoğunlukla eliminasyon diyetleri veya hidrolize proteinli diyetler tercih edilir. Eliminasyon diyetlerinde daha önce tüketilmemiş yeni (novel) protein kaynakları kullanılırken, hidrolize diyetlerde proteinler küçük peptidlere ayrılarak immün aracılı reaksiyonların tetiklenmesi önlenir. Bunun yanında çözünür liften zengin diyetler, kolonik motiliteyi düzenler, dışkı kalitesini iyileştirir ve gastrointestinal sağlığı destekler (Gaschen ve Merchant, 2011; Lenox, 2021).

2.1.3. Prebiyotik ve Probiyotikler

Son yıllarda yapılan çalışmalarla gastrointestinal hastalıkların tedavisinde bağırsak mikrobiyotasının önemi daha iyi anlaşılmıştır. Probiyotikler (ör. laktobasiller, bifidobakteriler) ve prebiyotikler (ör. fruktooligosakkaritler) bağırsak mikrobiyotasını dengeleyerek inflamasyonu azaltır, bağırsak bariyer fonksiyonlarını güçlendirir ve mukozal bağışıklığı destekler. Klinik bulgular, probiyotik ve prebiyotik takviyelerinin ishal süresini kısalttığını ve nüksleri azaltabileceğini göstermektedir (Freeman ve ark., 2011).

2.1.4. Gıda İntoleransı ve Alerjiler:

Besin alerjileri veya intoleransları da gastrointestinal semptomların önemli nedenleri arasındadır. Bu olgularda eliminasyon diyetleri ile klinik düzelme sağlanması mümkündür. Hidrolize protein içeren formüller, immün yanıtı tetiklemeden yeterli protein desteği sağlayarak semptomların kontrolünde yüksek başarı oranına sahiptir (Gaschen ve Merchant, 2011).

Gastrointestinal hastalıklarda beslenme tedavisinin ana hedefleri; bağırsak bütünlüğünü korumak, inflamasyonu azaltmak, optimal besin ögesi desteği sağlamak ve yaşam kalitesini artırmaktır. Bu nedenle her hasta için beslenme planı bireyselleştirilmeli, akut ve kronik tablolar için uygun diyet stratejileri seçilmeli ve probiyotik-prebiyotik destekleri ile tedavi protokolleri güçlendirilmelidir.

Tablo 1. Gastrointestinal Hastalıklarda Beslenme Hedefleri ve Stratejiler

Klinik Durum	Beslenme Hedefleri	Önerilen Stratejiler
Akut Gastroenterit	Mukozal bütünlüğü korumak, sıvı-elektrolit dengesini sağlamak, iyileşmeyi hızlandırmak	Kısa süreli açlık sonrası kolay sindirilebilir, düşük yağlı ve yüksek sindirilebilir proteinli diyetler
Kronik Enteropatiler	İnflamasyonu azaltmak, immün aracılı reaksiyonları kontrol etmek, dışkı kalitesini iyileştirmek	Eliminasyon diyetleri, hidrolize proteinli diyetler, çözünür liften zengin içerikler
Prebiyotik/ Probiyotik Kullanımı	Mikrobiyotayı dengelemek, bariyer fonksiyonlarını desteklemek, diyare süresini kısaltmak	Probiyotik (Lactobacillus, Bifidobacterium) ve prebiyotik (FOS, MOS) destekleri
Gıda İntoleransı/ Alerji	İmmün yanıtı baskılamak, semptom kontrolünü sağlamak	Eliminasyon diyetleri, hidrolize protein içeren formüller

2.2. Karaciğer Hastalıkları

Karaciğer, protein, yağ ve karbonhidrat metabolizması, vitamin ve mineral depolanması, toksinlerin detoksifikasyonu ve safra üretimi gibi yaşamsal fonksiyonlara sahip bir organdır. Bu nedenle hepatik hastalıklar, sistemik metabolizmayı doğrudan etkileyerek ciddi klinik bulgulara yol açabilir. Karaciğer hastalıklarında beslenme tedavisinin temel hedefleri; organın metabolik yükünü azaltmak, komplikasyonların gelişmesini önlemek, rejenerasyonu desteklemek ve hastanın yaşam kalitesini artırmaktır (Li ve ark., 2013).

2.2.1. Protein Yönetimi

Hepatik ensefalopati (HE), karaciğer hastalıklarının en önemli komplikasyonlarından biridir. Bu tabloda, bağırsak kaynaklı toksik metabolitlerin (özellikle amonyak) detoksifikasyonunun bozulması sonucu nörolojik bulgular ortaya çıkar. Bu nedenle HE riski bulunan olgularda protein alımı tamamen kısıtlanmamalı, ancak dikkatle kontrol edilmelidir. Total protein kısıtlaması kas katabolizmasını artırarak prognozu kötüleştirebilir. Bunun yerine yüksek biyolojik değere sahip proteinler (ör. yumurta, süt ürünleri, beyaz et) tercih edilmelidir. Ayrıca dallı zincirli aminoasitlerden (BCAA) zengin diyetler, aromatik aminoasitlere kıyasla daha kolay metabolize edildiği için ensefalopati kontrolünde yarar sağlayabilir (Center, 1998; Stockman, 2025).

2.2.2. Enerji ve Yağ Kullanımı

Karaciğer hastalıklarında enerji metabolizması bozulduğundan ve glikojen depoları azaldığından, hayvanlarda hipoglisemiye eğilim görülebilir. Bu nedenle küçük ve sık öğünlerle besleme yapılması önerilmektedir. Enerji ihtiyacının güvenli şekilde karşılanabilmesi için orta zincirli trigliseridler (MCT) içeren yağların kullanılması faydalıdır. MCT'ler, safra asidine ihtiyaç duymadan emilebildikleri için sindirimi kolaydır ve güvenli bir enerji kaynağı sağlarlar (Center, 1998).

2.2.3. Vitamin ve Antioksidanlar:

Hepatik fonksiyon bozukluklarında safra akışı azalabileceğinden, A, D, E ve K vitaminlerinin emiliminde sorunlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle bu vitaminlerin desteklenmesi önemlidir. Ayrıca oksidatif stresin hepatosellüler hasarı artırdığı bilinmektedir. Bu nedenle S-adenosyl methionine (SAMe), silymarin ve E vitamini gibi antioksidanların kullanımı hepatosellüler hasarın azaltılmasında ve karaciğer rejenerasyonunun desteklenmesinde etkili bulunmuştur (Center, 1998; Stockman, 2025).

2.2.4. Bakır Kısıtlaması

Bazı köpek ırklarında (ör. Bedlington Terrier, Doberman Pinscher, West Highland White Terrier) bakır hepatotoksitesitesi gelişme riski yüksektir. Bu olgularda diyetle alınan bakırın sınırlandırılması ve gerektiğinde çinko takviyesi yapılması, hepatik hasarı azaltmaya yardımcı olur (Center, 1998).

Karaciğer hastalıklarında beslenme yönetimi, yalnızca organın yükünü azaltmaya değil, aynı zamanda komplikasyonları önlemeye ve rejenerasyonu desteklemeye yöneliktir. Kontrollü fakat kaliteli protein desteği, güvenli enerji kaynakları, vitamin ve antioksidan takviyeleri ile bakır kısıtlaması stratejileri, medikal tedaviyle birlikte uygulandığında prognozu önemli ölçüde iyileştirmektedir.

Tablo 2. Karaciğer Hastalıklarında Beslenme Hedefleri ve Stratejiler

Klinik Durum	Beslenme Hedefleri	Önerilen Stratejiler
Protein Yönetimi	HE riskini azaltmak, kas kütleini korumak	Yüksek biyolojik değerli proteinler, BCAA'dan zengin diyetler
Enerji/Yağ Kullanımı	Hipoglisemiye önlemek, güvenli enerji sağlamak	Küçük-sık öğünler, MCT içeren yağlar
Vitamin/Antioksidan	Vitamin eksikliklerini önlemek, oksidatif stresi azaltmak	A,D,E,K vitamin desteği, SAMe, silymarin, E vitamini
Bakır Kısıtlaması	Bakır toksisitesini önlemek	Bakır kısıtlı diyet, çinko desteği

2.3. Böbrek Hastalıkları

Kronik böbrek hastalığı (KBY), kedi ve köpeklerde en sık karşılaşılan metabolik bozukluklardan biridir ve prognozu en çok etkileyen faktörlerden biri beslenme tedavisidir. Klinik ve deneysel çalışmalar, uygun diyet müdahalelerinin hastalık progresyonunu yavaşlattığını, klinik semptomları azalttığını ve yaşam süresini uzattığını göstermektedir. Özellikle beslenme tedavisinin düzenli uygulanması, farmakolojik tedavilerle birlikte prognozunu iyileştirilmesinde altın standart olarak kabul edilmektedir (Polzin, 2011).

2.3.1. Protein ve Fosfor Yönetimi

KBY'nin yönetiminde fosfor kısıtlaması sağkalımı artırmaktadır. Diyetle fosforun sınırlandırılması, hiperfosfatemi ve sekonder renal hiperparatiroidizmin önlenmesine katkı sağlar. Bununla birlikte protein kısıtlaması tamamen yapılmamalı, yalnızca üremik semptomları azaltacak ölçüde ayarlanmalıdır. Proteinlerin biyolojik değeri yüksek kaynaklardan (ör. yumurta, süt ürünleri, tavuk eti) seçilmesi, kas kütleinin korunması açısından önemlidir. Aşırı protein kısıtlaması, malnütrisyonu ve kas kaybına

yol açarak hastanın genel durumunu kötüleştirebilir (Polzin, 2011; Elliott ve Barber 1998).

2.3.2. Enerji ve Makrobesinler:

KBY'li hayvanlarda iştah azalması sık görüldüğü için yeterli enerji alımı sağlamak zor olabilir. Enerji ihtiyacının karşılanmasında yağlar güvenli ve yoğun bir enerji kaynağı olarak öne çıkar. Bunun yanında diyetlerde bulunan omega-3 yağ asitleri (EPA/DHA), inflamasyonu baskılayarak glomerüler hasarı sınırlayabilir ve böbrek fonksiyonlarını korumada faydalı olabilir. Bu etkiler, kronik böbrek hastalığının ilerleyişini yavaşlatma açısından önemli görülmektedir (Polzin, 2011).

2.3.3.Sodyum ve Potasyum Dengesi:

KBY'li olgularda hipertansiyon yaygın bir komplikasyondur. Bu nedenle diyetle sodyum alımı sınırlandırılmalı, ancak aşırı kısıtlamadan da kaçınılmalıdır çünkü bu durum böbrek perfüzyonunu olumsuz etkileyebilir. Potasyum dengesi de önemlidir; özellikle kedilerde hipokalemi sık görülür ve kas zayıflığı, iştahsızlık gibi belirtilere yol açar. Bu nedenle potasyum desteği gerekebilir (Polzin, 2011).

2.3.4. Vitaminler ve Antioksidanlar:

KBY'de poliüriye bağlı olarak suda çözünen vitaminlerin (B-kompleksi, C vitamini) kaybı artmaktadır. Bu nedenle bu vitaminlerin diyetle eklenmesi önerilmektedir. Ayrıca oksidatif stres, renal dokuda ilerleyici hasarın önemli bir mekanizmasıdır. Bu nedenle E vitamini gibi antioksidanların eklenmesi, serbest radikal hasarını azaltarak böbrek fonksiyonlarını destekleyebilir (Polzin, 2011).

Kronik böbrek hastalığında beslenme tedavisi, yalnızca semptomların hafifletilmesi değil, aynı zamanda yaşam süresi ve kalitesinin artırılması açısından kritik bir müdahaledir. Fosforun kısıtlanması, kontrollü fakat kaliteli protein desteği, omega-3 yağ asitleri ve antioksidanlarla zenginleştirilmiş diyetler, KBY tedavisinde en etkili stratejiler arasında yer almaktadır (Polzin, 2011).

Tablo 3. Böbrek Hastalıklarında Beslenme Hedefleri ve Stratejiler

Klinik Durum	Beslenme Hedefleri	Önerilen Stratejiler
Protein/Fosfor	Üremik semptomları azaltmak, sekonder hiperparatiroidizmi önlemek	Yüksek biyolojik değerli proteinler, fosfor kısıtlaması
Enerji/Makrobesin	Yeterli enerji sağlamak, inflamasyonu azaltmak	Yağ ağırlıklı enerji, omega-3 yağ asitleri (EPA/DHA)
Sodyum/Potasyum	Hipertansiyonu ve elektrolit dengesizliklerini yönetmek	Orta düzey sodyum kısıtlaması, hipokalemiye potasyum desteği
Vitamin/Antioksidan	Vitamin kayıplarını yerine koymak, oksidatif hasarı azaltmak	B-kompleks, C vitamini, E vitamini

2.4. Kardiyak Hastalıklar

Kedi ve köpeklerde kardiyak hastalıkların beslenme yönetimi, hastalığın ilerleyişini yavaşlatmayı, semptomları hafifletmeyi ve yaşam kalitesini artırmayı hedefler. Özellikle konjestif kalp yetmezliği (KKY) bulunan hayvanlarda uygun diyet müdahaleleri, farmakolojik tedavilerin etkinliğini destekleyerek daha iyi klinik sonuçlar elde edilmesine katkıda bulunur (Hamlin ve Buffington 1989).

2.4.1. Sodyum Kısıtlaması:

Kalp yetmezliği olan olgularda sodyum alımının azaltılması, sıvı retansiyonunu kontrol altına alarak ödem, asit ve pulmoner konjesyonun şiddetini hafifletir. Ancak aşırı sodyum kısıtlaması iştah kaybına neden olabileceği gibi renin-anjiyotensin-aldosteron sisteminin (RAAS) aktivasyonunu da artırabilir. Bu nedenle orta düzeyde sodyum kısıtlaması, hem sıvı dengesini kontrol etmek hem de metabolik komplikasyonlardan kaçınmak için en uygun yaklaşımdır (Freeman, 1998).

2.4.2. Enerji ve Protein:

Kardiyak hastalıklarda görülen en önemli metabolik komplikasyonlardan biri kardiyak kaşeksidir. Kas kütlesinde kayıp ve kilo azalması ile karakterize olan bu durum, prognozu olumsuz etkiler. Yeterli enerji desteğinin sağlanması, metabolik stresin azaltılması ve yüksek biyolojik değere sahip proteinlerin diyetle eklenmesi kas kaybını önlemek açısından zorunludur. Protein yetersizliği, immün fonksiyonlarda zayıflamaya ve yaşam süresinin kısılmasına yol açabilir (Freeman, 2007).

2.4.3. Taurin ve L-Karnitin:

Bazı köpek ırklarında dilate kardiyomiyopati (DKM) gelişiminde taurin eksikliği rol oynamaktadır. Taurin desteği, miyokard fonksiyonlarının korunmasında yararlı olabilir. L-karnitin ise yağ asidi metabolizmasında görev alır ve miyokardiyal enerji üretimini destekler. DKM olgularında L-karnitin takviyesi, kalp fonksiyonlarının iyileştirilmesine katkı sağlayabilmektedir (Larsen ve Fascetti 2020; Freeman, 2023).

2.4.4. Omega-3 Yağ Asitleri:

Omega-3 yağ asitleri, özellikle EPA (eikosapentaenoik asit) ve DHA (dokosaheksaenoik asit), anti-inflamatuvar, antiaritmik ve metabolik düzenleyici etkileri nedeniyle kardiyak beslenmenin temel bileşenlerinden biridir. Bu yağ asitleri, sitokin üretimini baskılayarak inflamasyonu azaltır, aritmi riskini düşürür ve kardiyak kaşeksinin ilerlemesini yavaşlatır. Klinik çalışmalarda omega-3 desteğinin yaşam süresini uzatabileceği ve hastaların yaşam kalitesini artırabileceği gösterilmiştir (Freeman ve ark., 1998; Smith ve ark., 2007).

Kardiyak hastalıkların yönetiminde beslenme, farmakolojik tedavi kadar önemli bir role sahiptir. Orta düzey sodyum kısıtlaması, kaliteli protein ve yeterli enerji desteği, taurin ve L-karnitin takviyesi ile omega-3 yağ asitlerinin kullanımı, kalp fonksiyonlarını koruyarak prognozu iyileştirmektedir. Bu nedenle kardiyak hastalıklarda beslenme stratejileri, klinik yönetim protokollerinin ayrılmaz bir parçası olarak ele alınmalıdır.

Tablo 4. Kardiyak Hastalıklarda Beslenme Hedefleri ve Stratejiler

Klinik Durum	Beslenme Hedefleri	Önerilen Stratejiler
Sodyum Kısıtlaması	Sıvı retansiyonunu azaltmak, ödem ve asiti kontrol etmek	Orta düzey sodyum kısıtlaması
Enerji/Protein	Kaşeksiyi önlemek, kas kütesini korumak	Yeterli enerji, yüksek kaliteli protein
Taurin/L-karnitin	Miyokard fonksiyonlarını desteklemek	Taurin ve L-karnitin desteği
Omega-3 Yağ Asitleri	İnflamasyonu baskılamak, aritmi riskini azaltmak	EPA/DHA takviyesi

2.5. Onkolojik Hastalıklar

Kedi ve köpeklerde onkolojik hastalıkların yönetiminde beslenme, tedavinin tamamlayıcı bir unsuru olmaktan öte, prognoz üzerinde doğrudan etkili bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Tümörlü hayvanlarda görülen en önemli komplikasyonlardan biri, tümör kaşeksisi olarak adlandırılan

metabolik sendromdur. Kaşeksi; kilo kaybı, kas kütlelerinde azalma, iştahsızlık ve metabolik bozukluklarla karakterize olup, yalnızca enerji açısından değil, tümör hücrelerinin metabolik etkilerinden de kaynaklanır. Bu durum tedaviye yanıtı azaltır, yaşam süresini kısaltır ve yaşam kalitesini önemli ölçüde düşürür. Beslenme tedavisinin temel amacı, kaşeksiyi önlemek, immün fonksiyonları desteklemek ve hastanın genel durumunu iyileştirmektir (Morris ve Dobson 2008).

2.5.1. Makro Besin Dengesi

Tümör hücreleri enerji üretiminde büyük oranda glikolize bağımlıdır ve glikozu yoğun şekilde tüketirler (Warburg etkisi). Bu nedenle onkolojik hastalıkların diyet yönetiminde düşük karbonhidrat, yüksek yağ ve kaliteli protein içeren formülasyonlar önerilmektedir. Böyle bir beslenme modeli, tümör hücrelerinin enerji tüketimini azaltırken sağlıklı hücrelere alternatif enerji kaynakları sunar (Ogilvie ve ark., 1997).

2.5.2. Protein

Yüksek kaliteli proteinler, tümörlü hayvanlarda kas kütlelerini korumak ve immün yanıtı desteklemek açısından kritik öneme sahiptir. Protein eksikliği, yara iyileşmesini geciktirir, enfeksiyonlara yatkınlığı artırır ve tedaviye yanıtı olumsuz etkiler. Bu nedenle diyetlerde kolay sindirilebilir, biyolojik değeri yüksek protein kaynaklarına öncelik verilmelidir (Morris ve Dobson 2008).

2.5.3. Omega-3 Yağ Asitleri

Özellikle EPA (eikosapentaenoik asit) ve DHA (dokosaheksaenoik asit) gibi omega-3 yağ asitleri, inflamatuvar yanıtı baskılayarak tümör kaşeksisinin ilerlemesini yavaşlatır. Klinik çalışmalarda omega-3 takviyesinin kilo kaybını azalttığı, kas kütlelerinin korunmasına yardımcı olduğu ve yaşam süresini uzatabileceği gösterilmiştir (Baez ve ark., 2007). Ayrıca omega-3 yağ asitleri, tümör hücre membranlarında yapısal değişiklikler oluşturarak hücre proliferasyonunu da sınırlayabilmektedir.

2.5.4. Arginin ve Antioksidanlar:

Arginin, immün fonksiyonların güçlendirilmesi ve yara iyileşmesinin desteklenmesi açısından önem taşır. Bunun yanı sıra antioksidan vitaminler (özellikle C ve E vitamini) oksidatif stresi azaltarak hem sağlıklı hücreleri korur hem de tedaviye bağlı yan etkilerin hafifletilmesine katkı sağlar. Nükleotidler ve diğer immünomodülatör besin öğeleri de onkolojik hastalarda beslenme tedavisini destekleyici öğeler olarak değerlendirilmektedir (Lind, 2004).

Onkolojik hastalıkların beslenme yönetiminde temel amaç; tümör kaşeksisini önlemek, bağışıklık sistemini desteklemek ve yaşam kalitesini

artırmaktır. Düşük karbonhidratlı, yüksek yağ ve kaliteli protein içeren diyetler, omega-3 yağ asitleri, arginin ve antioksidan destekleri ile birlikte uygulandığında hem klinik semptomların kontrolüne hem de hastalığın prognozuna olumlu katkı sağlamaktadır.

Tablo 5. Onkolojik Hastalıklarda Beslenme Hedefleri ve Stratejiler

Klinik Durum	Beslenme Hedefleri	Önerilen Stratejiler
Makro Besin Dengesi	Kanser hücrelerinin enerji avantajını azaltmak	Düşük karbonhidrat, yüksek yağ, kaliteli protein
Protein	Kas kütlelerini ve immün fonksiyonları korumak	Yüksek biyolojik değerli protein desteği
Omega-3 Yağ Asitleri	Kaşeksiyi yavaşlatmak, inflamasyonu baskılamak	EPA/DHA takviyesi
Arginin/Antioksidanlar	İmmün sistemi desteklemek, oksidatif stresi azaltmak	Arginin desteği, C ve E vitamini takviyeleri

2.6. Endokrin Hastalıklar

Endokrin sistem hastalıkları, kedi ve köpeklerde beslenme yönetiminin en kritik rol oynadığı klinik tablolar arasında yer almaktadır. Diyabetes mellitus, obezite ve tiroid bozuklukları, metabolik dengeyi doğrudan etkileyen ve yaşam kalitesini önemli ölçüde değiştiren hastalık gruplarıdır. Bu nedenle bu olgularda uygulanacak beslenme stratejileri yalnızca semptom kontrolü değil, aynı zamanda hastalığın uzun dönem prognozu açısından da belirleyicidir (Kreisberg ve ark., 1970; Fascetti ve Delaney 2023).

2.6.1. Diyabetes Mellitus

Kedilerde diyabetes mellitus yönetiminde düşük karbonhidrat ve yüksek protein içeren diyetler öne çıkmaktadır. Bu tür diyetler, insülin gereksinimini azaltmakta ve bazı kedilerde klinik remisyon olasılığını artırmaktadır. Yüksek protein alımı kas kütlelerinin korunmasına katkı sağlarken düşük karbonhidrat içeriği postprandiyal glisemik dalgalanmaların önüne geçer. Bu nedenle beslenme, farmakolojik tedaviyle birlikte diyabet yönetiminde anahtar bir rol üstlenmektedir. Köpeklerde ise durum biraz farklıdır; orta düzeyde lif ve kompleks karbonhidrat içeren diyetler glisemik kontrolün sağlanmasında daha etkilidir. Bu yaklaşım, glukoz emilimini yavaşlatarak kandaki glukoz dalgalanmalarının önlenmesine yardımcı olur (Nelson, 1992).

2.6.2. Obezite

Obezite, küçük hayvanlarda en sık karşılaşılan endokrin/metabolik bozukluklardan biridir ve diyabetes mellitus, osteoartrit, kardiyak hastalıklar gibi birçok sekonder soruna zemin hazırlar. Tedavide temel strateji **enerji**

kısıtlamasıdır. Diyetlerde **yüksek protein ve lif kombinasyonu** tercih edilerek, düşük enerji yoğunluğu sağlanır. Böylece yağ kaybı desteklenirken kas dokusu korunur. Lifli içerik aynı zamanda tokluk hissini artırarak diyetle uyumu kolaylaştırır. Obezite tedavisinde yalnızca diyet değil, düzenli aralıklarla yapılan tartım, **vücut kondisyon skorunun (BCS)** takibi ve sahiplerin bilgilendirilmesi de kritik öneme sahiptir. Başarıya ulaşmak için kalori kısıtlamasının kademeli yapılması, ani kilo kaybının önlenmesi gerekir (German ve ark., 2007; Chandler ve ark., 2017).

2.6.3. Tiroid Bozuklukları

Tiroid bezinin fonksiyon bozuklukları da beslenme yönetiminden önemli ölçüde etkilenir.

- Hipertiroidili kedilerde, artmış bazal metabolizma hızı nedeniyle enerji ihtiyacı belirgin şekilde artar. Bu olgularda yüksek enerji içerikli, dengeli protein ve yağ sağlayan diyetler önerilir. Ayrıca hipertiroidiye bağlı kas kaybını engellemek için yeterli protein desteği sağlanması kritik öneme sahiptir. Fosfor ve sodyum dengesine de dikkat edilmelidir.
- Hipotiroidili köpeklerde ise tam tersi şekilde metabolizma yavaşlar ve enerji gereksinimi düşer. Bu nedenle kilo artışını kontrol altına almak için düşük kalorili, liften zengin diyetler tercih edilir. Bazı olgularda iyot kısıtlatmalı diyetler, tiroid hormon üretimini baskılamak amacıyla kullanılabilir. Bu yaklaşım özellikle ilaç tedavisinin tolere edilmediği olgularda alternatif bir seçenek olabilir (Chandler ve ark., 2017).

Endokrin hastalıklarda beslenme, yalnızca semptom kontrolü için değil, aynı zamanda komplikasyonların önlenmesi ve yaşam süresinin uzatılması için de kritik bir araçtır. Diyabetli kedilerde düşük karbonhidrat–yüksek protein, köpeklerde lifli diyetler, obezite yönetiminde enerji kısıtlaması ve tiroid bozukluklarında metabolik duruma uygun özel diyetlerin seçilmesi, farmakolojik tedaviyi destekleyen en önemli yaklaşımlardır.

Tablo 6. Endokrin Hastalıklarda Beslenme Hedefleri ve Stratejiler

Klinik Durum	Beslenme Hedefleri	Önerilen Stratejiler
Diyabetes Mellitus (Kedi)	Glisemik kontrolü sağlamak, insülin ihtiyacını azaltmak	Düşük karbonhidrat, yüksek proteinli diyet
Diyabetes Mellitus (Köpek)	Glisemik dalgalanmaları azaltmak	Orta düzey lifli, kompleks karbonhidrat içeren diyet
Obezite	Vücut ağırlığını azaltmak, kas kütleini korumak	Enerji kısıtlaması, yüksek protein ve lif, düşük enerji yoğunluğu
Hipertiroidizm (Kedi)	Artmış metabolizma hızını dengelemek, kas kaybını önlemek	Yüksek enerjili, dengeli protein ve yağlı diyet
Hipotiroidizm (Köpek)	Aşırı kilo alımını önlemek	Düşük kalorili, liften zengin diyet; bazı olgularda iyot kısıtlaması

3. SONUÇ

Kedi ve köpeklerde klinik beslenme, iç hastalıklarının yönetiminde artık destekleyici bir uygulama değil, tedavinin ayrılmaz bir bileşeni olarak kabul edilmektedir. Enerji ve besin öğelerinin doğru planlanması, malnütrisyonun önlenmesi, immün fonksiyonların desteklenmesi ve tedaviye yanıtın iyileştirilmesi açısından büyük önem taşır.

Enteral ve parenteral beslenme yöntemleri, hasta hayvanın klinik durumuna göre seçilmeli ve komplikasyon risklerini azaltacak şekilde uygulanmalıdır. Gastrointestinal, karaciğer, böbrek, kardiyak, onkolojik ve endokrin hastalıkların her birinde beslenme stratejileri farklılık gösterse de, temel hedef hastalığın seyrini yavaşlatmak, semptomları hafifletmek ve yaşam kalitesini artırmaktır.

Güncel literatür, uygun beslenme tedavilerinin hastaların yatış süresini kısalttığını, komplikasyon oranlarını azalttığını ve yaşam süresini uzattığını güçlü şekilde ortaya koymaktadır. Bu nedenle veteriner hekimlerin, klinik beslenmeyi tedavi protokollerinin merkezine koymaları, modern hasta bakımının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir.

Sonuç olarak, klinik beslenme yalnızca mevcut hastalıkların yönetiminde değil, aynı zamanda komplikasyonların önlenmesinde ve prognozun iyileştirilmesinde de kritik rol oynamaktadır. Önümüzdeki yıllarda bu alanda yapılacak kontrollü klinik çalışmalar, beslenme tedavisinin daha da kişiselleştirilmesine ve standart protokollerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

4. Kaynaklar

- Bacz, J. L., Michel, K. E., Sorenmo, K., & Shofer, F. S. (2007). A prospective investigation of the prevalence and prognostic significance of weight loss and changes in body condition in feline cancer patients. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 9(5), 411-417. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2007.02.005>
- Center, S. A. (1998). Nutritional support for dogs and cats with hepatobiliary disease. *The Journal of nutrition*, 128(12), S2733-S2746. <https://doi.org/10.1093/jn/128.12.2733S>
- Chan, D. L. (2020). Nutritional support of the critically ill small animal patient. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 50(6), 1411-1422. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.07.006>
- Chandler, M., Cunningham, S., Lund, E. M., Khanna, C., Naramore, R., Patel, A., & Day, M. J. (2017). Obesity and associated comorbidities in people and companion animals: a one health perspective. *Journal of comparative pathology*, 156(4), 296-309. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2017.03.006>
- Elliott, J., & Barber, P. J. (1998). Feline chronic renal failure: clinical findings in 80 cases diagnosed between 1992 and 1995. *Journal of Small Animal Practice*, 39(2), 78-85. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1998.tb03598.x>
- Fascetti, A. J., & Delaney, S. J. (2023). Nutritional management of endocrine diseases. *Applied Veterinary Clinical Nutrition*, 441-460.
- Freeman, L. M. (1998). Interventional nutrition for cardiac disease. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 13(4), 232-237. [https://doi.org/10.1016/S1096-2867\(98\)80008-X](https://doi.org/10.1016/S1096-2867(98)80008-X)
- Freeman, L. M., & Rush, J. E. (2007). Nutrition and cardiomyopathy: lessons from spontaneous animal models. *Current Heart Failure Reports*, 4(2), 84-90.
- Freeman, L. M., & Rush, J. E. (2023). Nutritional management of cardiovascular diseases. *Applied Veterinary Clinical Nutrition*, 461-483. <https://doi.org/10.1002/9781119375241.ch18>
- Freeman, L. M., Rush, J. E., Kchayias, J. J., Ross Jr, J. N., Meydani, S. N., Brown, D. J., ... & Roubenoff, R. (1998). Nutritional alterations and the effect of fish oil supplementation in dogs with heart failure. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 12(6), 440-448. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1998.tb02148.x>
- Freeman, L., Becvarova, I., Cave, N., MacKay, C., Nguyen, P., Rama, B., ... & Yathiraj, S. (2011). WSAVA nutritional assessment guidelines. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 13(7), 516-525. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2011.05.009>

- Gaschen, F. P., & Merchant, S. R. (2011). Adverse food reactions in dogs and cats. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 41(2), 361-379.
- German, A. J. (2005). Diseases of the small intestine. *BSAVA manual of canine and feline gastroenterology*, 2, 176-202. <http://dx.doi.org/10.22233/9781910443361.20>
- German, A. J., Holden, S. L., Bissot, T., Hackett, R. M., & Biourge, V. (2007). Dietary energy restriction and successful weight loss in obese client-owned dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21(6), 1174-1180. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2007.tb01934.x>
- Hamlin, R. L., & Buffington, C. T. (1989). Nutrition and the heart. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 19(3), 527-538. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(89\)50059-7](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(89)50059-7)
- Kreisberg, R. A., Owen, W. C., & Siegal, A. M. (1970). Nutrition and endocrine disease. *Medical Clinics of North America*, 54(6), 1473-1494. [https://doi.org/10.1016/S0025-7125\(16\)32566-4](https://doi.org/10.1016/S0025-7125(16)32566-4)
- Laflamme, D. P. (2000). Nutritional management of liver disease.
- Larsen, J. A., & Fascetti, A. J. (2020). The role of taurine in cardiac health in dogs and cats. *Advances in Small Animal Care*, 1, 227-238. <https://doi.org/10.1016/j.yasa.2020.07.015>
- Lenox, C. E. (2021). Nutritional management for dogs and cats with gastrointestinal diseases. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 51(3), 669-684. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2021.01.006>
- Lind, D. S. (2004). Arginine and cancer. *The Journal of Nutrition*, 134(10), 2837S-2841S. <https://doi.org/10.1093/jn/134.10.2837S>
- Liu, Y., Meyer, C., Xu, C., Weng, H., Hellerbrand, C., ten Dijke, P., & Dooley, S. (2013). Animal models of chronic liver diseases. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 304(5), G449-G468. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00199.2012>
- Morris, J., & Dobson, J. (2008). Small animal oncology. *John Wiley & Sons*.
- Nelson, R. W. (1992). Dietary management of diabetes mellitus. *Journal of Small Animal Practice*, 33(5), 213-217. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1992.tb01119.x>
- Ogilvie, G. K., Walters, L., Salman, M. D., Fettman, M. J., Johnston, S. D., & Hegstad, R. L. (1997). Alterations in carbohydrate metabolism in dogs with nonhematopoietic malignancies. *American journal of veterinary research*, 58(3), 277-281. <https://doi.org/10.2460/ajvr.1997.58.03.277>
- Polzin, D. J. (2011). Chronic kidney disease in small animals. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 41(1), 15-30. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2010.09.004>

- Smith, C. E., Freeman, L. M., Rush, J. E., Cunningham, S. M., & Biourge, V. (2007). Omega-3 fatty acids in Boxer dogs with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21(2), 265-273. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2007.tb02959.x>
- Stockman, J. (2025). Nutritional Management of Hepatobiliary Diseases in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 55(4), 579-593. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2025.03.007>
- Willard, M. D. (2009). Clinical manifestations of gastrointestinal disorders. *Small Animal Internal Medicine*. 4th ed. St Louis, MO: Mosby Elsevier, 351-373.

Biomimetic Approach and the Role of Platelet Products in Wound Healing

Osman Bulut¹

Ceyda Çakar²

Abstract

Biomimetic science seeks inspiration from the flawless and functional structures of nature to develop innovative materials and therapeutic strategies. Since the 1990s, this approach has gained importance in the fields of wound healing and tissue regeneration. Blood is considered the most essential autologous source in the repair of both soft and hard tissues.

The medical use of platelet derivatives has been explored for nearly four decades. Initially applied only as tissue adhesives, they are now widely recognized as regenerative tools. Platelets play a pivotal role in all stages of wound healing; hemostasis, inflammation, proliferation, and maturation by releasing growth factors such as PDGF, VEGF, EGF, and TGF- β from their granules. These bioactive molecules stimulate fibroblast proliferation, collagen synthesis, angiogenesis and epithelialization, thereby accelerating tissue repair.

Platelet concentrates are classified into several categories: pure PRP (P-PRP), leukocyte and platelet-rich plasma (L-PRP), pure PRF (P-PRF), leukocyte and platelet-rich fibrin (L-PRF), advanced PRF (A-PRF), injectable PRF (i-PRF) and titanium-prepared PRF (T-PRF). While PRP provides a rapid release of growth factors, PRF offers sustained release through its natural fibrin matrix, which also supports immune modulation and antimicrobial activity.

In conclusion, both PRP and PRF enhance wound healing by supporting fibroblast proliferation, collagen deposition, epithelial differentiation, and vascular growth. Their autologous, biocompatible, and cost-effective nature makes them safe and promising biomaterials for the treatment of acute and chronic wounds.

- 1 DVM.; Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Milas Veterinary Medicine, Department of Surgery, obulut@mu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-2773-8243
- 2 VM.; Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, ceydaacakarr@gmail.com ORCID No: 0000-0002-1057-1523

1. INTRODUCTION

Biomimetic science is based on the premise that natural structures are flawless and functional, drawing inspiration from them to develop novel materials and therapeutic methods. Since the 1990s, this approach has gained momentum, particularly in the fields of wound healing and tissue regeneration. From a biomimetic perspective, when the repair mechanisms of the body are examined, blood emerges as the most fundamental element. Blood is regarded as the most important autologous source used by the body in the healing of both soft and hard tissues (Choi et al., 2015; Chantre et al., 2019; Joorabloo & Liu, 2023).

The concept of using blood-derived products in medicine has been explored for nearly 40 years. Initially, platelet-rich products were employed solely as tissue adhesives; however, they are now widely used as biological materials to accelerate wound healing and tissue regeneration. Among these, platelet-rich plasma (PRP) and platelet-rich fibrin (PRF) are the most commonly preferred autologous biomaterials (Fernandez-Moure et al., 2017; Ding et al., 2024; Valenzuela-Mencia & Manzano-Moreno, 2025).

Platelet derivatives act as regenerative tools by releasing growth factors at levels above physiological concentrations, thereby stimulating wound healing (Miron et al., 2017). The alpha and delta granules of platelets contain polypeptides and small molecules that attract both factors and cells to the site of injury. Alpha granules contain von Willebrand factor, fibrinogen, platelet-derived growth factor (PDGF), epidermal growth factor (EGF), vascular endothelial growth factor (VEGF), fibroblast growth factor (FGF), transforming growth factor beta (TGF- β) and insulin-like growth factor (IGF), which activate stem cells, stimulate chemotaxis, mitogenesis and cellular differentiation (Melville et al., 2019). Concentrated platelets accelerate various phases of wound healing, including angiogenesis, cellular repair, proliferation and differentiation (Miron et al., 2017).

2. WOUND HEALING PROCESS

A wound is defined as the disruption of tissue integrity due to trauma and its repair is achieved through a complex series of cellular and biochemical events. Wound healing is classically divided into three main phases: hemostasis and inflammation, proliferation and maturation (remodeling) (Guo & DiPietro, 2010).

2.1. Hemostasis and Inflammation Phase

Immediately following injury, vasoconstriction initiates coagulation. Platelets encounter subendothelial collagen at ruptured vascular sites, triggering platelet aggregation and the coagulation cascade. Cytokines stored within platelets (serotonin, kallikrein, growth factors) are released, leading to neutrophil and phagocyte migration into the wound area via chemotaxis. Increased vascular permeability allows serum proteins to accumulate, while the complement system is activated (Broughton et al., 2006; Schreml et al., 2010; Almadani et al., 2021).

As macrophages and lymphocytes migrate into the wound, inflammation is gradually controlled. During epithelialization, epithelial cells migrate from wound edges to cover the defect in partial-thickness wounds, while full-thickness wounds require longer healing within the dermal tissue. The basal layer of the epidermis thickens through mitotic activity, while the release of IGF-1 and colony-stimulating factors (CSF) further contribute to the healing process (Guo & DiPietro, 2010; Sorg et al., 2017; Almadani et al., 2021).

2.2. Proliferation Phase

The proliferative phase begins around day four and typically continues until day 21. Endothelial cells and fibroblasts are the key players in this stage. Fibroblasts produce fibronectin, collagen, glycosaminoglycans, and elastin, while endothelial cells promote angiogenesis. Wound contraction begins around days 8–10, aiding closure, with fibroblast proliferation and angiogenesis supporting granulation tissue formation (Broughton et al., 2006; Guo & DiPietro, 2010).

2.3. Maturation Phase

The maturation phase is characterized by the balance between collagen synthesis and degradation. This stage determines scar formation and the mechanical strength of the tissue. Collagen production peaks between days 14 and 21, ensuring functional restoration of the wound (Sorg et al., 2017; Almadani et al., 2021).

3. THE ROLE of PLATELETS in WOUND HEALING

Platelets are small, anucleate blood cells derived from megakaryocytes in the bone marrow, with an average diameter of 2 μm . Their trilaminar membrane contains glycolipids, glycoproteins and cholesterol between phospholipid layers. The glycocalyx on the platelet membrane plays

a critical role in adhesion and aggregation. Their cytoplasm includes mitochondria, alpha, beta and lambda granules, as well as microtubules. The open canalicular system facilitates the release of active molecules into the extracellular environment (Etulain, 2018; Locatelli et al., 2021).

Alpha granules store a wide variety of bioactive proteins such as PDGF, EGF, IGF, VEGF, PF-4, IL-1, PDEGF, and ECGF. Additional components, including von Willebrand factor (VWF), ADP, thrombospondin-1, osteocalcin and serotonin, contribute to adhesion, activation and fibroblast proliferation. Platelets are therefore the primary source of the complex of growth factors essential for initiating hemostasis and wound healing (Stenberg et al., 1998; Sclafani et al., 2005; Opneja et al., 2019).

4. PLATELET-DERIVED PRODUCTS and THEIR CLASSIFICATION

Dohan Ehrenfest et al. (2009) classified platelet concentrates into the following categories (Dohan Ehrenfest et al., 2009):

1. Pure platelet-rich plasma (P-PRP)
2. Leukocyte- and platelet-rich plasma (L-PRP)
3. Pure platelet-rich fibrin (P-PRF) and leukocyte-poor PRF (LP-PRF)
4. Leukocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF)

Later, Tunali et al. (2013) introduced titanium-prepared PRF (T-PRF), while Choukroun (2014) described advanced PRF (A-PRF) with higher monocyte content and injectable PRF (i-PRF) (Tunali et al., 2013; Ghanaati et al., 2014; Miron et al., 2017;). These developments expanded the clinical applications of platelet derivatives and optimized wound healing outcomes.

4.1. Fibrin Sealants

Fibrin sealants typically contain fibrinogen/fibrin monomers, thrombin, factor XIII (in most cases) and calcium; some formulations also include aprotinin or other stabilizers. Upon application, thrombin converts fibrinogen into fibrin polymers, forming a local three-dimensional fibrin network (provisional matrix). This structure provides both hemostasis and a cellular scaffold (Albala, 2003; Spotnitz, 2010, 2014).

Fibrin sealants influence various stages of wound healing (Albala, 2003; Spotnitz, 2014):

Hemostasis: fibrin networks rapidly reduce bleeding post-surgery or trauma, impacting the inflammatory phase.

Cell guidance: fibrin matrices provide ligands for fibroblast, endothelial and keratinocyte adhesion and migration, thereby accelerating granulation tissue formation.

Growth factor delivery: fibrin networks retain and gradually release endogenous or exogenous growth factors, enabling use as a local drug or cell delivery system.

The resorption rate of fibrin matrices depends on formulation and concentration, typically occurring within days to weeks; sufficient for cell infiltration and new matrix synthesis. Thus, fibrin sealants act as temporary scaffolds, eventually replaced by collagen and extracellular matrix (Spotnitz, 2014b).

They are widely used in surgery for hemostasis, tissue adhesion, skin graft fixation, fistula closure and more recently as carriers for local agents or cells. However, clinical evidence for direct and independent effectiveness in chronic wounds (e.g., venous ulcers, diabetic foot ulcers) is limited, partly due to heterogeneous protocols and adjunctive use. Supportive data exist for burn wounds and graft applications, although techniques and protocols influence outcomes (Albala, 2003; Spotnitz, 2010).

Despite advantages such as biocompatibility, natural matrix properties and scaffold function, fibrin sealants also present drawbacks: high costs of commercial products, theoretical infection risk when derived from pooled human plasma, immune reactions to bovine thrombin in older formulations, and rare but serious thromboembolic complications from improper use (e.g., intravascular injection) (Radosevich et al., 1997; Spotnitz, 2014).

4.2. Platelet-Rich Plasma (PRP)

PRP is produced by centrifuging autologous blood to concentrate platelets. Protocols differ among laboratories and commercial kits, varying in speed, time and g-force, but the target platelet concentration is generally ~3–5 times baseline ($\sim 1,000,000/\mu\text{L}$). Activation (e.g., calcium chloride, thrombin) triggers the release of alpha granule contents. Platelets in PRP secrete PDGF, TGF- β , VEGF, EGF, IGF and other cytokines, stimulating fibroblast proliferation and collagen synthesis (PDGF, TGF- β), supporting angiogenesis (VEGF) and accelerating epithelial cell proliferation and re-epithelialization (EGF). They also modulate cellular communication during early inflammation. Overall, PRP enhances the proliferative phase and accelerates granulation tissue formation. Release kinetics depend on preparation and activation protocols (Oneto & Etulain, 2021; Patel et al., 2023).

PRP is generally autologous, reducing risks of immune reactions and infections, though strict asepsis is required. Its main limitations include methodological variability (preparation, activation, application), cost and inconsistent clinical evidence across wound types (Dohan Ehrenfest et al., 2009; Martinez-Zapata et al., 2016; Oneto & Etulain, 2021).

4.3. Platelet-Rich Fibrin (PRF)

PRF is a second-generation platelet concentrate obtained through single-step centrifugation without anticoagulants. Slow polymerization forms a natural fibrin network that entraps platelets, leukocytes and growth factors. This three-dimensional fibrin scaffold serves as a reservoir for the sustained release of growth factors (L. Alio et al., 2012; Mishra, 2021; Yang et al., 2025).

PRF provides prolonged release of platelet-derived growth factors, which is particularly important for maintaining the proliferative phase. Its leukocyte content contributes to immune modulation and antimicrobial activity, while the fibrin scaffold facilitates cell migration (fibroblasts, endothelial cells). PRF thus supports both soft tissue epithelialization and bone regeneration (Jayadev et al., 2013; Miron et al., 2017; Yang et al., 2025).

Numerous clinical studies, especially in dental, periodontal and alveolar surgery, report that PRF enhances soft tissue healing and in some cases, bone regeneration more effectively than PRP. More recent studies in diabetic and chronic wounds also show promising outcomes, suggesting that PRF accelerates wound closure (Dohan et al., 2006; Miron et al., 2017; Silveira et al., 2022; Yang et al., 2025).

Variants such as L-PRF, A-PRF, and i-PRF differ in cellular content and fibrin structure depending on centrifugation parameters and tube type, which influence biological behavior (e.g., leukocyte content, release kinetics). Therefore, reporting the exact PRF protocol is critical for comparative studies (Jayadev et al., 2013; Silveira et al., 2022).

PRF offers several advantages: it requires no anticoagulants, has a simple preparation process, ensures sustained growth factor release, is cost-effective, and is autologous. However, variations in protocols (centrifuge type, rpm, tube material) and heterogeneity in clinical studies remain limitations (Dohan et al., 2006; Yang et al., 2025).

5. CONCLUSION

PRP and PRF applications support epithelial differentiation, dermal matrix organization and vascular growth during wound healing. By enhancing fibroblast proliferation and collagen synthesis, they accelerate epithelialization. PRF, being derived from the patient's own blood, is safe and natural, with minimal scarring, no risk of malignant transformation, and low cost. Recent studies demonstrate that PRP and PRF can be safely and effectively applied in the treatment of wounds.

References

- Albala, D. (2003). Fibrin sealants in clinical practice. *Cardiovascular Surgery*, 11, 5–11. [https://doi.org/10.1016/S0967-2109\(03\)00065-6](https://doi.org/10.1016/S0967-2109(03)00065-6)
- Almadani, Y. H., Vorstenbosch, J., Davison, P. G., & Murphy, A. M. (2021). Wound Healing: A Comprehensive Review. *Seminars in Plastic Surgery*, 35(03), 141–144. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731791>
- Broughton, G., Janis, J. E., & Attinger, C. E. (2006). The Basic Science of Wound Healing. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 117(SUPPLEMENT), 12S–34S. <https://doi.org/10.1097/01.prs.0000225430.42531.c2>
- Chantre, C. O., Hoerstrup, S. P., & Parker, K. K. (2019). Engineering biomimetic and instructive materials for wound healing and regeneration. *Current Opinion in Biomedical Engineering*, 10, 97–106. <https://doi.org/10.1016/j.cobme.2019.04.004>
- Choi, J., Hwang, J., Jeong, Y., Park, J. M., Lee, K. H., & Hong, J. W. (2015). Biomimetics: forecasting the future of science, engineering, and medicine. *International Journal of Nanomedicine*, 5701. <https://doi.org/10.2147/IJN.S83642>
- Ding, N., Fu, X., Gui, Q., Wu, M., Niu, Z., Du, A., Liu, J., Wu, H., Wang, Y., Yue, X., & Zhu, L. (2024). Biomimetic Structure Hydrogel Loaded with Long-Term Storage Platelet-Rich Plasma in Diabetic Wound Repair. *Advanced Healthcare Materials*, 13(10). <https://doi.org/10.1002/adhm.202303192>
- Dohan, D. M., Choukroun, J., Diss, A., Dohan, S. L., Dohan, A. J. J., Mouhyi, J., & Gogly, B. (2006). Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part I: Technological concepts and evolution. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 101(3), c37–c44. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.07.008>
- Dohan Ehrenfest, D. M., Rasmusson, L., & Albrektsson, T. (2009). Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF). *Trends in Biotechnology*, 27(3), 158–167. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2008.11.009>
- Etulain, J. (2018). Platelets in wound healing and regenerative medicine. *Platelets*, 29(6), 556–568. <https://doi.org/10.1080/09537104.2018.1430357>
- Fernandez-Moure, J. S., Van Eps, J. L., Cabrera, F. J., Barbosa, Z., Medrano del Rosal, G., Weiner, B. K., Ellsworth, W. A., & Tasciotti, E. (2017). Platelet-rich plasma: a biomimetic approach to enhancement of surgical wound healing. *Journal of Surgical Research*, 207, 33–44. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.08.063>
- Ghanaati, S., Booms, P., Orlowska, A., Kubesch, A., Lorenz, J., Rutkowski, J., Landes, C., Sader, R., Kirkpatrick, C., & Choukroun, J. (2014). Advan-

- ced Platelet-Rich Fibrin: A New Concept for Cell-Based Tissue Engineering by Means of Inflammatory Cells. *Journal of Oral Implantology*, 40(6), 679–689. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-D-14-00138>
- Guo, S., & DiPietro, L. A. (2010). Factors Affecting Wound Healing. *Journal of Dental Research*, 89(3), 219–229. <https://doi.org/10.1177/0022034509359125>
- Jayadev, M., Marshal, Vr., Naik, B., & Karunakar, P. (2013). Role of Platelet rich fibrin in wound healing: A critical review. *Journal of Conservative Dentistry*, 16(4), 284. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.114344>
- Joorabloo, A., & Liu, T. (2023). Engineering exosome-based biomimetic nanovehicles for wound healing. *Journal of Controlled Release*, 356, 463–480. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2023.03.013>
- L. Alio, J., Arnalich-Montiel, F., & E. Rodriguez, A. (2012). The Role of “Eye Platelet Rich Plasma” (E-Prp) for Wound Healing in Ophthalmology. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 13(7), 1257–1265. <https://doi.org/10.2174/138920112800624355>
- Locatelli, L., Colciago, A., Castiglioni, S., & Maier, J. A. (2021). Platelets in Wound Healing: What Happens in Space? *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.716184>
- Martinez-Zapata, M. J., Martí-Carvajal, A. J., Solà, I., Expósito, J. A., Bolívar, I., Rodríguez, L., García, J., & Zaror, C. (2016). Autologous platelet-rich plasma for treating chronic wounds. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2016(5). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006899.pub3>
- Melville, J. C., Mañón, V. A., Blackburn, C., & Young, S. (2019). Current Methods of Maxillofacial Tissue Engineering. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 31(4), 579–591. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2019.07.003>
- Miron, R. J., Fujioka-Kobayashi, M., Hernandez, M., Kandam, U., Zhang, Y., Ghanaati, S., & Choukroun, J. (2017). Injectable platelet rich fibrin (i-PRF): opportunities in regenerative dentistry? *Clinical Oral Investigations*, 21(8), 2619–2627. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2063-9>
- Mishra, A. (2021). Evaluation of PRP drop and L-PRF Membrane for Aggressive Ulcerative Keratitis in Dogs. *Journal of Animal Research*, 11(1). <https://doi.org/10.30954/2277-940X.01.2021.24>
- Oneto, P., & Etulain, J. (2021). PRP in wound healing applications. *Platelets*, 32(2), 189–199. <https://doi.org/10.1080/09537104.2020.1849605>
- Opneja, A., Kapoor, S., & Stavrou, E. X. (2019). Contribution of platelets, the coagulation and fibrinolytic systems to cutaneous wound healing. *Thrombosis Research*, 179, 56–63. <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2019.05.001>

- Patel, H., Pundkar, A., Shrivastava, S., Chandanwale, R., & Jaiswal, A. M. (2023). A Comprehensive Review on Platelet-Rich Plasma Activation: A Key Player in Accelerating Skin Wound Healing. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.48943>
- Radosevich, M., Goubran, H. A., & Burnouf, T. (1997). Fibrin Sealant: Scientific Rationale, Production Methods, Properties, and Current Clinical Use. *Vox Sanguinis*, 72(3), 133–143. <https://doi.org/10.1046/j.1423-0410.1997.7230133.x>
- Schreml, S., Szcimics, R.-M., Prantl, L., Landthaler, M., & Babilas, P. (2010). Wound healing in the 21st century. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 63(5), 866–881. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2009.10.048>
- Sclafani, A. P., Romo, T., Ukrainsky, G., McCormick, S. A., Litner, J., Kevy, S. V., & Jacobson, M. S. (2005). Modulation of Wound Response and Soft Tissue Ingrowth in Synthetic and Allogeneic Implants With Platelet Concentrate. *Archives of Facial Plastic Surgery*, 7(3), 163–169. <https://doi.org/10.1001/archfaci.7.3.163>
- Silveira, B. B. B., Teixeira, L. N., Miron, R. J., & Martinez, E. F. (2022). Effect of platelet-rich fibrin (PRF) membranes on the healing of infected skin wounds. *Archives of Dermatological Research*, 315(3), 559–567. <https://doi.org/10.1007/s00403-022-02401-8>
- Sorg, H., Tilkorn, D. J., Hager, S., Hauser, J., & Mirastschijski, U. (2017). Skin Wound Healing: An Update on the Current Knowledge and Concepts. *European Surgical Research*, 58(1–2), 81–94. <https://doi.org/10.1159/000454919>
- Spotnitz, W. D. (2010). Fibrin Sealant: Past, Present, and Future: A Brief Review. *World Journal of Surgery*, 34(4), 632–634. <https://doi.org/10.1007/s00268-009-0252-7>
- Spotnitz, W. D. (2014). Fibrin Sealant: The Only Approved Hemostat, Sealant, and Adhesive—a Laboratory and Clinical Perspective. *ISRN Surgery*, 2014, 1–28. <https://doi.org/10.1155/2014/203943>
- Stenberg, P. E., Barrie, R. J., Pestina, T. I., Steward, S. A., Arnold, J. T., Murti, A. K., Hutson, N. K., & Jackson, C. W. (1998). Prolonged Bleeding Time With Defective Platelet Filopodia Formation in the Wistar Furth Rat. *Blood*, 91(5), 1599–1608. <https://doi.org/10.1182/blood.V91.5.1599>
- Tunalı, M., Özdemir, H., Küçükodacı, Z., Akman, S., & Fıratlı, E. (2013). In vivo evaluation of titanium-prepared platelet-rich fibrin (T-PRF): a new platelet concentrate. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 51(5), 438–443. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2012.08.003>
- Valenzuela-Mencia, J., & Manzano-Moreno, F. J. (2025). Applications of Platelet-Rich Fibrin (PRF) Membranes Alone or in Combination with Biomi-

metic Materials in Oral Regeneration: A Narrative Review. *Biomimetics*, 10(3), 172. <https://doi.org/10.3390/biomimetics10030172>

Yang, M., Deng, B., Hao, W., Jiang, X., Chen, Y., Wang, M., Yuan, Y., Chen, M., Wu, X., Du, C., Armstrong, D. G., Guo, L., Deng, W., & Wang, H. (2025). Platelet concentrates in diabetic foot ulcers: A comparative review of PRP, PRF, and CGF with case insights. *Regenerative Therapy*, 28, 625–632. <https://doi.org/10.1016/j.reth.2025.02.005>

Kedi ve Köpeklerde İdrar Kesesi Hastalıklarının Ultrasonografik Bulguları

Onur Yıldırım¹

Özet

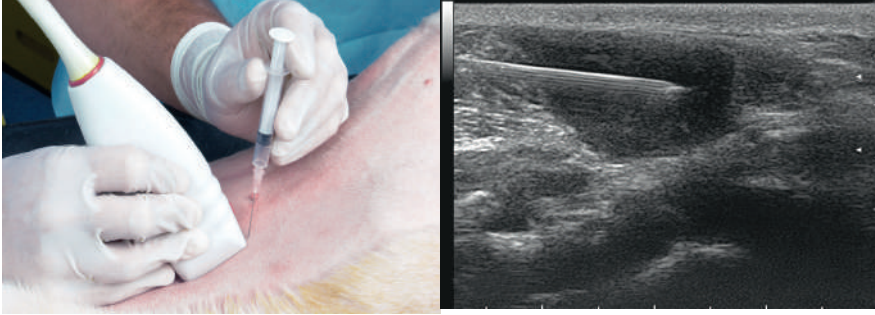
Kediler ve köpeklerde üriner sistem hastalıkları yaygın olarak görülmektedir. İdrar kesesi hastalıklarının etiolojisinde; travmatik etkenler, kapalı alanlarda birden fazla hayvanın barındırılması, kuru mama ağırlıklı beslenme, yetersiz su tüketimi ve obezite yer alır. Klinik muayenelerde hastalarda genellikle disüri, pollaküri, hematüri, strangüri, kristalüri ve kaudal abdomende ağrı gibi belirtiler görülmektedir. Üriner sistem hastalıklarını tanısında anamnez ve idrar analizleri tek başına yeterli olmadığından, radyografi ve ultrasonografiden yararlanılmaktadır. Ultrasonografi; ağrısız, non-invaziv, sedasyon gerektirmeyen, kontrast madde kullanılmadan ve radyasyona maruz kalmadan uygulanabilen güvenilir bir yöntemdir. Bu yöntemle idrar kesesinin büyüklüğü, şekli, duvar yapısı, ekojenitesi ve içeriği değerlendirilmektedir. Ayrıca sistosentez ve biyopsi gibi girişimsel işlemlerin güvenliğini artırmakta, radyolüsent veya radyoopak ürolitlerin boyutu, sayısı, konumu ve şeklinin belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Sistitis, idrar kesesi inversiyonu, neoplaziler, kan pıhtıları, travma ve yabancı cisimler de ultrasonografik muayenelerde değerlendirilmektedir. Ultrasonografi, kedi ve köpeklerde idrar kesesi hastalıklarının tanısında diğer görüntüleme yöntemlerine göre güvenilir ve pratik bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

1. Giriş

Günümüzde, kedi ve köpeklerde üriner sistem hastalıkları yaygın olarak karşılaşılan ve hastaların yaşam kalitesini ciddi şekilde etkileyen önemli sağlık sorunlarıdır. Üriner sistem hastalıklarının etiolojisinde; travmatik etkenler, kapalı alanlarda birden fazla hayvanın birlikte barındırılması, kuru mama ağırlıklı diyet, yetersiz su tüketimi ve obezite gibi çeşitli nedenler bulunmaktadır (Ersöz 2007, Erkoç 2024). Üriner sistem hastalıkları;

1 Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi, onur.yildirim@siirt.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5462-6100

disüri ve pollaküri, hematüri, strangüri, kristaluri, kum kabı dışında farklı yerlere idrar yapma ve perineumun aşırı yalanması, kaudal abdomende ağrı semptomu gibi çeşitli klinik belirtilerle kendini gösterebilir (Kaymaz ve ark. 2022, Eke ve ark. 2024). Üriner sistem hastalıklarının zamanında ve doğru teşhis edilmesi, uygun tedavi stratejilerinin belirlenmesi ve prognozun iyileştirilmesi açısından hayati öneme sahiptir (Apaydın ve ark. 2018). Üriner sistem hastalıklarının teşhisinde anemnez, klinik bulgular ve idrar analizleri altta yatan patolojinin kesin olarak belirlenmesi için yeterli değildir. Bu nedenle ileri tanı yöntemlerine başvurulması gerekmektedir (Jagger 2002). Üriner sistem hastalıklarının değerlendirilmesinde direk ve indirekt radyografi ile ultrasonografiden yararlanılır (Arıcan 2012). Ultrasonografik muayene ile üriner sistem organlarının büyüklüğü, şekli, pozisyonu, ekojenitesi ve yapısı değerlendirilebilir. Ayrıca ağrısız, non-invaziv, sedasyona ihtiyaç duyulmadan, kısa uygulama süresi, kontrast maddeye ihtiyaç duyulmaması ve x ışını yayılımı olmadan hastanın muayenesi kolaylıkla yapılmaktadır (Bumin 2000, Şındak ve ark. 2006, Ersöz 2007). Gelişen görüntü kalitesi ve teknolojiyle birlikte ultrason; çift kontrastlı sistografiye benzer bir hassasiyet sunması ve daha yüksek prob frekanslarıyla bu hassasiyet daha da artırılabilir. Ayrıca girişimsel prosedürlerin (sistosentez, perkütan aspirasyon, biyopsi) doğruluğunu (Şekil 1) ve güvenliğini arttırmasının yanında idrar kesesindeki duvar kalınlaşmalarının, radyolusent ve radyopak taşların boyutu, sayısı, konumu ve şeklini değerlendirme, neoplazi, polipler, kistik taşların ayırt edilmesi ve sıvı varlığında intra-abdominal yapıların görüntülenebilir olması açısından radyografiye göre daha avantajlıdır (Ersöz 2007).



Şekil 1. İdrar kesesine ultrasonografi eşliğinde sistosentez uygulaması (Nyland 2002).

Bu nedenle ultrasonografik muayene idrar kesesi ve üretra lezyonlarının değerlendirilmesinde diğer görüntüleme yöntemlerine göre daha ideal bir tanı yöntemi olduğu vurgulanmıştır (Léveillé 1998, Ersöz 2007).

2. Hastanın Hazırlanması ve Ultrasonik Görüntüleme Yöntemi

Kedi ve köpeklerde üriner sistem muayenesinde abdominal bölge ve arka ekstremiteler arasında kalan alan tıraş edildikten sonra ultrason jeli uygulanması görüntü kalitesini en üst düzeye çıkarır). Hastalar sırtüstü pozisyonda tutularak transabdominal yaklaşım (Şekil 2) ile muayene yapılır. (Huynh ve ark. 2016, Kaymaz ve ark. 2022).



Şekil 2. İdrar kesesi ve üretra ultrasonografisi için hastanın ventrodorsal pozisyonda konumlandırılması (Nyland ve ark. 2002).

Ancak sağ, sol yan yatar veya ayakta durur pozisyonda (Şekil 3) da muayeneler yapılarak taş ya da tümöral oluşumlar yer çekimine bağlı olarak daha net görüntülenebilir (Penninck ve ark. 2013).

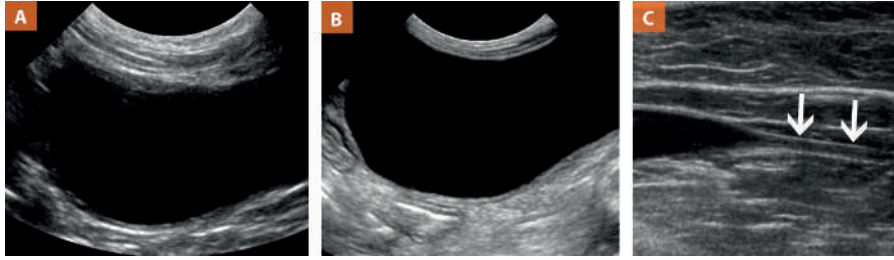


Şekil 3. İdrar kesesi ultrasonografisi için hastanın ayakta durur pozisyonda konumlandırma (Nyland ve ark. 2002).

İdrar kesesinin değerlendirilmesinde 7,5-10 MHz probalar kullanılır (Léveillé 1998). Ultrasonografik muayene yapılırken idrar kesesinin orta derecede dolu olması, ideal görüntü kalitesi açısından en uygun durum olarak kabul edilmektedir (Nyland ve ark. 2002). İdrar kesesinde az miktarda idrar varsa, keseyi genişletmek amacıyla bir katater yardımıyla steril serum fizyolojik (%0,9) ya da intravenöz furosemid uygulaması ile kesenin tekrar dolması sağlanarak muayene yapılabilir (Léveillé 1998, Lisciandro 2020).

3. İdrar Kesesinin Ultrasonografik Anatomisi

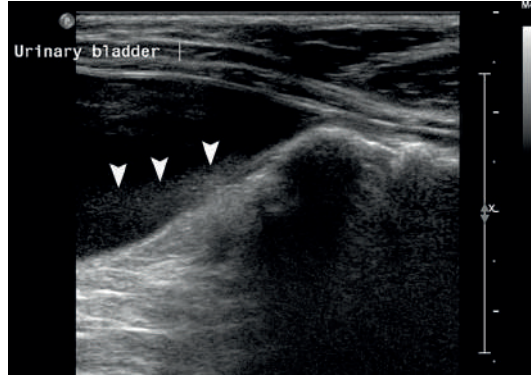
İdrar kesesi ve üretranın detaylı muayenesi amacıyla apexten kaudale doğru, transversal ve longitudinal düzlemlerde görüntüleme gereklidir. Bu, kesenin genel boyutunu, şeklini ve duvar yapısını kapsamlı bir şekilde incelemeyi sağlar (Penninck ve ark.2013).



Şekil 4. (A) Köpek idrar kesesi, (B) kedi idrar kesesi ve (C) proksimal kedi üretrasının (beyaz oklar) longitudinal eksen ultrasonografik görüntüleri (Huynh ve ark. 2018).

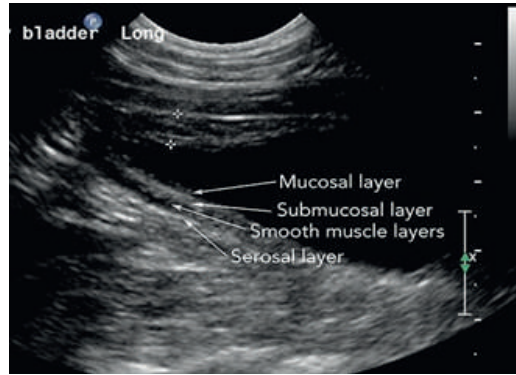
3.1. İdrar Kesesi

- İdrar kesesi kaudal abdomende yer alan anekoik görünüme sahip bir organdır (Şekil 4). Kese içinde idrar ekojenitesini arttıran hücresel döküntüler, kan pıhtıları ve ürolitlerin olabileceği bildirilmiştir (Kaymaz ve ark. 2022). Reverberasyon, yan lob (Şekil 5) ve grating artefaktlarına dikkat edilmelidir (Kealy ve ark. 2010).



Şekil 5. İdrar kesesinde tespit edilen yan lop artefaktı (Huynh ve ark. 2016).

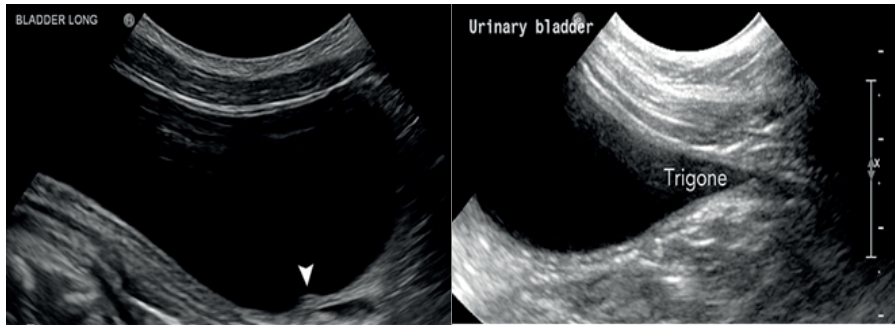
- Histolojik olarak mukoza (hipoekoik), submukoza (hiperekoik), muskuler katman (hipoekoik) ve seroza olmak üzere dört katmandan oluşur. Ancak gastrointestinal sistem ultrasonografisindeki gibi bu tabakaların ayırımı genellikle zordur (Penninck 2013) (Şekil 6).



Şekil 6. İdrar kesesinin katmanlarının ultrasonografik görünümü (Huynh 2016).

- Anatomik pozisyonu ve boyutları, içerdği idrar miktarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Boş olduğunda kısmen pelvis içinde kalabilir (Kealy ve ark. 2010).
- İdrar kesesi kalınlığı distansiyon (doluluk) derecesine göre değişmektedir. Köpeklerde idrar kesesinin kalınlığı distansiyon (doluluk) derecesine göre 1.4 mm ile 2.3 mm arasında iken kedilerde duvarı kalınlığı 1,3- 1,7 mm olduğu belirtilmiştir (Geisse 1997, Léveillé 2008).

- Trigon, idrar kesesi boynundan üreterlerin giriş noktalarına kadar uzanan, dorsal olarak yerleştirilmiş üçgen bir kas lifi demetidir. Trigon bölgesi üreterlerdeki kalınlaşma sonrası ultrasonografik olarak görüldüğü bildirilmiştir. Bu kalınlaşma, üreterlerin idrar kesesine giriş yaptığı bölge olan üreteral papilladır. Üreterlerin trigon bölgesine girişi, idrar kesesine itilen üreter sıvısının parlak bir jet veya eko akışı olarak görüntülenerek üreteral ektopinin mevcut olup olmadığını belirlemenin bir yöntemi olduğunu bildirilmiştir (Kealy ve ark. 2010) (Şekil 7).



Şekil 7. (A) Üreteral papilla, (B) Trigon bölgesinin ultrasonografik görünümü (Huynh ve ark. 2016).

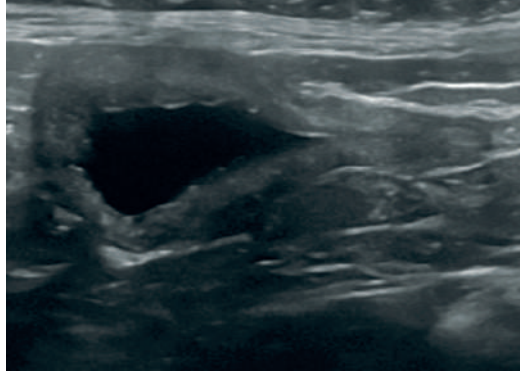
- Ayrıca erkek köpeklerde kaudal abdomen ultrasonografik muayenelerinde idrar kesesinin kaudalinde yer alan prostat bezindeki değişimleri tespit etmektir (Léveillé 1998).

3.1.1. İdrar Kesesi Hastalıklarının Ultrasonografik Bulguları

3.1.1.1. Sistitis ve Neoplazi

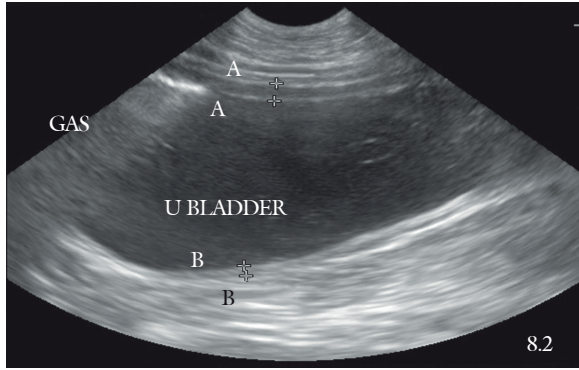
Sistitis; kedi ve köpeklerin idrar kesesi duvarında düzensiz hipokoik kalınlaşmaya neden olan bir hastalıktır. Bu kalınlaşma idrar kesesinin kranioventralinde en belirgin olup şiddetli vakalarda, daha yaygın şekilde görülür (Şekil 8). Etiyolojisinde bakteriyel veya viral enfeksiyonlar, iatrojenik müdahaleler, travma, nefritis, pyelonefritis ve üretrit gibi nedenler etkilidir (Léveillé 1998, Samsar ve ark. 2002, Penninck 2013).

Bu hastalarda genellikle sık idrar yapma isteği, disüri, ve idrar kesesi palpasyonunda ağrı gibi klinik bulgular ile karşılaşılır (Ersöz 2007).



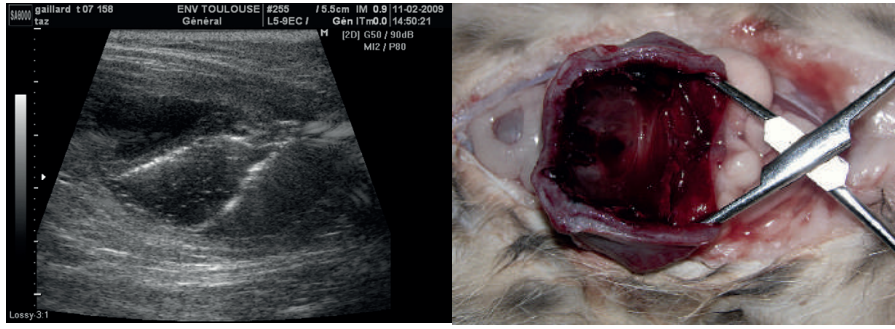
Şekil 8. Kronik sistitli bir erkek kedinin idrar kesesi ultrason görüntüsü (Griffin 2020).

Kedi ve köpeklerde glukozüri bulunan diabetik hastalarda mesane lümeninde gaz birikmesi sonucu amfizematöz sistit gelişebilmektedir. Bu durum genellikle bakterilerin şekeri fermente etmesinden kaynaklanmaktadır ve ultrasonografik muayenelerde distal reverbarasyon artefaktı ile birlikte düzensiz, hiperekoik alanlar gözlenmektedir. Ayrıca sistosentez ve kateterizasyon sonrasında gaz birikimi sonucu amfizematöz sistit gelişebileceği bildirilmiştir (Léveillé 1998, Griffin 2020) (Şekil 9).



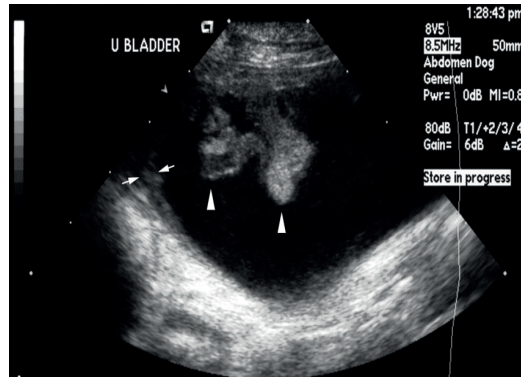
Şekil 9. Amfizematöz sistitisli bir hastada ekojenik gaz görüntüsü (Nyland 2002).

Psödomembranöz sistitis, nekrotik, fibrinöz ve hemorajik içerik ile idrar kesesi duvarında ülserasyon, nekroz ve hemoraji ile karakterizedir (Le Boedec ve ark. 2011). Kedilerde nadir görülen psödomembranöz sistit durumunda, mesanede çok sayıda hiperekoik şeritler görülebilir. Bu durum, mesane duvarı kalınlaşması ve intraluminal ekojenik döküntü ile ilişkilidir. Kedilerde psödomembranların akustik gölgelenme yapma olasılığı daha yüksektir (Le Boedec ve ark. 2011, Puccinelli ve ark. 2021) (Şekil 10).



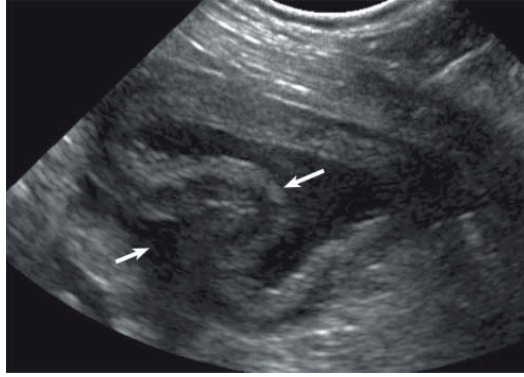
Şekil 10. (A) Psödomembranöz sistitisli kedide idrar kesesinin ultrasonografik görünümü, (B) psödomembranöz idrar kesesi içeriği ve duvar kalınlaşması (Le Boedec ve ark. 2011).

Polipoid sistitis köpeklerde nadir olarak teşhis edilen ve ultrasonografik muayenelerde; kese duvarında kalınlaşma, idrar kesesinin kranioventral kısmında keseye doğru uzanan villus benzeri hiperekojenik yapıların gözlemlendiği bir sistitis türüdür (Martinez ve ark. 2003) (Şekil 11).



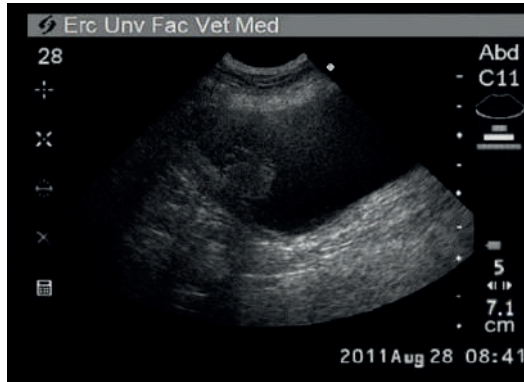
Şekil 11. Polipoid sistitli bir köpeğin idrar kesesinin kranial kısmının ultrason görüntüsü (Martinez ve ark. 2003).

İdrar kesesinin inversiyonu, mesane duvarının kısmi olarak içeri doğru dönmesi olarak tanımlanır. Üriner sistem enfeksiyonlarından kaynaklanan şiddetli ıkınma ile artan karın içi basınç nedeniyle kısmi idrar kesesi inversiyonuna neden olabileceği vurgulanmıştır (Penninck ve ark. 2013) (Şekil 12).



Şekil 12. Bir köpekte idrar kesesi inversiyonu görüntüsü (Penninck ve ark. 2013).

Ultrasonografik muayenelerde idrar kesesi neoplazileri, mesane duvarından lümeneye doğru uzanan hipoekoik veya heterojen kitleler, idrar kesesi duvarında düzensiz kalınlaşmalar şeklinde görüldüğü bildirilmiştir (Heng ve ark. 2006) (Şekil 13). Transizyonel Hücreli Karsinom (TCC) en sık karşılaşılan idrar kesesi tümörleri arasındadır. Köpeklerde TCC bu tümörlerin %97'sini oluştururken, kedilerde daha az sıklıkta görüldüğü vurgulanmıştır (Erkoç 2024). Transizyonel hücreli karsinomun kedilerde görülen ultrasonografik görünümünün köpeklere benzer olduğunu belirtilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalarda kedilerde tümörlerin genellikle idrar kesesinin orta bölümünde bulunduğu; köpeklerde ise trigonum bölgesinde yaygın olduğu bildirilmiştir (Hamlin ve ark. 2019). Diğer idrar kesesi tümörleri arasında skuamöz hücreli karsinom (SHK), botryoid rabdomyosarkom, kemodektoma, leiomyosarkoma, leiomyoma, fibroma, fibrosarkoma, hemangiyoma, hemangiyosarkoma, lenfoma ve mast hücreli tümörler bulunur (Heng ve ark. 2006).



Şekil 13. İdrar kesesi tümörünün ultrasonografik görünümü (Apaydın ve ark. 2018).

Kistik ürolitler, ultrasonografide hiperekoik yapılar olarak saptanmakta ve genellikle distal akustik gölgelenme ile karakterizedir. Ancak çok küçük ürolitler (<1–2 mm) belirgin bir gölge oluşturmayabilir. Bu gölgelenmenin belirginliği; taşın kimyasal bileşimi, yoğunluğu, transdüserin odak bölgesiyle olan konumu ve kullanılan ultrason frekansına bağlı değişkenlik göstermektedir. Ürolitler genellikle yerçekimine bağlı mesanenin distalinde görüldüğü, ancak yoğun inflamasyonda mukozal yüzeylerde de görülebileceği bildirilmiştir (Nyland ve ark.1995, Weichselbaum ve ark. 2000, Lisciandro ve ark. 2020).

3.1.1.2. Kan Pıhtısı ve Kanamalar

İdrar kesesinde meydana gelen kan pıhtıları ve kanamalar sistitis, travma, enfeksiyon ve neoplaziler sonucu meydana gelmektedir (Biller ve ark. 1994, Barthez ve ark. 2000, Mutsaers 2003). Kan pıhtıları idrar kesesi lümeninde akustik gölge oluşturmayan, heterojen ekojeniteli, serbest yüzen veya duvara yapışık kitleler olarak görülür (Kealy 2010) (Şekil 14). Ultrasonografik muayenelerde kan pıhtıları, idrar kesesi duvarına yapışık olmadıkları için hareketli olarak izlenir. Bu hareketli yapıları ile kese duvarına bağlı kitlelerden ayırt edilirler. Ayrıca kan pıhtılarının, poliplerden veya neoplazik kitlelerden ayırt edilmesinde doppler ultrasonografi kullanılır. Çünkü Doppler muayenesinde pıhtılar genellikle kan akışı belirtisi göstermezken, tümöral kitleler ise kanlanma göstermektedir (Kealy ve ark. 2010, Kaymaz 2022).

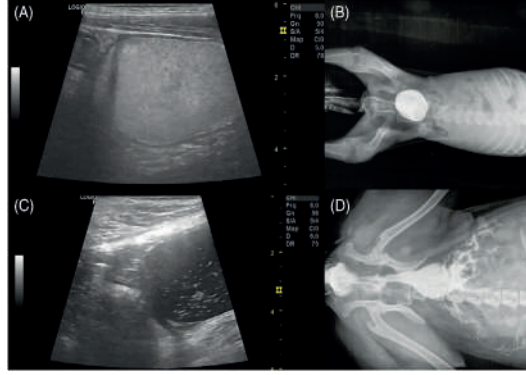


Şekil 14. Bir köpekte distal akustik gölge göstermeyen, hiperekoik kan pıhtısının ultrasonografik görüntüsü (Varshney 2022).

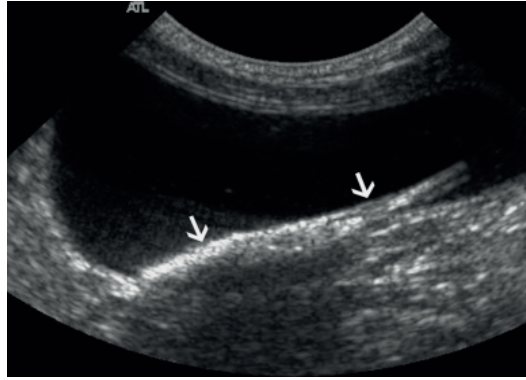
3.1.1.3. Travma ve Yabancı Cisim

Travma ya da iatrojenik nedenler sonucunda meydana gelen idrar kesesi rupturlarının teşhisinde pozitif kontrastlı sistüretrogram ve ultrasonografi genellikle tercih edilmektedir. Ultrasonografik muayenede idrar kesesi

duvarında kalınlaşma, abdominal efüzyon ekojenitesi gibi bulgular görülmektedir (Muehlbauer ve ark. 2023) (Şekil 15).



Şekil 15. İdrar kesesi rupturu olan bir köpekte, hiperekoik gölge oluşturduğunu gösteren ultrasonografi (Muehlbauer ve ark. 2023).



Şekil 16. Bir köpekte hiperekoik ot başağının ultrasonografik görüntüsü (Cherbinsky ve ark. 2010).

Ayrıca idrar kesesi lümeninde ot başakları, saç, mermi ya da katater parçalarına da ender olarak görülmektedir görüntüsü (Cherbinsky ve ark. 2010) (Şekil 16).

4. Kaynaklar

- Apaydın, N., & Hüseyin, E. (2018). Dişi köpeklerde idrar kesesi hastalıklarının radyografik, ultrasonografik ve endoskopik yöntemlerle belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 13(3), 317–325.
- Arıcan, M. (2012). Veteriner Genel Radyoloji ve Kedi Köpek İçin Tanısal Radyografi Atlası Cilt II, 481-484. *Bahçivanlar Basım Sanayi AŞ, Konya*.
- Barthez, P. Y., Rivier, P., & Begon, D. (2000). Prevalence of polycystic kidney disease in Persian and Persian related cats in France. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 2(1), 41–46.
- Biller, D. S., & Bradley, G. A. (1994). Radiographic and ultrasonographic evaluation of the urinary tract. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 24(2), 291–319.
- Bumin, A. (2000). Köpeklerde idrar kesesi taşlarının radyografik ve ultrasonografik tanısı ve şirürjikal sağaltımı. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 47(2), 213–221.
- Cherbinsky, O., Westropp, J., Tinga, S., et al. (2010). Ultrasonographic features of grass awns in the urinary bladder. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 51(4), 462–465.
- Eke, P., Ünal, B. K., Aydoğdu, U., & Baydar, E. (2024). Kedilerin alt üriner sistem hastalığına diyagnostik yaklaşım. *Türk Vet J*, 6(2), 61–70.
- Erkoç, E. (2024). *Kedi alt üriner sistem hastalığında ultrasonografik ve laboratuvar bulguların karşılaştırılması* [Master's thesis, Afyon Kocatepe Üniversitesi]. Afyonkarahisar, Turkey.
- Ersöz, P. (2007). *Kedi ve köpeklerde idrar kesesi hastalıklarının ultrasonografik muayenesi* [Master's thesis, Ankara Üniversitesi]. Ankara, Turkey.
- Geisse, A. L., Lowry, J. E., Schaeffer, D. J., et al. (1997). Sonographic evaluation of urinary bladder wall thickness in normal dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 38(2), 132–137.
- Griffin, S. (2020). Feline abdominal ultrasonography: What's normal? What's abnormal? Renal pelvis, ureters and urinary bladder. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 22, 847–865.
- Hamlin, A. N., Chadwick, L. E., Fox-Alvarez, S. A., et al. (2019). Ultrasound characteristics of feline urinary bladder transitional cell carcinoma are similar to canine urinary bladder transitional cell carcinoma. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 60(5), 552–559.
- Heng, H. G., Lowry, J. E., Boston, S., et al. (2006). Smooth muscle neoplasia of the urinary bladder wall in three dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 47, 83–86.
- Huynh, E., & Berry, C. R. (2016). Small animal abdominal ultrasonography: The urinary tract—urinary bladder & urethra, 6(5), 61-67.

- Huynh, E., Porter, E. G., & Berry, C. R. (2018). Ultrasonographic differences between dogs and cats. 51-65. Retrieved from <https://todaysveterinarypractice.com/>
- Jagger, T. (2002). *Laboratory techniques—Urinalysis* (pp. 1–9). Leeds Veterinary Laboratories.
- Kaymaz, A. A., & Bayrakal, A. (2022). *Kedi ve köpeklerde temel ultrasonografi ve ekokardiyografi* (pp. 195–221). Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
- Kealy, J. K., McAllister, H., & Graham, J. P. (2010). *Diagnostic radiology and ultrasonography of the dog and cat* (pp. 23-195). Elsevier Health Sciences.
- Langston, C., Gisselman, K., Palma, D., & McCue, J. (2008). Diagnosis of urolithiasis. *Compendium*, 30(8), 447-450.
- Le Boedec, K., Pastor, M. L., Lavoué, R., et al. (2011). Pseudomembranous cystitis, an unusual condition associated with feline urine outflow obstruction: Four cases. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 13, 588–593.
- Léveillé, R. (1998). Ultrasonography of urinary bladder disorders. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 28(4), 799–821.
- Lisciandro, G. R. (2020). *Point-of-care ultrasound techniques for the small animal practitioner* (2nd ed.), (pp. 211-24) John Wiley & Sons.
- Lisciandro, S. C., & Young, S. (2020). *Point-of-care ultrasound techniques for the small animal practitioner*. Pocus: Urinary Bladder (p. 211-24). John Wiley & Sons.
- Martinez, I., Mattoon, J. S., Eaton, K. A., et al. (2003). Polypoid cystitis in 17 dogs (1978–2001). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 17, 499–509.
- Muehlbauer, E., Saldanha, A., Gil, E. M., et al. (2023). The use of agitated saline as contrast agent in a contrast-enhanced cystosonography for detection of urinary bladder rupture in animal cadavers. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 33(3), 327–331.
- Mutsaers, A. J., Widmer, W. R., & Knapp, D. W. (2003). Canine transitional cell carcinoma. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 17(2), 136–144.
- Nevins, J. R., Mai, W., & Thomas, E. (2015). Associations between ultrasound and clinical findings in 87 cats with urethral obstruction. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 56(4), 439–447.
- Nyland, T. G., Mattoon, J. S., & Wisner, E. R. (1995). *Veterinary diagnostic ultrasound* (pp. 115). Philadelphia, PA: W. B. Saunders.
- Nyland, T. G., Widmer, W. R., & Mattoon, J. S. (2002). *Small animal diagnostic ultrasound* (pp. 557-607). Elsevier health sciences.
- Penninck, D., Anjou, D., & Mellor, B. (2013). *Küçük hayvan ultrasonografi atlası*. İdrar kesesi ve üretra (pp. 363-401). Medipress.

- Puccinelli, C., Lippi, I., Pelligra, T., et al. (2021). Pseudomembranous cystitis: An uncommon ultrasound appearance of cystitis in cats and dogs. *Veterinary Sciences*, 8, 125.
- Samsar, E., & Akin, F. (2002). Üriner sistem hastalıkları. *Özel cerrahi* (pp. 279–287), 2nd ed.). Ankara: Tamer Matbaacılık.
- Şındak, N., & Selçuk, B. H. (2006). Köpeklerde karın içi organ hastalıklarının ultrasonografi ile değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(1), 75–79.
- Varshney, J. P., & Chaudhary, P. S. (2022). *Ultrasound in veterinary medicine: Fundamentals and applications*, Ultrasound of The Urinary Tract (p. 113–30), *NIPA Genx Electronic Resources & Solutions P. Ltd, New Delhi*.
- Weichselbaum, R. C., Feeney, D. A., Jessen, C. R., et al. (2000). Relevance of sonographic artifacts observed during in vitro characterization of uro-cystolith mineral composition. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 41, 438–446.

Ruminantlarda Bazı İz Elementler ve Eksiklikleri

Vedat Baldaz¹

Özge Nur Dereli²

Özet

Bu çalışma, ruminantlarda çeşitli iz elementlerin organizmadaki rolleri, eksiklik nedenleri, klinik bulguları, patogenezleri ve tedavi yöntemlerini öz bir şekilde ele almaktadır. Canlı organizmada çok düşük miktarlarda bulunmalarına rağmen bakır, çinko, demir, iyot, manganez, kobalt ve selenyum gibi iz elementler, temel metabolik fonksiyonların ve sağlığın korunması için kritik öneme sahiptirler. Bu elementler; enzimlerin yapısına katılarak enerji metabolizması, bağışıklık yanıtı, büyüme, gelişme ve reproduksiyon gibi birçok süreçte görev alırlar. Eksiklikleri durumunda ise anemi, gelişme geriliği, fertilite bozuklukları, deri ve tüy değişiklikleri, nörolojik bozukluklar ve bağışıklık sisteminde zayıflama gibi çok çeşitli klinik tablolar ortaya çıkabilmektedir. Çalışmada her bir elementin organizmadaki metabolik işlevleri detaylandırılmış, özellikle ruminantlarda görülen özgün hastalık tabloları (ör. enzootik ataksi, parakeratozis, demir eksikliği anemisi, guatr, kas distrofi) açıklanmıştır. Ayrıca rasyon takviyeleri, mineral tuzlar ve parenteral uygulamaları gibi tedavi ve korunma yöntemleri aktarılmıştır. Sonuç olarak, ruminantlarda iz elementlerin yeterli düzeyde alınması hayvan sağlığı, verimliliği ve yetiştiricilik açısından vazgeçilmezdir. Bu nedenle ruminantlarda rasyon düzenlemelerde mineral madde dengesinin korunması ve eksikliklerin önlenmesi büyük önem taşımaktadır.

- 1 Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Siirt, Türkiye. vedatbaldaz@siirt.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6799-1716
- 2 Vet. Hek. Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Siirt, Türkiye. ozgenurdereli15@gmail.com, ORCID: 0009-0006-2086-8802

1. GİRİŞ

Canlı vücudu, yağ, protein, karbonhidrat ve su ile birlikte bazı inorganik maddeleri de bünyesinde bulundurmaktadır. Bu maddeler vücudun yapı taşlarını oluşturur ve vücudun fonksiyonlarını yerine getirmelerine yardım ederler. Eksik olmaları durumunda sağlık üzerine olumsuz etkileri görülebilmektedir. Yani yaşamın devamı için bazı anorganik element ve iyonların vücutta bulunması gerekmektedir (Akdeniz ve ark., 2016).

İz elementler, normal fizyolojik fonksiyon için çok küçük miktarlarda gerekli olan diyet mineralleridir. Çoğunlukla enzimlerin veya kofaktörlerin yapısal bileşenleridir ve iz minerallerin rolleri arasında beslenme eksikliklerinin önlenmesi, bağışıklık fonksiyonları, gen ifadesinin düzenlenmesi, antioksidan, savunma ve kronik hastalıkların önlenmesi yer alır (Strachan, 2010). İz elementler, büyüme ve üretime katkıda bulunan birçok fizyolojik, biyokimyasal ve metabolik süreçte yer alan proteinlerin ve bir dizi enzimlerin düzgün çalışmasında önemli rol oynamaktadır. Genel olarak, iz elementler bağışıklık yeterliliğini ve üretkenlik performansını artırır (Yatoo ve ark., 2013).

Hayvan organizmasında fizyolojik fonksiyonların devamlılığının sağlanması için belirli oranlarda alınan bu elementlerin eksik veya gereğinden fazla alınması durumunda vücudun normal işleyişini bozabildiği gibi, elementler arasında ki oranın da doğru olmaması organizmayı sağlıklı bir hale getirebilmektedir (Fidan, 2006).

Genellikle her biri vücut kütlelerinin %0,01'inden daha azını oluşturacak ve toplu olarak toplam vücut kütlelerinin <%1'ini oluşturacak şekilde tanımlanırlar. Bu temel iz elementler genel olarak gastrointestinal sistemden emilir ve karaciğerde depolanır ve şunları içerir; bakır, çinko, demir, kobalt, krom, iyot, selenyum, manganez ve molibden (Strachan, 2010).

2. MİNERAL MADDELER VE EKSİKLİKLERİ

2.1. Bakır Eksikliği

Bakır (Cu) elementi doğada yaygın olarak bulunmakta ve toprakta en fazla rastlanan elementler arasında yirmi altıncı sıradadır. Bakır elementi esansiyel iz element olarak ilk kez 1928'de tanımlanmıştır (Batmaz, 2014). Diyet ile sığırların vücuduna giren bakır elementi çoğunlukla ince barsakların proksimal kısmında, az miktarda da mide duvarından emildikten sonra albümin ile birleşip portal sistem yoluyla karaciğere gelir. Karaciğerde metalotiyonin ile depo edilir ve safra ile atılır (Göral, 2010; Çamkerten ve Çamkerten, 2016).

Bakır biyolojik sistemin düzgün işleyebilmesi için gerekli olan iz elementlerin en önemlilerinden biridir (Gooneratne ve ark., 1989; Çamkerten ve Çamkerten, 2016). Bakır elementi, elastin oluşumu, hemoglobin oluşumu, kemik iliği gelişimi, myelin kılıfının bütünlüğü, yün ve kıl pigmentasyonuna katılmaktadır. Bakır elementi eksikliğinde; hemoglobin sentezinin azalması, anemi, sinir dokularında demyelinizasyon, yünlerde depigmentasyon, yapağı kalitesinin bozulması, osteoblastik aktivitede azalma, fertilitite bozuklukları, kilo kaybı ve ishal görülebilmektedir (Kozat, 2006; Şahin ve Akgül, 2006).

2.1.1. Etiyoloji

Bakır elementi erişkin hayvan vücudunda 2 mg/kg CA (Canlı Ağırlık) miktarında, genç hayvanlardaysa daha yüksek miktarda bulunur (Çamkerten ve Çamkerten, 2016). Bakır eksikliği (hipokupraemi) ya primer ya da sekonder formda ortaya çıkar. Primer eksiklik, bakırın toprakta ve yemde daha az bulunduğu bölgelerde ortaya çıkar. Sekonder eksiklik ise bakır antagonistlerinin varlığından kaynaklanır, yani diyetteki yüksek molibden, sülfür, demir ve çinko seviyeleri, gastrointestinal sistemden bakır emilimini azaltır (Abramowicz ve ark., 2021).

Ruminantlarda bakırın eksikliği genellikle kış sonu ya da ilkbaharda daha fazla görülmektedir. Bu zamanlarda otlarda mineral madde azalır, gebeliklerde fetüsün hızlı bir şekilde büyümesi ile de hayvanların besinlere olan ihtiyacıyla da noksanlık daha fazla görülür (Kozat, 2006).

2.1.2. Patogenez

Bakır elementi; metabolik olaylara katılan esansiyel bir iz elementtir (Aksoy, 2016). Bakır, merkezi sinir sistemi fonksiyonları, hücresel solunum, kalp fonksiyonları, kan yapımı, kemik dokusu oluşumu, kıl pigmentasyonu, bazı enzimlerin yapısına katılmak gibi birçok metabolik olayda önemli bir yer tutmaktadır (Paksoy ve ark., 2013; Aksoy, 2016). Bakır eksikliğinde anemi, hemoglobin sentezinde azalma, yapağı kalitesinde düşüş, fertilitite bozuklukları görülebilmektedir (Şahin ve Akgül, 2006).

2.1.3. Klinik Bulgular

Cu eksikliği klinik belirtileri; sığırlarda kaşınma, zayıflama ve tüylerde renk değişimi dışardan belirgin olarak görülebilen klinik bulgulardır. Ayrıca bakır eksikliği enzootik ataksi, kardiyovasküler bozukluklar, anemi, yavaş büyüme veya kısırılık olarak da kendini gösterebilir. Cu eksikliği olan meralarda otlayan geviş getiren hayvanlarda eklemelerin şişmesi, kemiklerin kırılabilirliğinin artması ve uzun kemiklerin shaftlarından kompakt kemik

kaybı, bunun sonucunda da kendiliğinden oluşan kemik kırıklarının görülme sıklığının arttığı bildirilmiştir. Cu minareli eksikliği klinik belirtilerin çoğu spesifik olmadığından, sorunu tanımlamak için biyokimyasal ve patolojik kanıtlar da gerekmektedir (Gooneratne ve ark., 1989).

2.1.3.1. *Falling disease*

Laktasyon dönemi, ileri gebelik ve 2 yaş civarındaki genç ruminantlarda nadiren gözükmemektedir. Şiddetli kronik bakır yetersizliğinin son evresidir. Sağlıklı gibi gözükken ineklerde başı yere eğerek ön ayakları üzerine dönme, aralıklı böğürme yere düşme ve çırpınma görülür. Hastalıkta ayrıca, miyokard hücrelerinde atrofi ve bağ doku oluşumuna bağlı kalp yetmezliği oluşur ve ani ölümler de şekillenebilmektedir (Aksoy, 2016).

2.1.3.2. *Swayback*

Swayback genç hayvanlarda kongenital primer veya sekonder bakır eksikliğinden kaynaklanan bir nöropatidir. Hastalığın ilk aşamalarında klinik bulgular belirgin olmamasına rağmen doğan kuzular zayıftırlar, emmekte ve ayakta durmakta güçlük çekerler. Beyin zarında kavitasyon ve beyaz zarda yumuşama görülebilir. Kuzularda inkordinasyon, paralizis ve bazen körlük oluşabilir. Beyinde akut şişlik nedeniyle 2-3 gün içerisinde ölüm şekillenir (Aksoy, 2016).

2.1.3.3. *Enzootik Ataksi*

Yalnızca süt emen yavrualarda gözükmemektedir. Kuzular buzağılara göre daha duyarlıdır. Doğum zamanında veya birinci ayda etkilenen kuzularda 3-4 gün içinde ölüm görülebilir. Hastalarda parezis, arka ayaklarda inkordinasyon, köpek oturuşu pozisyonu görülür. Gerçek bir felç yoktur, iştah etkilenmez. Üç - dört hafta içinde ölüm şekillenebilmektedir (Aksoy, 2016).

2.1.4. **Tedavi ve Koruma**

Rasyonlara eklenen iz elementler genelde inorganik tuz formu, oksit formu, sülfat formu ve klorit formundan seçilmelidir. Rasyonda kullanılan bu gibi organik formlar hayvanın yemden daha iyi yararlanmasını sağlar. Bundan dolayıyla da büyümeyi, reproduksiyonu ve immun yanıtı olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Bu etkilerin görülmesinin nedeni ise organik formların, inorganik formlara göre biyolojik yararlanılmasının daha fazla olmasıdır. Rasyona bakır eklenmesi gerektiği takdirde bakır sülfat seçimi daha uygun olabilir. Bakır sülfat rasyonda yüksek oranda değerlendirilebilir ve diğer bakır formlarına göre daha fazla fayda sağlayabilir (Çamkerten ve Çamkerten, 2016).

Buzağılara takviye yapma kararı, karaciğer depolarında bulunan bakır miktarı ile diyetteki muhtemel bakır mevcudiyeti dengelenerek verilebilir. Bakır EDTA enjeksiyonu, bakır eksikliği belirtileri gösteren kuzu ve buzağuların tedavisinde faydalıdır. Gebeliğin son üç ayında gebelere 40 mg/kg kuru madde bakır verilmesinin, 5,5 mg/kg ile beslenenlere kıyasla yavruların büyüme hızı üzerinde önemli bir olumlu etkisi olmuştur (Naylor ve ark., 1989). Rasyondaki molibden seviyesi eğer 1 ppm'den az ise, 8 ile 10 ppm arası bakırın verilmesi yeterli olabilir ama molibden seviyesi 2,5 ppm'den daha fazla ise, 10 ppm bakırın verilmesi yetersiz kalacaktır ve 15 ppm'ye yükseltilmesi gerekmektedir (Sarıbay ve Özsoy, 2019).

2.2. Çinko Eksikliği

Çinko (Zn) elementinin canlı vücudu için gerekli olduğu ilk kez 1869 yılında keşfedilmiştir. Saflaştırılmış çinko eksikliği diyetlerinin 1940 yılında ortaya çıkmasıyla deney hayvanlarında yapılan çalışmalar ile çinko eksikliği sendromu ortaya konulmuştur (Smart ve ark., 1981).

Diyet ile alınan çinko elementinin yaklaşık %15-30 emilmektedir ve bu emilim ruminantların vücut ihtiyacına göre düzenlenmekte olduğu düşünülmektedir. Çinko hayvanlarda, abomasum ve ince bağırsaktan, özellikle de proksimal kısmından emilir ve bağırsak lümeni ile mukozası, düşük molekül ağırlıklı bir çinko bağlayıcı faktöre sahiptir (Miller 1970, Smart ve ark 1981). Çinko, gastrointestinal sistemde plazmaya geçer ve albümine bağlanarak karaciğere taşınmaktadır. Çinko karaciğerde metabolize olmaktadır. Çinko elementi hücre içinde metalloproteinlere yüksek bir afinite ile bağlanır ve vücut ihtiyaç duyduğunda hücre içi çinkoyu serbest bırakır metalloproteinin hücre içi çinko rezervuarı gibi hizmet etmektedir. Hücre içi çinko yükseldiğinde indüklenir ve böylece çinko homeostazı korunur (Baltacı ve ark., 2018).

Diyetteki yüksek kalsiyum, bakır, fosfat, çinko emilimini azaltırken; vitamin D çinko emilimini artırır. Ayrıca bakır, kadmiyum, demir ve molibden çinko metabolizmasını bozabilmektedir (Smart ve ark., 1981).

Çinko elementinin vücuttan atılımı; çoğunlukla dışkı ile, az miktarda da idrar, safra ve terleme ile olur. Atılan çinkonun çoğunluğu emilmemiş besinsel kaynaklı ve bir miktarı da ince barsaklardan salgılanan endojen kaynaklı çinkodan oluşmaktadır. Çinko vücutta Zn^{+2} formunda serbest halde bulunur ve hayvanlar için temel bir besin maddesidir. Bazı proteinlere, enzimlere ve hormonlara bağlanarak bu yapıların görevlerini yerine getirmesini sağlayacak özellikleri kazandırır. Çinko elementi kemik, kas, kıkırdak ve deri dokularının sağlıklı gelişimi için önemlidir. Ayrıca çinko eksikliği büyümenin azalması

veya durması, zayıflık, uyuşukluk ve yangılara karşı direncin azalmasına neden olabilmektedir (Miller, 1970; Baltacı ve ark., 2018).

2.2.1. Etiyoloji

Çiftlik hayvanlarında plazmadaki çinkonun normal değeri 0,4–0,6 mg/l olup bu değer 0,4 mg/l altına düştüğünde çinko yetersizliğinin klinik bulguları ortaya çıkar (Fidan, 2006). Çinko yetmezliğinin etiyolojisinde, rasyondaki çinko miktarının eksik olmasının yanı sıra doymamış yağ asitlerinin de eksik olması rol oynamaktadır (İmren ve Şahan, 1996).

Ruminantlarda, Ca miktarının fazla olduğu rasyonlarla besleme, çinkonun emilimini azaltacağı için eksikliğine neden olabilmektedir. Çinko yetersizliği çok fazla görülmez ancak merada otlayan hayvanlarda daha fazla karşılaşılmaktadır (Fidan, 2006). Çinko eksikliği gençlere nazaran yetişkin hayvanlarda daha fazla gözükmemektedir (Miller, 1970).

Holstein-Friesian sığır ırkı, otozomal resesif bir gen ile taşınan, çinkonun bağırsaktan emilimini azaltan metabolik bir hataya sahiptirler (Smart ve ark., 1981).

2.2.2. Patogenez

Çinko, biyolojik sistemlerde en fazla yararlanılan elementlerden biridir. Çinko, transferazlar, oksiredüktazlar, ligazlar, hidrolazlar izomerazlar ve liyazlar dâhil olmak üzere birçok enzimin içerisinde bulunur. Biyolojik membranların ve iyon kanallarının bütünlüğünü koruyan çinko, aynı zamanda hücre içi bir düzenleyicidir ve moleküler etkileşimler sırasında proteinlere yapısal destek sağlamakla görevlidir. Nükleik asitlerin ve diğer gen düzenleyici proteinlerin de yapısına katılmaktadır. Sonuç olarak çinko eksikliği durumunda, bu dokularda önemli bozukluklar gözlenir ve gelişimleri engellenir (Baltacı ve ark., 2018). Ciddi bir çinko eksikliği, deri parakeratozu, büyümenin azalması veya durması, genel zayıflık, uyuşukluk ve enfeksiyona karşı artan duyarlılık dâhil olmak üzere çok sayıda patolojik değişikliğe neden olur (Miller, 1970). Çinkonun eksik olduğu durumlarda retinol bağlayıcı proteinin hepatik sentezine müdahalede bulunarak retinölün karaciğerden mobilizasyonunun bozulmasına yol açtığı da öne sürülmektedir (Smart ve ark., 1981).

2.2.3. Klinik Bulgular

Çinko eksikliği olan hayvanlar daha az yem tüketmekte ve daha yavaş büyümektedir. Aynı oranda rasyonlarla beslenen yavru hayvanlarda, çinko eksikliği olanlar daha yavaş büyür. Ciddi derecede çinko eksikliği olan kuzu ve

buzğağılar uyuşuktur; yaraları çok yavaş iyileşir ve spesifik olmayan sekonder hastalıklara karşı oldukça hassastırlar (Miller, 1970).

Genç ruminantlarda çinko eksikliğine bağı, sert bir yürüyüş, kalça ve dizlerde şişme, deri altı sıvı birikimi ve deride parakeratoz gibi klinik semptomlar görölmektedir. Ayrıca, rumen epitelinde parakeratozis, yara iyileşmesinin uzun sürmesi, bağıışıklık sisteminde yetersizlik de tanımlanmıştır. Kuzu ve buzağılar, bodur, uyuşuk ve deri bozukluklarına maruz kalmaktadır. Yetişkin ruminantlarda ise, topuk etrafında parakeratoz bulgusu vardır. Bu, eksiklik devam ettikçe kalçaya ve bacakların arasına kadar uzanır. Meme başlarının tabanında da bir dermatoz gelişir (Smart ve ark., 1981).

2.2.4. Tedavi ve Koruma

Çinko yetersizliğini tedavi etmek için rasyona çinko eklemek klinik bulguların düzelmesinde hızlı ve etkili olabilmektedir. Tedavi de çinko oksit, çinko sülfat ve çinko karbonat, oral yol ile kullanılabilir. Ayrıca çinko oksit ve çinko sülfat parenteral yol ile de uygulanabilmektedir. Parakeratoziste haftada 2 gün oral yolla ya da 1 gün parenteral olarak uygulandığında hastalık belirtileri ortadan kalkmaktadır (Baltacı ve ark., 2018).

Ruminantlarda, çinko oksit oral yolla günde 250-500 mg dozunda verilmesi klinik bulgularda hızlı bir şekilde iyileşmelerin görölebileceğı belirtilmiştir (Kozat, 2006; Aksoy, 2016).

2.3. Demir Eksikliği

Demir (Fe) elementi; birçok enzimin yapısına katılarak kimyasal tepkimelerde önemli bir yer tutar. Elektron iletiminden (sitokromlar), oksijenin aktive edilmesinden (oksidazlar ve oksijenazlar) ve oksijenin iletiminden (hemoglobın, myoglobın) sorumlu olan enzimlerin birçokğu demir içermektedir (Akın 2004).

Elektron alıp verme özelliğinden dolayı demir elementi; enerji yapımında, oksijen taşınmasında, RNA, DNA ve protein sentezinde görev almaktadır. Birçok enzimin yapısına katılmakta veya fonksiyonu için gerek duyulmaktadır. Demir vücutta ferrik (Fe^{+3}) veya ferröz (Fe^{+2}) değerkte bulunmaktadır (Sezgin Evim ve ark., 2012).

Demir eksikliğinde, anemi, immun sistemin baskılanması, buzağılarda iştah azalması, kilo kaybı, dolaşım güçlüğü, halsizlik gözlenmektedir. Vücuda alınan demirin yaklaşık %10'u duodenumdan ve daha az miktarı proksimal jejunumdan emilir (Akın, 2004; Yalçın, 2024).

2.3.1. Etiyoloji

Demir eksikliği anemisi için başlıca risk faktörleri şunlardır; düşük demir alımı, farklı düzeylerde kronik kan kaybı ve emilim bozukluğudur. Demir eksikliği anemisinin gelişimi ve aneminin ilerleme hızı bazal demir vücut depolarına bağlıdır. Bunlar da hayvanlarda yaşına, cinsiyetine, büyüme hızına ve demir emilim/kayıp dengesine bağlıdır (Barragan-Ibanez ve ark., 2016).

Sığırlar için demir gereksinimleri ilk olarak 1971 yılında belirlenmiştir. Yaş, cinsiyet, büyüme oranı ve besinsel demir kaynağının biyoyararlanımı sığırların Fe ihtiyacını etkileyen faktörlerdir. Buzağılar için demir ihtiyacının 100 ppm civarında olduğu tahmin edilmektedir ve genellikle genç ruminantların olgun hayvanlara göre daha fazla demire ihtiyaç duyduğu belirtilmektedir (Wysocka ve ark., 2020). Sığırlar için normal ve kritik serum Fe seviyeleri sırasıyla 1-2 ve 0,5-1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 'dir (Noaman ve ark., 2012).

Süt ile beslenen yavruarda, sütün içerisinde yeterince demir bulunmamasından dolayı demir eksikliği gelişirken, yetişkinlerde, kan parazitleri enfestasyonları, kan kayıplarına yol açabilen yaralanmalar ve hastalıklar demir eksikliğinin gelişmesine neden olabilmektedir (Akın, 2004).

Mevsim, gebelik durumu ve farklı gruplardaki günlük süt veriminin serum Fe konsantrasyonları üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır (Noaman ve ark., 2012).

2.3.2. Patogenezi

Demir metabolizması ince bağırsakta gerçekleşir ve plazmaya aktarılır, burada vücuttaki hücrelere taşınmak üzere transferine bağlanır. Vücuda girdikten sonra demir neredeyse kapalı bir sistemde döngüye girer çünkü evcil hayvanlarda kanama olmadığı sürece çok az demir kaybolur. Plazmada bulunan demirin yaklaşık %75'i, gelişmekte olan eritroid hücrelerde hemoglobine katılmak üzere kemik iliğine taşınır. Kalan plazma demiri, öncelikle karaciğer olmak üzere eritroid olmayan dokular tarafından alınır. Hemoglobin içeren eritrositler, yaşlandıklarında makrofajlar tarafından fagosite edilmeden önce normal şartlarda birkaç ay dolaşımda kalır. Fagositozdan sonra eritrositler lize edilir, hemoglobin parçalanır ve demir salınır. Parçalanmış hemoglobinden salınan demirin çoğu hızla plazmaya geri salınır, ancak küçük bir miktarı makrofajlar içinde ferritin veya hemosiderin olarak depolanabilir ve plazmaya daha yavaş salınımına neden olur. Her gün plazmaya giren demirin büyük çoğunluğu makrofaj salımından gelir (Harvey ve ark., 2012).

Toplam vücut demirinin yaklaşık %60-70'i hemoglobinde bulunur (her gram hemoglobin için 3,4 mg demir). Toplam vücut demirinin yaklaşık üçte biri ferritin ve hemosiderin olarak depolanır (esas olarak makrofajlar içinde), %3-7'si miyoglobinde bulunur, %1'i hemoprotein ve enzimlerinde bulunur ve yalnızca %0,1'i plazmada transferine bağlanır (Harvey ve ark., 2012).

2.3.3. Tedavi ve Koruma

Tedavide demir sülfat (büyük hayvanlara günde 2-10 g, buzağılara 0,5-2 g, peros) veya iron dextran (500 mg IM) parenteral yolla kullanılabilir (İçen, 2016). Tedavide iki hafta boyunca günde 2-4 g dozunda demir sülfat veya glukonatin oral olarak verilmesinin tedavide etkili ve çok daha ekonomik olduğu bildirilmiştir. Tatsız oldukları için melas ile karıştırılarak verilmesi tavsiye edilmektedir (Aksoy, 2016).

Koruyucu olarak da, doğumdan hemen sonra demir dekstran gibi enjeksiyonluk demir preparatları (kuzu ve buzağılara 25 mg/kg, kas içi) veya demir sülfat (buzağılara 30-70 mg, peros) verilebilir (İçen, 2016).

2.4. İyot Eksikliği

İyot (I), tiroid bezi hormonlarının ön maddesidir bu yüzden de enerji metabolizmasında önemli bir yer tutmaktadır (İçen, 2016). İyot, tiroid hormonlarının enerji metabolizmasını ve bazal metabolizmayı düzenlemekle görevlidir. Ayrıca seksüel faaliyetleri ve vitamin A'nın metabolizmasını denetlemektedir. Vücuttaki iyot miktarının yaklaşık %80'ni tiroid bezinde, geri kalanı ise kas ve karaciğer gibi yumuşak dokularda depolanmaktadır. İyot, tiroid hormonlarını özellikle de T3 oluşumunda önemli bir göreve sahiptir. Tiroid hormonları, fetusun gelişirken özellikle beyin, kalp, akciğer ve kıl foliküllerini denetlemektedir (Kozat, 2006).

2.4.1. Etiyoloji

İyot elementi primer eksiklik olarak diyetle yeterince alınamamasından kaynaklanırken; sekonder eksiklik olarak kalsiyum, glikosinolat ve tiyosiyanatlar tarafından zengin olan brassica türü bitkiler (lahana, hardal ve karalahana) yüksek oranda alınmasından kaynaklanabilir (Kozat, 2006).

2.4.2. Patogenez

Diyetle alınan iyot, iyodür formunda ise (I⁻) emilimi gastrik mukozada bulunan sodyum-iyodür simporter taşıyıcı proteini yardımı ile emilmekteyken, moleküler (I₂) formdaki iyot kolaylaştırılmış difüzyonla emilir (Okuyucu ve Alaçam, 2012). Emilen iyot plazmaya geçerek tiroid

bezine iletilir. Enerji metabolizmasını düzenleyen tiroid bezi hormonlarının sentezi için iyota ihtiyaç duyulur. Tiroid bezindeki iyot monoiyodotirosin, diiyodotirosin, triiyodotironin, tetraiyodotiroksin (tiroksin) ve diğer iyotlu organik bileşiklerin yapılarına katılır (Akın, 2004). İyot eksikliği, vücutta tiroksin salınımını azaltır bu yüzden hipofiz bezinin Thyrotropic hormonunun salgılanması üzerinde etkisi bulunmaktadır. Bu durumda tiroid bezi dokusu hiperplaziye uğrar bu da bezin büyümesine neden olur (İçen, 2016).

Tiroid bezi hormonları; üreme, büyüme, gelişme, ara metabolizma, ısı regülasyonu, kas fonksiyonları ve kan dolaşımında önemli bir role sahiptirler. Tiroid bezi hormonları aynı zamanda zihinsel ve fiziksel gelişmeyi, dokularda ki farklılaşmayı veya olgunlaşmayı; sinirsel kas fonksiyonlarını kürk, deri, tüy ve kılların büyümelerini ve mineral maddeler ile diğer besin maddelerinin metabolizmalarını etkilemektedir. Bu etkilerin nedeni yeni enzimlerin ve proteinlerin sentezlenmelerini artırmak ya da vücutta var olan enzimleri çalışır hale getirmektir. Epidermis, kıl ve kıkırdak metabolizmasıyla alakalı bazı proteinler, özellikle tiroid hormonları tarafından düzenlenmektedir. Karotin'in vitamin A'ya dönüşümünü de tiroid hormonları düzenlemektedir (Akın, 2004).

2.4.3. Klinik Bulgular

Yeterince iyot alamayan hayvanlarda guatr (tiroid bezinin büyümesi) görülür. Doğan yavrular tüysüz, zayıf, güçsüz veya ölü olabilirler (Akın, 2004). Kuzu ve buzağılarda, halsizlik, süt emmede güçlük, ekstremitelerde bükülmeler söz konusudur. Böylesi yavruların yaşama şansları çok düşüktür (Aksoy, 2016). Ayrıca gözyaşı akıntısı, burun akıntıları, yavaş hareket etme, iştah azalması, süt veriminde düşüşler de iyot eksikliğinde görülebilen klinik bulgulardır (Akın, 2004).

2.4.4. Tedavi ve Koruma

Genç ve yetişkin ruminantlarda, yemlere veya yemlik tuzlara, iyot bileşikleri katılır. Ruminantların kuru madde olarak yemlerinde 0,3- 0,6 ppm miktarında iyot bulunmalıdır. Erişkin bir sığıra günlük 1-5 mg potasyum iyodür verilebilir. Ayrıca %1'lik potasyum iyodür solüsyonundan yavrulara (2 ml/50 kg) ve yetişkinlere (10 ml/500 kg) kas içi uygulanabilir. Tüm gebe ve laktasyondaki hayvanların sekonder iyot yetersizliğine karşı guatrojenik bitkilerin yedirilmesinden sakınılmalıdır (İçen, 2016).

2.5. Manganez Eksikliği

Manganez (Mn), dünya kabuğunda en bol bulunan 12. elementtir ve doğal olarak kayalarda, toprakta, suda ve yiyeceklerde bulunur. Manganez, insanlar, hayvanlar ve bitkiler için temel bir besindir ve büyüme, gelişme ve sağlığın sürdürülmesi için gereklidir (Santamaria ve Sulsky, 2010).

2.5.1. Etiyoloji

Ruminantlarda primer ve sekonder olarak Mn yetmezlik oluşabilir. Primer yetmezlik bazı bölgelerde asitli ve kumlu topraklarda yetişen bitkilerin manganez bakımından fakir olmasından dolayı enzootik olarak görülebilir. Pancar posası ve mısır silajının fazla miktarda rasyonda olması da yetmezliğe neden olmaktadır. Sekonder manganez yetmezliği ise rasyonda kalsiyum, fosfor, potasyum, demir ve magnezyum fazlalığı ile protein yetersizliği sonucu oluşabilir (Şimşek, 2016).

2.5.2. Patogenez

Manganez hücre içi aktiviteler için temel bir besin maddesidir; arginaz, glutamin sentetaz (GS), piruvat karboksilaz ve Mn süperoksit dismutaz (Mn-SOD) dâhil olmak üzere çeşitli enzimler için bir kofaktör olarak işlev görür. Mn, bu metaloproteinler aracılığıyla gelişim, sindirim, üreme, antioksidan savunma, enerji üretimi, bağışıklık yanıtı ve nöronal aktivitelerin düzenlenmesinde kritik öneme sahip roller oynar (Chen ve ark., 2018).

Manganez birçok enzim sisteminin aktivasyonunda görev alır. Kolesterolin sentezinde önemli rol oynar ve steroid hormonların salınım mekanizmasına katılmaktadır (Küçükaslan, 2011). Steroid hormon sentezinde yer alan enzimler, lipid peroksidasyonunda sitokrom P-450'ye bağlı olarak hareket eder. Sitokrom P-450, oksidatif stres oluştuğunda steroid hormonların sentezini kısıtlar. Bu süreçte çoğunlukla mitokondride bulunan Mn-süperoksit dismutaz enzimi aktive olur ve oksidatif stresi azaltır. Böylece mitokondriyi serbest oksijen türlerinin yıkıcı/zarar verici etkilerinden korurlar (Yeşil ve Sarıözkan, 2017).

2.5.3. Klinik Bulgular

Manganez yetmezliği klinik bulguları hayvanın yaşına yetersizliğin seviyesine ve süresine bağlı olarak farklı klinik bulgular gösterebilmektedir (Aksoy, 2016).

Manganez total kanda $6,6 \pm 2,3 \mu\text{g/dl}$ düzeyinde bulunmaktadır. Eksikliğinde, erkek hayvanlarda spermatogenezisin aksaması, dişi hayvanlarda pubertaya erişimde gecikme, siklus düzensizlikleri, sakın östrus,

ovaryum kistlerinde artışlar ve bazı hayvanlarda abortus veya prematüre yavru doğumları ile konjenital kemik ve eklem deformasyonlarına neden olabilir (Küçükaslan, 2011; Şimşek, 2016).

Buzağılarda deride kuruma ve renk değişiklikleri, gelişme geriliği, bileklerde dikleşme, eklemlerde büyüme, bacaklarda bükülme bulguları görülebilmektedir (Şimşek, 2016).

2.5.4. Tedavi ve Koruma

Manganez sülfat, manganez oksit ve manganez karbonat başlıca manganez kaynakları olmakla birlikte sağaltımda çoğunlukla manganez sülfat kullanılabilir. Hayvanlara günlük olarak manganez sülfat verilmesiyle yetersizlik belirtileri giderilebilmektedir. Bu amaçla kuzu ve buzağılara 0,5-1 g, gençlere 1-2 g ve erişkinlere 2-4 g yemlerin içine katılarak verilebilir (Şimşek, 2016).

2.6. Kobalt Eksikliği

Kobalt (Co), hayvanlarda protein kaynağı olarak kabul görülen kobalaminin kritik bileşeni olmakla birlikte, hem ağır metal hem de eser element gibi davrandığından iki farklı şekilde özellik gösterebilmektedir. Co, en güçlü hayvansal protein faktörlerinden biri olarak kabul edilen B₁₂ vitamini olarak da bilinen kobalaminin temel bir bileşeni olduğu için hayvanlar ve insanlar için temel bir mikro besin olarak kabul edilmiştir (Lwalaba ve ark., 2019).

Elemental Co bağırsak kanalıdan emilir ve kan yoluyla çeşitli dokulara taşınır. Karaciğer, dokulardaki en yüksek Co konsantrasyonunu içerir ve ana depolama organı olarak kabul edilmektedir (Kincaid ve ark., 2003). Kobalt elementi idrar ve dışkı yoluyla vücuttan dışarı atılmaktadır (Simonsen ve ark., 2012).

Kobalamin vitaminleri insanlar ve hayvanlar için özel mikro besinlerdir ve karmaşık bir süreçle emilirler. Tükürük bezleri, kobalaminlere bağlanarak onları midede bozulmaya karşı koruyan bir glikoprotein olan haptokorrin salgılar. Haptokorrin-kobalamin kompleksi midede ayrışır, burada kobalaminler serbest kalır ve midenin parietal hücreleri tarafından üretilen bir glikoprotein olan intrinsik faktör'e (IF) bağlanır. IF, kobalamini bağırsaklardaki sindirimden korur ve ileumdaki pinositotik bir mekanizma ile emilim için serbest bırakır. Bu yolun herhangi bir yerindeki bir kusur, insanlarda B₁₂ vitamini eksikliği ve pernisiyöz anemi ile sonuçlanır (Brewer ve ark., 2016). Ruminantların Co için diyet gereksinimini 0,11 mg/kg olarak belirtilmiştir (Kincaid ve ark., 2003). Hayvanlarda gelişme geriliği, pika,

zayıflık, cinsel olgunlukta gecikme ve kuzularda ikterus gibi atipik bulgularla seyreden, Enzootik Marasmus, Pining, Dürre, ve Moor gibi özel adlarla da bilinmektedir. Bazı bölgelerde bakır ve fosfor yetersizlikleri ile birlikte görülebilir (Şimşek, 2016).

2.6.1. Etiyoloji

Kobalt eksikliğine yaşlı hayvanlar, genç hayvanlara göre daha dayanıklıdır. Sığırlar ise koyunlara göre daha dayanıklıdır (Irmak ve ark., 2022). En sık beş aylıktan bir yaşına kadar olan genç sığırlarda görülür.

Kobalt eksikliğinin ortaya çıktığı bir başka durum da sürekli ahırda tutulan ve iyileştirilmiş kaba yemler ve depolanmış konsantre yemler dışında hiçbir şeyle beslenmeyen boğalardır. Bu şekilde bakılan ve beslenen boğaların iştahlarını kaybetmeleri, verimsizleşmeleri ve bazı durumlarda iktidarsızlaşmaları nadir değildir. Bu durum yetişkin ineklerde çok sık gözlenmemiştir ancak birkaç vakada rapor edilmiştir (McIntosh, 1945).

Bununla birlikte toprağın kireçtaşı ile yoğun bir şekilde gübrenmesi, bitkiler tarafından alınan kobalt miktarını azaltmaktadır. Yine yüksek miktarda manganez içeren topraklarda yetişen bitkilerin de topraktan yeteri kadar kobalt alamaması sonucu, bu bitkilerle beslenen sığırlarda kobalt yetmezliğinin görülebileceği bildirilmektedir. Kobalt miktarının yemlerde 0,04 ppm'den düşük olması kobalt elementi yetmezliği için risk oluşturur (Şimşek, 2016).

2.6.2. Patogenez

Kobalt, hem rumendeki bakterilerin hem de konak hayvanın B₁₂ vitamini ihtiyacını karşılamak üzere diğer rumen mikropları tarafından B₁₂ vitamini üretimi için ruminant diyetlerinde gerekli bir eser elementtir (Kincaid ve ark., 2003). Bu vitamin, diğer evcil hayvanların aksine ruminantlarda ön midelerin mikroorganizmaları tarafından sentezlenir (Aksoy, 2016).

Vitamin B₁₂'nin en önemli görevleri proteinlerin metabolizması ve nükleik asitler ile ilgilidir. Vitamin B₁₂ eksikliği folik asit eksikliğine neden olarak nükleik asitlerin biyosentezini azaltmaktadır. Kobalt, vitamin B₁₂'nin bileşeni olmasından dolayı kan biçimlenmesini de etkilemektedir (Akın, 2004). Folik asit ile birlikte B₁₂ kobalamin vitaminleri DNA sentezi ve mitokondriyal fonksiyon için gereklidir (Brewer ve ark., 2016).

2.6.3. Klinik Bulgular

İştahsızlık ve uyuşukluk, zayıflama ve ölüm ile sonuçlanabilen klinik bulgular tüm ruminantlarda Co eksikliğinin ortak özelliklerindendir. Koyun,

sığır veya keçilerde Co eksikliği sendromunun son evrelerinde anemi gelişimini yansıtan mukozalarda solukluk görölse de, kesin bir tanıya dayanabilecek spesifik bir klinik bulgu yoktur. Lakrimasyon ve deri kırılganlığı vakaları tanımlanmıştır (Mills, 1981).

İlk başta etkilenen hayvanlar iştahlarını kaybeder, halsizleşir ve donuklaşır. Daha sonra ahşap bölmeleri veya mevcut diğer ahşap malzemeleri çiğnedikleri görülebilir. Derileri pullanır, tüyleri parlaklığını kaybeder ve aşırı durumlarda ayakları üzerinde durmak için yardıma ihtiyaç duyacak kadar güçsüzleşirler (McIntosh, 1945).

Metilmoalonic asit ruminantlarda B₁₂ vitamini tarafından metabolize edilir. Co eksikliğinde idrarla birlikte bu asidin atılması artmaktadır. Co eksikliği için bu bulgu ruminantlarda patognomonik kabul edilmektedir (İmren ve Şahan, 1996).

2.6.4. Tedavi ve Koruma

Hastalara oral kobalt ve parenteral B₁₂ vitamini verilerek sağaltım yapılabilir. Sığırların yemlerine günde 3-15 mg kobalt ilave edilir ve haftada 1-3 mg parenteral B₁₂ vitamini enjeksiyonu yarar sağlar (Şimşek, 2016). Kobalt eksikliğinden ileri gelen nutrisyonel anemiler inek ve koyunlarda kobalt ilavesi ile başarılı bir şekilde tedavi edilebilir (Akın, 2004).

2.7. Selenyum Eksikliği

Selenyum (Se), büyük metabolik öneme sahip temel bir mikro besin maddesidir. Çok çeşitli proteinlerin aktif bölgesinde selenosistein olarak bulunur. Fizyolojik koşullar altında selenosisteindeki Se neredeyse tamamen iyonize olur ve sonuç olarak son derece etkili bir biyolojik katalizördür (Brown ve Arthur, 2001).

Meradan alınan selenyum öncelikle duodenumda emilir, plazma proteinleriyle ilişkilendirilir ve karaciğere taşınır. Burada selenoproteinlere, özellikle selenosistein olarak dâhil olabilir (Wichtel, 1998).

Selenyumun biyolojik işlevlerinin artık sadece bazıları antioksidan işlevlere sahip olan en az 20 selenoprotein aracılığıyla gerçekleştiği düşünülmektedir. Selenyum işlevi, selenoprotein gen ekspresyonu yoluyla düzenlenir ve eksiklik her selenoproteinin sentezini farklı şekilde etkiler. Selenyum eksikliği dönemlerinde birçok selenoenzimin aktivitesi azalır ancak bazı selenoenzim aktiviteleri değişmeden kalır veya aslında artar. Eksiklik sırasında enzim sistemlerinin aktivitesinin bu şekilde korunması, endokrin işlevi olan dokularda ve beyinde en etkilidir, bu da selenyumun bu

organlardaki rolünün hayvanın hayatta kalması için ne kadar kritik olduğunu göstermektedir. Ruminantlarda başlıca atılım yolu dışkıdır ancak selenyum vücuttan akciğerler ve böbrekler yoluyla da atılabilir. Selenyum plasentayı kolayca geçer ve meme bezine girebilir. Bu nedenle annenin selenyum durumundaki değişiklikler fetüse ve yeni doğana yansıma eğilimindedir (Wichtel, 1998).

2.7.1. Etiyoloji

Bir hayvanın selenyum ve E vitamini için beslenme gereksinimi yaşa, fizyolojik evreye ve türe bağlıdır (Villar ve ark., 2002).

Selenyum ve vitamin E veya her ikisinin aynı anda toprak ve yem maddelerinde yetersizliği hastalığın oluşumunda rol oynamaktadır. Merada otlayan hayvanlarda çok fazla vitamin E eksikliği görülmemesine rağmen selenyum eksikliği görülebilir. Vitamin E eksikliği ise entansif yetiştiricilikte görülebilir (İssi ve ark., 2016). Hayvanların başlıca Se alımları yem ile birlikte olmaktadır. Selenyum hayvanlarda vit E ile sinerjik bir etki gösterir ve güçlü bir antioksidan görevi üstlenmektedir (Zonturlu ve ark., 2008). Ot ve tahılların kuru maddesi en az 0,1-0,3 ppm değerinde selenyum içermelidir. Selenyumun topraktaki miktarı 0,2 ppm'den az olduğunda, meralarda hızlı gelişen bitkilerin selenyum alımı düşer. Özellikle fazla yağışlı yıllarda ve erozyona maruz kalan bölgelerde yetişen bitkilerde selenyum azlığı söz konusudur. Asidik topraklarda selenyum miktarının düşük olması ve çorak topraklarda fazla bulunan sülfatlar, bitkilerin selenyum bağlanmasını engeller ve meralara süperfosfat gübrelerin atılması selenyum yetersizliğine neden olabilmektedir (İssi ve ark., 2016).

2.7.2. Patogenez

Selenyum doğada daha çok selenometiyonin olarak bulunur, hayvanlarda en çok kullanılan formu selenosisteindir. Selenyum, Vitamin E ile sinerjik etki gösterir ve glutatyon peroksidaz enzimine bağlanır. Glutatyon peroksidaz güçlü bir antioksidan olarak görev yapar (Zonturlu ve ark., 2008). Dokularda selenyuma bağlı glutatyon peroksidazın en az üç formu olduğu gösterilmiştir. Bu formlar, hücre zarlarında bulunan fosfolipid hidroperoksit glutatyon peroksidaz, böbrekten türediği düşünülen plazma glutatyon peroksidaz ve gastro-intestinal sistem dokularında yaygın olan gastro-intestinal glutatyon peroksidazdır. Glutatyon peroksidazlar böylece hücre zarının yanı sıra hücre içi ve dışı bölgelerde de geniş bir antioksidan aktivite sistemi sağlar (Wichtel, 1998).

Hücre içinde organik peroksitleri ve hücre içinde H_2O_2 birikmesini engeller. Membran lipidlerini de peroksidasyondan koruyarak hücre membranının bütünlüğünü sağlar. Bu enzim aynı zamanda plazma, eritrosit ve trombositte de bulunmaktadır (Zonturlu ve ark., 2008). Selenyum ve vitamin E'nin eksikliklerinde hücre membranları korunamadığından çizgili kaslarda dejenerasyonlar oluşur. Özellikle solunum, iskelet ve kalp kas hücreleri ve kan hücreleri oksidatif strese duyarlıdır (İssi ve ark., 2016).

Sığırlarda Se eksikliğinin kan ve süt nötrofillerinin maya ve bakterileri öldürme kabiliyetini azalttığını açıkça göstermiştir. Se eksikliği olan sığırlarda nötrofil öldürme aktivitesindeki azalma, nötrofillerde tespit edilemeyen GSH peroksidaz aktivitesi ile ilişkilendirilmiştir (National Research Council, Committee on Animal Nutrition, & Subcommittee on Selenium, 1983). Ayrıca selenyum T4'ün T3'e dönüşümünde görev almaktadır (Zonturlu ve ark., 2008).

2.7.3. Klinik Bulgular

Kongenital olarak selenyum eksikliği olan hayvanlar annelerini emmek için ayağa kalkamazlar, başları dik tutamazlar, solunum güçlüğü çekerler. Hareket etmede isteksizlik, sallantılı yürüyüş görülür. Buzağılarda hastalık perakut, akut ve subakut olmak üzere 3 formda görülür. Hasta olan hayvanlarda direnç düştüğü için sekonder enfeksiyonlara açıktırlar (Aksoy, 2016).

Selenyum yetersizliği yetişkin hayvanlarda ise üreme fonksiyonlarını etkilemektedir. Sığırlarda metritis, ovaryum kistleri ve uterus involusyonunda gecikmeler görülse de selenyum eksikliğinin bu bulgular üzerinde ki etkinliği tam açıklanamamıştır (Zonturlu ve ark., 2008).

2.7.4. Tedavi ve Koruma

Eksikliğinden kaynaklanan hastalıklarda, selenyumun; sodyum veya potasyum selenit veya sodyum selenat halinde genellikle vitamin E ile birlikte uygulanmasıyla birkaç gün içerisinde iyileşme görülebilir. Selenyuma cevap alınabilmesi için enjektabl ürünlerin kullanılması gerekmektedir. Genellikle 1-5 mg/mL selenyum ve 50 mg/mL vitamin E içeren preparatlar tercih edilir. Selenyumun kas içi veya deri altı önerilen dozu 0,05-0,06 mg/kg (2,5-3 mg/45 kg)'dır (İssi ve ark., 2016).

Musküler distrofi buzağı ve kuzulara 50 kg canlı ağırlığa 3 mg selenyum (2,2 mg sodyum selenit = 1 mg selenyum) ve 150 IU/mL vitamin E'nin deri altı veya kas içi uygulanması tavsiye edilmektedir. Bu tedaviyle birlikte 3 gün içerisinde iyileşme başlar, hayvanlar ayakta durabilir ve bir hafta içerisinde

yardımsız yürüyebilir duruma gelirler. Gerek olduğu takdirde selenyum toksikasyonu dikkate alınarak tedavi gün aşırı veya üç gün aralıklar ile 3-4 kez tekrarlanabilir. Toplam doz 4 dozu geçmemelidir (İssi ve ark., 2016).

Kaynaklar

- Abramowicz, B., Kurek, L., Chalabis-Mazurek, A., & Lutnicki, K. (2021). Copper and iron deficiency in dairy cattle. *Journal of Elementology*, 26(1).
- Akdeniz, V., Kınık, Ö., Yerlikaya, O., & Akan, E. (2016). İnsan sağlığı ve beslenme fizyolojisi açısından çinkonun önemi. *Akademik Gıda*, 14(3), 307-314.
- Akın, I. (2004). İz elementler ve sığır tırnak hastalıkları. *Veteriner Cerrahi Dergisi*, 10(3-4), 54-61.
- Aksoy, G. (2016). İz element ve vitamin teminindeki bozukluklar. İn: Geviş Getiren Hayvanların İç Hastalıkları (Sığır, Koyun Keçi). Gül Y.(Ed), 513-534.
- Baltacı, A. K., Yuce, K., & Mogulkoc, R. (2018). Zinc metabolism and metallothioneins. *Biological trace element research*, 183(1), 22-31.
- Barragán-Ibañez, G., Santoyo-Sánchez, A., & Ramos-Peñafiel, C. O. (2016). Iron deficiency anaemia. *Revista Médica del Hospital General de México*, 79(2), 88-97.
- Batmaz, M. (2014). Siverek bölgesinde koyunlarda selenyum, bakır ve çinko seviyelerinin araştırılması/An investigation of blood selenium, copper and zinc levels in sheep at region of siverek (Doctoral dissertation).
- Brewer, K., Maylin, G. A., Fenger, C. K., & Tobin, T. (2016). Cobalt use and regulation in horseracing: A review. *Comparative Exercise Physiology*, 12(1), 1-10.
- Brown, K. M., & Arthur, J. R. (2001). Selenium, selenoproteins and human health: a review. *Public health nutrition*, 4(2b), 593-599.
- Chen, P., Bornhorst, J., & Aschner, M. (2018). Manganese metabolism in humans. *Front Biosci* (Landmark Ed), 23(9), 1655-1679.
- Çamkerten, İ., & Çamkerten, G. (2016). Bakır Yetmezliği. *Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences-Internal Medicine-Special Topics*, 2(2), 9-13.
- Fidan, H. (2006). Sığırların serumlarındaki bazı element düzeyleri üzerine mevsimsel değişimlerin etkisi (Doctoral dissertation, Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın).
- Gooneratne, S. R., Buckley, W. T., & Christensen, D. A. (1989). Review of copper deficiency and metabolism in ruminants. *Canadian Journal of Animal Science*, 69(4), 819-845.
- Göral, V. (2010). Wilson Hastalığı: 2010. Güncel Gastroenteroloji, 14(2), 66-75.
- Harvey JW, Stevens A, Lowe JS, & Scott I, (2012). Veterinary hematology (pp. 234-259). St. Louis: WB Saunders.
- Irmak M, & Özcan C, (2022). Kobalt ve kobaltın koyun beslemedeki önemi. *Biyosağlıkta güncel yaklaşımlar II*, p. 67.

- İçen, H. (2016). Demir ve İyot Yetmezliği. *Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences-Internal Medicine-Special Topics*, 2(2), 14-19.
- İmren, H. Y., & Şahal, M. (1996). Veteriner İç Hastalıkları. 4. Baskı. Medisan Yayınevi, p.274-97, Ankara.
- İssi, M., Gül, Y., & Polat, P. F. (2016). Selenyum ve vitamin E yetmezliği. *Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences-Internal Medicine-Special Topics*, 2(2), 25-31.
- Kincaid, R. L., Lefebvre, L. E., Cronrath, J. D., Socha, M. T., & Johnson, A. B. (2003). Effect of dietary cobalt supplementation on cobalt metabolism and performance of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1405-1414.
- Kozat, S. (2006). Importance, necessity and the effects of deficiencies of trace elements in ruminants. *J Health Sci*, 9 Joardar, 58-67.
- Küçükaslan, İ. (2011). İz elementler ve ineklerde reproduktif açıdan önemi. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, (1), 26-35.
- Lwalaba, J. L. W., Louis, L. T., Zvobgo, G., Fu, L., Mwamba, T. M., Mundende, R. P. M., & Zhang, G. (2019). Copper alleviates cobalt toxicity in barley by antagonistic interaction of the two metals. *Ecotoxicology and environmental safety*, 180, 234-241.
- McIntosh, R. A. (1945). Cobalt deficiency. *Canadian Journal of Comparative Medicine and Veterinary Science*, 9(7), 179.
- Miller, W. J. (1970). Zinc nutrition of cattle: a review. *Journal of Dairy Science*, 53(8), 1123-1135.
- Mills, C. F. (1981). Cobalt deficiency and cobalt requirements of ruminants. *Recent advances in animal nutrition*, 129-141.
- National Research Council, Committee on Animal Nutrition, & Subcommittee on Selenium. (1983). Selenium in nutrition: Revised edition. National Academics Press.
- Naylor, J. M., Kasari, T. R., Blakley, B. R., & Townsend, H. G. (1989). Diagnosis of copper deficiency and effects of supplementation in beef cows. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 53(3), 343.
- Noaman, V., Rasti, M., Ranjbari, A. R., & Shirvani, E. (2012). Copper, zinc, and iron concentrations in blood serum and diet of dairy cattle on semi-industrial farms in central Iran. *Tropical animal health and production*, 44(3), 407-411.
- Okuyucu, A., & Alaçam, H. (2012). İyot metabolizması. *Deneyisel ve Klinik Tıp Dergisi*, 29(48), 277-279.
- Paksoy, N., Özçelik, M., Erkilç, E. E., Büyük, F., Ögün, M., & Kırmızıgül, A. H. (2013). Kars yöresindeki dermatofitozisli sığırlarda serum bakır, çinko ve mangan seviyeleri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 8(3), 210-215.

- Santamaria, A. B., & Sulsky, S. I. (2010). Risk assessment of an essential element: manganese. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 73(2-3), 128-155.
- Sarıbay, M. K., & Özsoy, B. (2019). Sütçü İneklerde Bakır, Çinko ve Selenyumun Fertilite Açısından Önemi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 8(1), 36-45.
- Sezgin Evim, M., Baytan, B. & Meral Güneş, A. (2012). Demir ve Demir Metabolizması. *Güncel Pediatri Dergisi/Güncel Pediatri*, 10(2).
- Simonsen, L. O., Harbak, H., & Bennekou, P. (2012). Cobalt metabolism and toxicology a brief update. *Science of the Total Environment*, 432, 210-215.
- Smart, M. E., Gudmundson, J., & Christensen, D. A. (1981). Trace mineral deficiencies in cattle: a review. *The Canadian Veterinary Journal*, 22(12), 372.
- Strachan, S. (2010). İz elementler. *Güncel Anestezi ve Yoğun Bakım*, 21(1), 44-48.
- Şahin, T., & Akgül, Y. (2006). Endoparazitli Koyunlarda Bazı İz Element ve Biyokimyasal Parametrelerin Seviyeleri Üzerine Araştırmalar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 100-106.
- Şimşek, A. (2016). Mangan ve kobalt yetmezliği. *Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences-Internal Medicine-Special Topics*, 2(2), 20-24.
- Villar, D., Arthur, J. R., Gonzalez, J. M., Pallares, F. J., & Carson, T. L. (2002). Selenium status in cattle: Interpretation of laboratory results. *The Bovine Practitioner*, 73-80.
- Wichtel, J. J. (1998). A review of selenium deficiency in grazing ruminants part I: new roles for selenium in ruminant metabolism. *New Zealand Veterinary Journal*, 46(2), 47-52.
- Wysocka, D., Snarska, A., & Sobiech, P. (2020). *Iron in cattle health. journal of elementology*, 25(3), 1175-1185.
- Yalçın, B. (2024). Demir Eksikliği Anemisi ve Demir-Besin Ögesi Etkileşimleri. *Journal of Kocaeli Health and Technology University*, 2(1), 13-29.
- Yattoo, M. I., Saxena, A., Deepa, P. M., Habeab, B. P., Devi, S., Jatav, R. S., & Dimri, U. (2013). Role of trace elements in animals: a review. *Veterinary world*, 6(12), 963.
- Yeşil, M., & Sarıözkan, S. (2017). Dişi üreme sistemi açısından önemli bazı vitamin ve mineraller. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(3), 201-208.
- Zonturlu, A. K., Üren, N., Özyurtlu, N., Bozkurt, G., & Alpaslan, B. M. (2008). Retensiyo sekondinarumlu ineklerde yaş, süt verimi, vücut kondisyon skoru ve kan serumu selenyum düzeylerinin karşılaştırılması. *Fırat Univ Sağlık Bil Derg*, 22(3), 127-130.

Köpeklerde Yabancı Cisimler: Endoskopinin Rolü

Doğan Can Haney¹

Mehmet Ali Erfidan²

Turan Civelek³

Özet

Köpeklerde gastrointestinal sistemde yabancı cisim yutulması, sık karşılaşılan ve potansiyel olarak ciddi komplikasyonlara yol açabilen bir durumdur. Klinik belirtiler, yabancı cismin türü, yeri ve tıkanıklığın şiddetine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Özellikle küçük ırk köpeklerde özofagus yabancı cisimleri daha yaygın olup, tıkanıklık doğal darlık bölgelerinde lokalize olmaktadır. Endoskopi, bu vakaların tanı ve tedavisinde minimal invaziv, yüksek başarı oranlı ve hastanede kalış süresini kısaltan etkili bir yöntemdir. Yabancı cisimlerin türüne göre endoskopik araç ve teknikler seçilmekte, çıkarma sırasında mukozayı koruyucu aparatların kullanımı yaygındır. Endoskopik girişimlerin süresi ve komplikasyon riski, operatör deneyimi ve hayvanın klinik durumu ile ilişkilidir. Endoskopik müdahale başarısız olduğunda cerrahi yöntemler tercih edilmektedir. Koruyucu önlemler arasında, özellikle esnek ve sindirilemeyen materyallerin köpeklerin erişiminden uzak tutulması önem taşımaktadır. Bu nedenle, erken tanı ve müdahale ile ciddi klinik tabloların önlenmesi mümkündür.

- 1 Arş. Gör. Dr. Doğan Can HANEY, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Milas Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı. dogancanhancy@mu.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9737-6722
- 2 Öğr. Gör. Dr. Mehmet Ali ERFİDAN, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Emirdağ Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü. macerfidan@aku.edu.tr ORCID No: 0000-0001-7583-0488
- 3 Prof. Dr. Turan CİVELE, Afyon Kocatepe Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı. tcivelek@aku.edu.tr ORCID No: 0000-0002-4819-3484

1. GİRİŞ

Vücut açıklıklarının görsel muayenesi, Mısır ve Greko-Romen dönemlerine kadar uzanır. Bu dönemde vajina ve anüs için mekanik spekulumlar geliştirilmiş, ancak güçlü metallerin bulunmaması ve yeterli aydınlatmanın olmaması nedeniyle ilerleme sınırlı kalmıştır. İlk endoskopik girişimlerden biri, 1805'te Bozini tarafından geliştirilen ve mum ışığıyla aydınlatılan teneke bir tüpten oluşan "lichtleiter" adlı cihazdır. Bu alet, üretra, mesane ve vajinayı incelemek için kullanılmış ancak pratik olmaması sebebiyle yaygınlaşmamıştır (Edmonson, 1991; Haubrich, 1994; Modlin, 2000).

1820'lerde Segalas ve Fisher, düz metal tüplerle benzer çalışmalar yapmış, ancak yetersiz ışık kaynağı önemli bir engel olmuştur. 1855'te Fransız Desormeaux, alkol ve terebentinle çalışan daha güçlü bir lamba geliştirmiş, ancak bu da yeterince iyi aydınlatma sağlayamamıştır. Bu erken cihazlar, özellikle gastrointestinal sistemin daha derin bölgelerine ulaşmakta yetersiz kalmıştır (Edmonson, 1991, Rahman ve ark., 2015).

2. KÖPEKLERDE YABANCI CİSİM YUTULMASININ ÖZELLİKLERİ VE KLİNİK TABLO

Yabancı cisim yutulması, küçük hayvan muayenecilerinde oldukça sık karşılaşılan bir durumdur (Gianella ve ark., 2009; Maggi ve ark., 2023). Yabancı cisimler, gastrointestinal sistemde çoğu zaman klinik belirti vermeden geçebilir; ancak bazı durumlarda, örneğin kısmi veya tam tıkanıklık vakalarında, ciddi hasarlara yol açabilir ve belirgin klinik sorunlara neden olabilir (Hayes, 2009). Bu durum, her zaman ciddi klinik sonuçlara veya ölüme yol açmasa da hastanın genel sağlığını ve refahını tehdit edebileceği için genellikle endoskopik bir acil durum olarak değerlendirilir (Di Palma ve ark., 2022; Hoffman ve ark., 2022).

İnsan tıbbında, yutulan yabancı cisimlerin yutulma zamanı genellikle bilinir ve bu cisimlerin yalnızca %10-20'si tıbbi müdahale gerektirir (Triadafilopoulos, 2010); diğer durumlarda, yabancı cisimler herhangi bir tıbbi müdahale olmaksızın sindirim sisteminden geçer. Ancak, veteriner hekimlikte, sahibinin yabancı cisim yutulma zamanına dair yaygın farkındalık eksikliği, tanı ve tedavinin klinik belirtilerin ortaya çıkmasından sonra yapılmasına yol açmaktadır (Cornell ve Koenig, 2016). Bu nedenle, köpeklerde tedavi gerektirmeden gastrointestinal sistemden geçen yabancı cisimlerin gerçek yüzdesi hâlâ bilinmemektedir (Di Palma ve ark., 2022). Gastrointestinal sistemden herhangi bir müdahale gerektirmeksizin geçen

yabancı cisimlerin gerçek yüzdesi hâlen net olarak bilinmemektedir (Di Palma ve ark., 2022).

Yabancı cisimlerin yutulması hem köpeklerde hem de kedilerde nispeten sık karşılaşılan bir durumdur. Ancak, yemek borusu ve mideye yerleşen yabancı cisimler köpeklerde kedilere kıyasla daha yaygındır (Gianella ve ark., 2009). Özofagus yabancı cisimleri ise özellikle küçük ırk köpeklerde yaygın olarak bildirilmiştir (Brisson ve ark., 2018). Özellikle küçük ırk köpeklerde, yemek borusunun anatomik dar yapısı nedeniyle yabancı cisimlerin özofagusa yerleşme olasılığı daha fazladır. Tıkanıklık genellikle yemek borusunun doğal darlık bölgelerinde; torasik giriş, kalp tabanı ve kaudal özofagus segmentinde lokalize olur (Brisson ve ark., 2018).

En sık karşılaşılan klinik belirtiler arasında hipersalivasyon (aşırı tükürük salgısı), öğürme, kusma, regürjitasyon (kusmuk geri çıkarma), iştahsızlık, abdominal ağrı ve solunum güçlüğü yer alır (Brisson ve ark., 2018; Di Palma ve ark., 2022). Gastrointestinal yabancı cisim vakalarında en sık rastlanan klinik belirtiler arasında kusma, karın ağrısı, iştahsızlık, dışkılama yokluğu ve ishal bulunur (Capak ve ark., 2001; Hayes, 2009; Cornell ve Koenig, 2016). Kusma, üst gastrointestinal tıkanıklıkta en yaygın belirtidir ve yabancı cismin yutulmasından ortalama iki-üç gün sonra başlar (Boag ve ark., 2005; Hayes 2009).

Klinik belirti ve semptomların şiddeti; yabancı cismin yerleşim yeri (özofagus, mide veya duodenum), boyutu, hayvanın vücut büyüklüğü, cismin yapısı (travmatik olup olmaması) ve tıkanıklığın süresi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Gianella ve ark., 2009; Brisson ve ark., 2018). Depresyon, ataksi, titreme, taşikardi ve taşipne gibi bulgular ise dehidratasyona bağlı gelişen komplikasyonlarla ilişkilidir (Boag ve ark., 2005; Tello ve Perez-Freytes 2017). Kronik kusma, anestezi öncesi genel durumu iyileştirmek ve bağırsak perfüzyonunun azalmasına bağlı gastrointestinal hasarı önlemek için stabilize edilmesi gereken hipovolemik şoka yol açabilir (Hoffman ve ark., 2021). Ayrıca, gastrointestinal yabancı cisim tıkanıklıkları asit-baz dengesizlikleri, hipokloremi ve metabolik alkaloz gibi elektrolit bozukluklarına neden olabilir (Boag ve ark., 2005). Sahiplerin duruma dikkat etmesi, erken müdahale ile ciddi klinik belirtilerin ortaya çıkmasını önleyebilir (Di Palma ve ark., 2022).

2.1. Yabancı Cisim Çeşitleri ve Risk Grupları

Küçük hayvanlarda en sık rapor edilen özofagus ve gastrointestinal YC'ler arasında kemik veya kıkırdak materyali, olta iğneleri, toplar, oyuncaklar, iğneler, saç bantları ve tüy yumakları yer almaktadır (Di Palma ve ark., 2022). Kedi ve köpeklerde en yaygın özofagus ve gastrik yabancı cisim

türleri; kemikler, olta iğneleri, toplar, kumaş parçaları, plastik eşyalar, tüy yumakları, dikiş iğneleri ve saç bantlarıdır (Gianella ve ark., 2009; Hayes 2009; Thompson ve ark., 2012; Brisson ve ark., 2018; Şmit ve ark., 2018; Dollo ve ark., 2020; Elkader ve ark., 2020). Literatürde en yaygın bildirilen yabancı cisim tipleri kemik, kıkırdaklı ve plastik nesnelerdir (Maggi ve ark., 2023). Küçük hayvanlar tarafından sıkça yutulan diğer yabancı cisimler arasında oyuncaklar, tahta kürdanlar, olta iğneleri, iğneler ve yiyecek maddeleri yer almaktadır (Pratt ve ark., 2014; Binvel ve ark., 2018). Ancak, klinik uygulamada daha çeşitli yabancı cisim tipleri de rapor edilmiştir (Tanaka ve Yamashita, 1998; Fitzgerald ve Bronstein, 2013; Garneau ve McCarthey, 2015; Coleman ve Merola, 2016).

Gastrointestinal yabancı cisimler en sık genç köpeklerde, erkek ve orta ile büyük ırklarda görülmektedir (Di Palma ve ark., 2022). Yakın tarihli çalışmalar, yabancı cisim yutulmasının erkek köpeklerde dişilere göre daha yaygın olduğunu ve bu durumun anksiyete, bağlanma problemleri ile aşırı duyarlılık ve hiperaktivite sendromu gibi davranış bozukluklarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (Sharma ve Couture, 2014; Col ve ark., 2016; Masson ve ark., 2021). Pika ya da benzeri anormal yeme davranışları sergileyen köpekler, yabancı cisim yutmaya özellikle eğilimlidir (McCagherty ve ark., 2020; Masson ve ark., 2021). Yabancı cisim yutulması genellikle genç köpeklerde, oyuncaklara maruz kalma ve gelişigüzel yeme alışkanlıkları nedeniyle ortaya çıkar (Gianella ve ark., 2009; Jones ve ark., 2017).

2.2. Endoskopinin Tanı ve Tedavideki Rolü

Üst gastrointestinal sistem rahatsızlıklarına ilişkin farklı vaka tiplerinin tanısında ve lezyonların kesin lokalizasyonunun belirlenmesinde endoskopi oldukça etkilidir. Ayrıca, cerrahi müdahaleye ihtiyaç duyulmadan yabancı cisimlerin çıkarılmasına olanak tanır (Mathai ve ark., 2013). Yabancı cisimlere bağlı olarak gelişebilecek özofajit, gastrit, gastrointestinal tıkanıklık ve perforasyon gibi komplikasyonlar ile bu durumların yönetiminde gereken sofistike yaklaşım nedeniyle, gastrointestinal yabancı cisimlerin tanı ve tedavisinde endoskopik yöntemlerin kullanımı büyük önem taşır (Poggiani ve ark., 2020; Rimer ve ark., 2020; Kan ve ark., 2022). Üst gastrointestinal endoskopi, gastrointestinal mukozanın invaziv olmayan bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanırken, aynı zamanda analiz amacıyla doku, hücre ve/veya sıvı örneklerinin alınmasına da imkân verir (Rahmani ve ark., 2022). Köpeklerde gastrointestinal yabancı cisim olgularında gastrointestinal endoskopi, doğru tanının konulması, uygun tedavi yönteminin belirlenmesi ve prognozun değerlendirilmesi açısından oldukça faydalıdır (Pfau, 2014; Wood ve Gallagher, 2021).

2.3. Tedavi Yaklaşımları ve Başarı Oranları

Özofagus ve gastrik antrumda yer alan obstrüktif yabancı cisimler, acil olarak değerlendirilmelidir. Hastanın stabilizasyonunun sağlanmasının ardından bu cisimler mümkün olan en kısa sürede çıkarılmalıdır; çünkü yabancı cismin bulunduğu yerde uzun süre kalması, ciddi özofagus yaralanmaları, perforasyon ve mediastinit gelişme riskini önemli ölçüde artırır (Leib, 2005).

Gerektiğinde yabancı cisimler endoskopik ya da cerrahi yöntemlerle çıkarılabilir; sindirilebilir materyaller söz konusu olduğunda ise cismin mideye ilerletilmesi de bir seçenektir. Özofagus yabancı cisimlerinin mideye itilmesi, özellikle gıda kaynaklı ve sindirilebilir materyaller için faydalı bir yaklaşımdır. Sindirilemeyen yabancı cisimler ise, cerrahi girişim gerektirebilir (Brisson ve ark., 2018; Barash ve ark., 2022).

Özofagus ve gastrik yabancı cisimlerin endoskopik olarak uzaklaştırılması; yüksek başarı oranları, minimal invaziv özellikleri ve daha kısa hastanede yatış süresi gibi avantajları nedeniyle cerrahiye tercih edilmektedir (Gianella ve ark., 2009; Juvet ve ark., 2010; Deroy ve ark., 2015; Šmit ve ark., 2018; Brisson ve ark., 2018). Üst gastrointestinal endoskopi, yüksek başarı oranı ve minimal invaziv olması nedeniyle, özellikle özofageal ve gastrik bölgelerdeki yabancı cisimlerin çıkarılmasında ilk tercih edilen yöntemdir (Poggiani ve ark., 2020).

Özofagus yabancı cisimlerinin endoskopik yolla çıkarılmasında başarı oranı %68–88 arasında değişirken, gastrik YC'ler için bu oran %78–94 olarak bildirilmiştir (Deroy ve ark., 2015; Wood ve Gallagher 2021).

Endoskopik girişim sırasında, Sol yan yatış pozisyonu, hem özofagus yabancı cisimleri hem de gastrik yabancı cisimler için tercih edilen pozisyonudur. Bu pozisyon, GFB'lerin mide fundusuna doğru düşmesini kolaylaştırır, pilor ve antrumun daha iyi görüntülenmesini sağlar ve gerektiğinde duodenumun entübasyonuna olanak tanır (Tams ve Spector, 2011).

2.4. Endoskopik Ekipmanlar ve Teknikleri

Endoskopik olarak yabancı cisimlerin çıkarılması, yüksek başarı oranına sahip, minimal invaziv bir tekniktir (Poggiani ve ark., 2020). Özofagusta bulunan yabancı cisimlerin uzaklaştırılmasında hangi yaklaşımın seçileceğini belirleyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bunlar arasında yabancı cismin türü, lokalizasyonu ve mevcut endoskopik ekipman yer almaktadır. Alet seçimi, endoskopi operatörünün deneyimi ile yabancı cismin türü ve konumuna bağlıdır (Maggi ve ark., 2023).

Endoskopun çalışma kanalında; kavrama forsepsi, timsah forsepsi, sıçan dişi forsepsi, sepetler ve polipektomi kapanları gibi çeşitli çıkarım araçları kullanılabilir (Tams ve Rawlings, 2010; Tams ve Spector, 2011). Ayrıca, bazı durumlarda laparoskopik sert forsepsler, özofagus yabancı cisimlerinin çıkarılması amacıyla endoskopun çalışma kanalına koaksiyel olarak entegre edilebilir (Tams ve Rawlings, 2010). Laparotomik forseps, daha büyük boyutu nedeniyle daha yüksek çekme kuvveti sağlar ve bu sayede yabancı cisimlere daha iyi tutunur (Bottero ve ark., 2007; Tams ve Rawlings, 2010).

Keskin yabancı cisimlerin çıkarılması sırasında mukozayı korumak amacıyla overtube, yabancı cisim başlığı veya sleeve gibi koruyucu cihazlar kullanılabilir (Tams ve Spector, 2011; Tyler, 2011; Tang, 2013). Endoskopik sleeve tekniği, kavranması zor olan yuvarlak cisimlerin ya da birden fazla küçük yabancı cismin çıkarılmasında da başarıyla uygulanmaktadır (Wood ve ark., 2021). Özellikle, herhangi bir kavrama aletiyle çıkarılması güç olan yuvarlak yabancı cisimler halka tuzak, sepet veya ağ yardımıyla bu teknikle daha kolay çıkarılır (Tams ve Spector, 2011). Güçlü çekme kuvveti gerektiren vakalarda ise gastrointestinal endoskopi, rijit endoskopi ile kombine edilerek kullanılabilir (Nutt ve ark., 2014; Robinson ve ark., 2014; Di Palma ve ark., 2022).

2.5. Endoskopik Girişimin Süresi ve Komplikasyonlar

Yabancı cisimlerin özofagus ya da gastrointestinal sistemden çıkarılması için gereken süre; operatörün deneyimi, ortaya çıkabilecek komplikasyonlar ve hayvanın klinik durumu gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Wood ve Gallagher, 2021). Wood ve ark. (2021), gastrik yabancı cisimlerin (GFB) çıkarılması için maksimum 60 dakikalık bir zaman sınırı belirlemiş, ancak özofagus EFB'lerinin çıkarılması için net bir süre sınırı tanımlamamıştır. Bununla birlikte, çıkarma girişiminin en fazla 60 dakika sürmesi önerilmektedir (Wood ve Gallagher, 2021). Endoskopi süresinin kısaltılması, anestezi süresini azaltmak ve yemek borusundaki tıkanıklıkların yol açtığı komplikasyonların önlenmesi açısından önemlidir. Zira, yemek borusu tıkanıklıkları, mukozada nekroz, ülserasyon ve perforasyon riskinin yüksek olması nedeniyle acil müdahale gerektiren durumlardır; uzun süreli yabancı cisim varlığı ise pnömotoraks, pnömomediastinum veya piyotoraks gibi ciddi komplikasyonlara neden olabilir (Maggi ve ark., 2023).

Endoskopik olarak yabancı cismi çıkarma başarısız olursa ve yabancı cisim sindirilebilir değilse, cerrahi müdahale gerekir (Wood ve Gallagher, 2021; Barash ve ark., 2022). Özofagus yabancı cisimlerinin cerrahi ile çıkarılması, köpeklerde daha uzun hastanede kalış süreleri ve artan mortalite riski ile ilişkilendirilmiştir (Deroy ve ark., 2015; Burton ve Talbot, 2017;

Brisson ve ark., 2018). Ancak, cerrahi gerektiren durumlarda gastrotomi, özofagus cerrahisine kıyasla daha düşük komplikasyon oranı ve daha iyi bir prognoz sunduğu için tercih edilebilmektedir (Brisson ve ark., 2018; Barash ve ark., 2022).

Komplikasyonlar genellikle yabancı cismin düzensiz veya penetran yüzeyi, sıkışması ve özellikle özofagusta yabancı cismin yerleşmesi ile ilişkilidir (Moore, 2001; Brisson ve ark., 2018). Özellikle küçük ırk köpeklerde, uzun süreli özofagus tıkanıklığı ve kemik ya da balık kancası gibi keskin yabancı cisimlerin varlığı kötü prognoz ve ciddi komplikasyonlarla sonuçlanabilir (Deroy ve ark., 2015; Serman ve ark., 2018; Brisson ve ark., 2018). Ayrıca, farklı yabancı cisim materyallerinin vücutta farklı etkileşimleri olabileceği ve bunun hafif hiperemiden (doku kızarıklığı) ciddi gastrointestinal perforasyona kadar değişen yaralanmalara yol açabileceği unutulmamalıdır (Hobday ve ark., 2014; Gonçalves ve ark., 2019; Barash ve ark., 2022).

2.6. Koruyucu Önlemler

Köpeklerin, yemek borusu lümeninden kolayca geçebilen esnek nesneler olan kumaş ve plastiklere erişimini engellemek, bu hayvanlarda gastrointestinal yabancı cisim oluşumunu önlemek için önemli bir profilaktik önlemdir (Hobday ve ark., 2014; Poggiani ve ark., 2020; Barash ve ark., 2022).

3. SONUÇ

Köpeklerde gastrointestinal sistemde yabancı cisimlerin yutulması, sık karşılaşılan ve potansiyel olarak ciddi klinik sonuçlara yol açabilen bir durumdur. Erken tanı ve müdahale, komplikasyonların önlenmesi ve başarılı tedavi için kritik öneme sahiptir. Endoskopi, minimal invaziv yapısı, yüksek başarı oranı ve hızlı iyileşme süreci nedeniyle özellikle özofagus ve gastrik yabancı cisimlerin tanı ve tedavisinde vazgeçilmez bir yöntemdir. Endoskopik tekniklerin gelişmesi, cerrahi girişim gereksinimini azaltmakta ve hastaların yaşam kalitesini artırmaktadır. Ancak, endoskopik müdahalede operatör deneyimi, uygun ekipman seçimi ve zamanında uygulama başarı oranlarını doğrudan etkilemektedir. Ayrıca, yabancı cismin türü, boyutu ve lokalizasyonu da tedavi sürecinde belirleyici faktörlerdir. Yabancı cisimlerin uzun süre gastrointestinal sistemde kalması, özellikle özofagusta, ciddi doku hasarları ve yaşamı tehdit eden komplikasyonlara neden olabileceğinden, erken farkındalık ve müdahale hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle, köpek sahiplerinin bilinçlendirilmesi ve veteriner hekimlerin endoskopik tekniklere hakim olması, başarılı klinik sonuçların sağlanmasında temel unsurlardır. Sonuç olarak, endoskopi, köpeklerde yabancı cisim yönetiminde modern ve etkili bir yöntem olarak klinik pratiğe entegrasyonunu sürdürmelidir.

4. Kaynaklar

- Barash, N. R., Lashnits, E., Kern, Z. T., Tolbert, M. K., & Lunn, K. F. (2022). Outcomes of esophageal and gastric bone foreign bodies in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 36(2), 500–507. <https://doi.org/10.1111/jvim.16383>
- Bekkerman, M., Sachdev, A. H., Andrade, J., Twersky, Y., & Iqbal, S. (2016). Endoscopic management of foreign bodies in the gastrointestinal tract: A review of the literature. *Gastroenterology Research and Practice*, 5078654.
- Binvel, M., Poujol, L., Peyron, C., Dunic-Merigot, A., & Bernardin, F. (2018). Endoscopic and surgical removal of oesophageal and gastric fishhook foreign bodies in 33 animals. *Journal of Small Animal Practice*, 59, 45–49.
- Boag, A. K., Coe, R. J., Martinez, T. A., & Hughes, D. (2005). Acid-base and electrolyte abnormalities in dogs with gastrointestinal foreign bodies. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 19, 816–821.
- Bottero, E. (2007). A retrospective study about 23 osseus esophageal foreign bodies in the dog and the cat treated endoscopically. *Veterinaria*, 21, 17–23.
- Bottero, E. (2013). Chapter 15 Functional anomalies. In *Gastroenterology of the Dog and Cat* (1st ed.). Poletto Editore.
- Brisson, B. A., Wainberg, S. H., Malek, S., Reabel, S., Defarges, A., & Sears, W. C. (2018). Risk factors and prognostic indicators for surgical outcome of dogs with esophageal foreign body obstructions. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 252(3), 301–308.
- Burton, A. G., Talbot, C. T., & Kent, M. S. (2017). Risk factors for death in dogs treated for esophageal foreign body obstruction: A retrospective cohort study of 222 cases (1998–2017). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31(6), 1686–1690.
- Capak, D., Brkić, A., Harapin, I., Matičić, D., & Radišić, B. (2001). Treatment of the foreign body induced occlusive ileus in dogs. *Veterinarski Arhiv*, 71, 345–359.
- Col, R., Day, C., & Phillips, C. J. C. (2016). An epidemiological analysis of dog behavior problems presented to an Australian behavior clinic, with associated risk factors. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 15, 1–11.
- Coleman, A. E., & Merola, V. (2016). Clinical signs associated with ingestion of black walnut tree (*Juglans nigra*), wood, nuts, and hulls in dogs: 93 cases (2001–2012). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 248, 195–200.
- Cornell, K., & Koenig, A. (2016). Chapter 4-Gastrointestinal Foreign Bodies. In *Small Animal Surgical Emergencies* (1st ed., pp. 33–42). Wiley-Blackwell.

- Deroy, C., Corcuff, J. B., Billen, F., & Hamaide, A. (2015). Removal of oesophageal foreign bodies: Comparison between oesophagoscopy and oesophagotomy in 39 dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 56, 613–617.
- Di Palma, C., Pasolini, M. P., Navas, L., Campanile, A., Lamagna, F., Fatone, G., Miceli, F., Esposito, C., Donnarumma, D., Uccello, V., et al. (2022). Endoscopic and surgical removal of gastrointestinal foreign bodies in dogs: An analysis of 72 cases. *Animals*, 12(11), 1376. <https://doi.org/10.3390/ani12111376>
- Dollo, V., Chambers, G., & Carothers, M. (2020). Endoscopic retrieval of gastric and oesophageal foreign bodies in 52 cats. *Journal of Small Animal Practice*, 61, 51–56.
- Edmonson, J. M. (1991). History of the instruments for gastrointestinal endoscopy. *Gastrointestinal Endoscopy*, 37(2, Suppl), 27–56.
- Elkader, N. A. A., Emam, I. A., Farghali, H. A., et al. (2020). Oesophageal foreign bodies in cats: Clinical and anatomic findings. *Plos One*, 15(12), e0233983.
- Fitzgerald, K. T., & Bronstein, A. C. (2013). Polyurethane adhesive ingestion. *Topics in Companion Animal Medicine*, 28, 28–31.
- Garneau, M., & Mccarthey, R. J. (2015). Multiple magnetic gastrointestinal foreign bodies in a dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 246, 537–539.
- Gianella, P., Pfammatter, N. S., & Burgener, I. A. (2009). Oesophageal and gastric endoscopic foreign body removal: Complications and follow-up of 102 dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 50, 649–654.
- Gonçalves, S. R. F., Barretto, M. L. M., Rodrigues, E. M. S., Bernardi, J. C. M., Feitoza, F. M. G., Silva, S. C. G., & Oliveira, A. A. F. (2019). Esophageal perforation associated with a foreign body in a dog. *Acta Scientiae Veterinariae*, 47(1), 411. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.93608>
- Haubrich, W. S. (1994). Gastrointestinal endoscopy. In J. B. Kirsner (Ed.), *The growth of gastroenterologic knowledge during the twentieth century* (pp. 474–490). Lea & Febiger.
- Hayes, G. (2009). Gastrointestinal foreign bodies in dogs and cats: A retrospective study of 208 cases. *Journal of Small Animal Practice*, 50, 576–583.
- Hobday, M. M., Pachtinger, G. E., Drobatz, K. J., & Syring, R. S. (2014). Linear versus non-linear gastrointestinal foreign bodies in 499 dogs: Clinical presentation, management and short-term outcome. *Journal of Small Animal Practice*, 55(11), 560–565. <https://doi.org/10.1111/jsap.12271>
- Hoffman, C. L., Mastrocco, A., & Drobatz, K. J. (2022). Retrospective evaluation of gastrointestinal foreign bodies and presurgical predictors for enterectomy versus enterotomy in dogs (2013–2016): 82 cases. *Jour-*

- nal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 32(1), 98–105. <https://doi.org/10.1111/vec.13139>
- Jones, S., Friedenberg, S. G., Callard, J., Abernathy, L., & Guillaumin, J. (2017). Successful surgical correction of a mesenteric volvulus with concurrent foreign body obstruction in two puppies. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 53, 297–303.
- Juvet, F., Pinilla, M., Shiel, R. E., et al. (2010). Oesophageal foreign bodies in dogs: Factors affecting success of endoscopic retrieval. *Irish Veterinary Journal*, 63, 163.
- Kan, T., Hess, R. S., & Clarke, D. L. (2022). Clinical findings and patient outcomes following surgical treatment of chronic gastrointestinal foreign body obstructions in dogs and cats: 72 cases (2010–2020). *Canadian Journal of Veterinary Research*, 86(4), 311–315.
- Laiket, L., Sutthiprapa, W., Khattiya, S., Temwichitr, P., Rattanasrisomporn, J., & Thengchaisri, N. (2025). Prevalence and characteristics of foreign body-induced upper gastrointestinal obstruction in dogs. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 12(2), 601–609.
- Leib, M. S. (2005). Endoscopic procedures: Foreign body retrieval and peg tube placement [Conference presentation]. North American Veterinary Conference, Orlando, Florida, United States.
- Maggi, G., Tessadori, M., Marenzoni, M. L., Porciello, F., Caivano, D., & Marchesi, M. C. (2023). Endoscopic retrieval of esophageal and gastric foreign bodies in cats and dogs: A retrospective study of 92 cases. *Veterinary Sciences*, 10(9), 560. <https://doi.org/10.3390/vetsci10090560>
- Masson, S., Guitaut, N., Medam, T., & Béata, C. (2021). Link between foreign body ingestion and behavioural disorder in dogs. *Journal of Veterinary Behavior*, 45, 25–32.
- Mathai, R. M., Kelawala, N. H., Bhatt, R. H., Jhala, S. K., Patil, D. G., Parikh, P. V., & Joy, N. (2013). Upper gastrointestinal endoscopic findings in dogs. *Indian Journal of Veterinary Surgery*, 34(2), 141–142.
- McCagherty, J., Yool, D., Earley, N. F., & Woods, S. (2020). Grass as a linear gastrointestinal foreign body obstruction in four dogs. *Veterinary Record Case Reports*, 8(2), e001116. <https://doi.org/10.1136/vetreccr-2020-001116>
- Miles, S., Gaschen, L., Presley, T., Liu, C., & Granger, L. A. (2021). Influence of repeat abdominal radiographs on the resolution of mechanical obstruction and gastrointestinal foreign material in dogs and cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 62(3), 282–288. <https://doi.org/10.1111/vru.12953>
- Modlin, I. M. (2000). A brief history of endoscopy. MultiMed.
- Moore, A. H. (2001). Removal of oesophageal foreign bodies in dogs: Use of the fluoroscopic method and outcome. *Journal of Small Animal Practice*, 42, 227–230.

- Nutt, L. K., Webb, J. A., Prosser, K. J., & Defarges, A. (2014). Management of dogs and cats with endotracheal tube tracheal foreign bodies. *Canadian Veterinary Journal*, 55(6), 565–568.
- Pfau, P. R. (2014). Removal and management of esophageal foreign bodies. *Techniques in Gastrointestinal Endoscopy*, 16(1), 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.tgie.2013.10.004>
- Poggiani, F. M., Duarte, R. P. C., Santana, M. I. S., & Galera, P. D. (2020). Endoscopic removal of foreign body in upper gastrointestinal tract in dogs: Success rate and complications. *Acta Scientiae Veterinariae*, 48, 1735. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.100574>
- Pratt, C. L., Reinecke, E. L., & Drobatz, K. J. (2014). Sewing needle foreign body ingestion in dogs and cats: 65 cases (2000–2012). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 245, 302–308.
- Rahman, I., Patel, P., Boger, P., Rasheed, S., Thomson, M., & Afzal, N. A. (2015). Therapeutic upper gastrointestinal tract endoscopy in Paediatric Gastroenterology. *World Journal of Gastrointestinal Endoscopy*, 7(3), 69–82.
- Rahmani, V., Spillmann, T., Halttunen, J., Syrjä, P., & Ruohoniemi, M. (2022). Diagnostic value of endoscopic retrograde cholangiopancreatography and therapeutic value of endoscopic sphincterotomy in dogs with suspected hepatobiliary disorders. *BMC Veterinary Research*, 18(1), 146. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03241-4>
- Rimer, D., Lerman, O., Klainbart, S., & Nivy, R. (2020). Lethal acute hemorrhage from an aortoesophageal fistula following endoscopy-assisted esophageal foreign body removal in a dog. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 30(5), 587–591. <https://doi.org/10.1111/vec.12998>
- Robinson, W., Shales, C., & White, R. N. (2014). The use of rigid endoscopy in the management of acute oropharyngeal stick injuries. *Journal of Small Animal Practice*, 55(12), 609–614. <https://doi.org/10.1111/jsap.12282>
- Sharma, A., & Couture, J. (2014). A review of the pathophysiology, etiology, and treatment of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Annals of Pharmacotherapy*, 48, 209–225.
- Šmit, I., Crnogaj, M., & Brkljačić, M. (2018). Endoscopic removal of esophageal and gastric foreign bodies in dogs: The prevalence, risk factors and efficacy of removal. *Veterinarski Arhiv*, 88, 481–496.
- Sterman, A. A., Mankin, K. M. T., Ham, K. M., & Cook, A. K. (2018). Likelihood and outcome of esophageal perforation secondary to esophageal foreign body in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 253, 1053–1056.
- Tams, T. R., & Rawlings, C. A. (2010). Endoscopic removal of gastrointestinal foreign bodies. In T. R. Tams & C. A. Rawlings (Eds.), *Small Animal Endoscopy* (3rd ed.). Elsevier.

- Tams, T. R., & Spector, D. (2011). Endoscopic removal of gastrointestinal foreign bodies. In T. R. Tams & C. A. Rawlings (Eds.), *Small Animal Endoscopy* (3rd ed., pp. 245–292). Elsevier Mosby Co.
- Tanaka, J., & Yamashita, M. (1998). Esophageal electrochemical burns due to button type lithium batteries in dogs. *Veterinary and Human Toxicology*, 40, 193–196.
- Tang, S.-J. (2013). Endoscopic management of foreign bodies in the gastrointestinal tract. *Video Journal and Encyclopedia of GI Endoscopy*, 1(1), 35–38.
- Tello, L., & Perez-Freytes, R. (2017). Fluid and electrolyte therapy during vomiting and diarrhea. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 47, 505–519.
- Thompson, H. C., Cortes, Y., Gannon, K., et al. (2012). Esophageal foreign bodies in dogs: A 34 cases (2004–2009). *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 22, 253–261.
- Triadafilopoulos, G. (2010). Chapter 61—Foreign Bodies and the Gastrointestinal Tract. In P. R. McNally (Ed.), *GI/Liver Secrets* (4th ed., pp. 435–438). Mosby Elsevier.
- Tyler, J. (2011). Safe endoscopic removal of a sharp-edged foreign body from a dog's stomach. *Veterinary Medicine*, 106(4), 179.
- Tyrrell, D., & Beck, C. (2006). Survey of the use of radiography vs. ultrasonography in the investigation of gastrointestinal foreign bodies in small animals. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 47(4), 404–408. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2006.00160.x>
- Wood, A. N., & Gallagher, A. E. (2021). Survey of instruments and techniques for endoscopic retrieval of esophageal and gastric foreign bodies in cats and dogs. *Topics in Companion Animal Medicine*, 45, 100555. <https://doi.org/10.1016/j.tcam.2021.100555>

Çiftlik Hayvanlarında *Corynebacterium Pseudotuberculosis* Ⓜ

Seda Gökdemir¹

Aliye Gülmez Sağlam²

Elif Çelik³

Özet

Corynebacterium pseudotuberculosis, koyun, keçi, at ve sığır gibi çiftlik hayvanlarında lenfadenit ve apse oluşumuna neden olan bir bakteridir. Çiftlik hayvanlarında bulaşıcı enfeksiyonlara yol açan etken, hayvanlarda et ve yün verimini düşürerek, tedavi maliyetlerini arttırarak, ayrıca hayvanların zayıflaması sonucu karkasın değerini düşürerek ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Fosfolipaz D (PLD), enfeksiyonun patogeneğinde rol oynayan önemli bir ekzotoksindir. Hastalık insanlarda nadir görülsede, özellikle hayvanlarla yakın teması bulunan meslek grupları risk altındadır. Hayvanlar arasında bulaşma, genellikle enfekte hayvanlardaki apsenin irinli içeriğinin, sağlıklı hayvanların deri yaralarına temas etmesiyle meydana gelir. Ayrıca, kontamine ahır zemini, yemlikler ve kırkım aletleri gibi yüzeyler ve vektörler aracılığıyla sağlıklı hayvanlara taşınabilir. *C. pseudotuberculosis* enfeksiyonunun tanısı, genellikle klinik belirtiler ve laboratuvar testleri ile konulmaktadır. Hayvanın genel durumu ve vücudundaki apselerle göre ön tanı konulur. Kesin tanı için kültür yöntemi ile bakterinin varlığı belirlenir. *C. pseudotuberculosis* enfeksiyonundan korunmada aşılama, çevresel sanitasyon ve enfekte hayvanların ayrılması en etkili yöntemlerdir. Tedavi de ise apse sağaltımı ile antibiyotik uygulaması temel yaklaşımdır. Bu bölüm, çiftlik hayvanlarında oldukça bulaşıcı olan *C. pseudotuberculosis* enfeksiyonunu kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Enfeksiyonun, PLD ekzotoksininin etkisiyle lenf bezleri ve iç

- 1 Arş. Gör. Dr., Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı. seda.durhan@kafkas.edu.tr ORCID No: 0000-0002-6040-6569
- 2 Doç. Dr., Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı. aliye.saglam@kafkas.edu.tr ORCID No: 0000-0002-7639-5075
- 3 Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı. elif.celik@kafkas.edu.tr ORCID No: 0000-0003-4531-3863

organlarda apse oluşturma mekanizması incelenmiştir. Ayrıca, enfeksiyonun hayvanlar arasında doğrudan temas, kirlenmiş ekipman, kırkım yaraları ve vektörler ile yayıldığı belirlenmiş olup, ciddi ekonomik kayıplara yol açtığı vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, enfeksiyonun kontrolü için aşılama, hijyen ve erken teşhisin önemli olduğu belirtilmiştir.

1. GİRİŞ

Corynebacterium pseudotuberculosis başta koyun ve keçiler olmak üzere at, sığır ve bazen insanlarda çeşitli enfeksiyonlara yol açan bir patojendir (Babacan, 2024). *Corynebacterium* cinsi *Corynebacteriaceae* familyasına ait olup, *Mycobacteriales* takımına dâhildir ve günümüze kadar olan süreçte 136 türü tespit edilmiştir (Kittl ve ark., 2022). *Corynebacterium* cinsi bakteriler, kommensal olarak insan ve hayvanların deri ve mukoz membranlarında bulunmaktadır (Jaén-Luchoro ve ark., 2020).

Corynebacterium cinsi, aynı zamanda *Mycobacterium*, *Nocardia* ve *Rhodococcus* cinslerini de içeren supragenerik bir aktinomiset grubuna aittir. Coryneform (*Corynebacterium*, *Mycobacterium*, *Nocardia* ve *Rhodococcus*) (CMNR) grubu olarak adlandırılan bu Gram pozitif bakteriler oldukça heterojen bir grup oluşturur ve türlerin çoğu belirli özellikleri paylaşır, örneğin; peptidoglikan, arabinogalakattan ve mikolik asitlerden oluşan büyük bir polimer kompleksinin varlığı ile karakterize edilen spesifik bir hücre duvarı organizasyonuna ve yüksek oranda G+C içeriğine sahiptir (Soaresm ve ark., 2013). Son yıllarda *Corynebacterium* cinsi içinde potansiyel patojenik önemi olduğu düşünülen türlerin sayısında artış olmuştur. Klinik olarak en önemli türler ise *C. diphtheriae* (difteri), *C. jeikeium* (hastane enfeksiyonları) ve *C. pseudotuberculosis* (keçi ve koyunlarda kazecöz lenfadenit) olarak sıralanabilir (Bastos ve ark., 2012).

2. TARİHÇE

İlk olarak 1888’de Fransız bakteriyolog Edward Nocard, inekte lenfanjit vakasından sıra dışı bir etken izole etmiştir. Daha sonra Bulgar bakteriyolog Hugo Von Pretsz, bir vakaya ait apseli bir böbrekten, kültürünü yaparak benzer bakteriyi tespit etmiş. Bu keşiflerin bir sonucu olarak bu organizma, önceki yıllarla bağlantılı olduğu yerel bir isim olan “Pretsz-Nocard” basili olarak tanımlanmıştır. 19. yüzyılın sonlarına gelindiği zaman bakteri, Alman bakteriyologlar Lehmann ve Neumann tarafından bakteriyolojik atlaslarının ilk baskısında tanımlanmıştır. Bu yayında Pretsz-Nocard basili, mikobakteriyel tüberküloz lezyonlarına benzerliğinden dolayı *Bacillus pseudotuberculosis* (Yunanca “sahte tüberküloz”) olarak yeniden adlandırılmıştır. Bergey’in 1923’te yayınlanan Determinatif Bakteriyoloji El Kitabının birinci baskısında

organizma, başlangıçta insan patojenleri için oluşturulmuş bir kategori olan *Corynebacterium* cinsine dahil edilmiştir (Baird ve Fontaine, 2007).

3. ETİYOLOJİ

Corynebacterium, Yunancada topuz anlamına gelen koryne'den gelmektedir (Frassetto vd., 2024:1). *Corynebacterium* türleri, Gram pozitif, spor oluşturmeyen, aside dirençsiz, katalaz pozitif, hareketsiz, fakültatif anaerobik, pleomorfik, 0.5-0.6 μm eninde ve 1.0-3.0 μm boyutlarında basillerdir (Brabb ve ark., 2012; Bastos ve ark., 2012). Hücre duvarı peptidoglikan tabakası, mezo-diaminopimelik asit (meso-DAP), arabinoz ve galaktoz şekerleri içermektedir (Levefaudes v e ark., 2015). Boyanmış preparatlarda V, Y ve L olarak görünür ya da Çin harflerine benzer yığınlar şeklinde bulunur (Cavalieri ve Knoop, 2007). Basilin içinde düzensiz olarak dağılmış, çoğu kez uçlara yakın yerleşen ve metilen mavisini ile boyanınca koyu renkte görünen granüllere rastlanmaktadır. Bunlara da 'Metakromatik cisimcikler' ya da 'Babes-Ernest Cisimcikleri' denilmektedir (Arabacı, 2021).

Corynebacterium pseudotuberculosis, kapsülsüz ve fakültatif hücre içi bir patojendir (Araujo vd., 2016:1). Sıvı ortamda kümelenme eğilimi, hücre duvarındaki uzun zincirli 2-dallı 3-hidroksi yağ asitleri (mikolik asit) ile ilişkilidir (Baird ve Fontaine, 2007). *C. pseudotuberculosis* pH 7.0-8.0 aralığında optimum üreme gösterir. Kanlı agar, beyin kalp infüzyon agarı veya hayvan serumları ile zenginleştirilmiş sıvı ve katı besiyerlerinde üreyebilirler (Bastos ve ark., 2012). Etken kanlı agarda üretildiğinde, parlak, yuvarlak, beyazımsı ve belli belirsiz hemolizli koloniler oluşturur (Torky ve ark., 2023). Biyokimyasal olarak, *C. pseudotuberculosis* katalaz, fosfolipaz D ve üreaz üretimi ve maltoz, mannoz, glikoz ve galaktoz gibi karbonhidratların fermentasyonu ile karakterizedir (Bastos ve ark., 2012).

Corynebacterium pseudotuberculosis nitrati indirgeme özelliği bakımından, nitrat negatif (biovar ovine) ve pozitif (biovar equine) olmak üzere iki farklı biyotipe sahiptir. Genel olarak koyun ve keçi orijinli suşlar nitrat negatif, at ve sığır orijinliler ise nitrat pozitifdir (İlhan ve ark., 2020; Markova ve ark., 2024).

3.1. Patojenite ve Virülens Faktörü

Corynebacterium pseudotuberculosis'in önemli virülens faktörlerinden biri olan Fosfolipaz D (PLD), memeli hücre zarlarındaki fosfatidilkolin ve sfingomiyelini hidrolize ederek kolin ve seramid fosfat oluşumuna neden olur. Bu ekzotoksin, patojenin ilk infeksiyon bölgesinden konağın tüm vücut dokularına yayılmasını kolaylaştıran bir geçirgenlik faktörü olarak

çalışır. Ayrıca PLD enzimi, *C. pseudotuberculosis*'in dermisten küçük kan damarlarına geçişine katkıda bulunan ve böylece lenfatik damarlara erişim sağlayan endotel hücrelerinin dermonekrozuna neden olur (Bastos ve ark., 2012).

Bir diğer virülans faktörü de hücre duvarı yüzey lipidleridir. Hücre duvarı yüzey lipidleri, bakterinin fagositler tarafından sindirime direnç göstermesini ve böylece fakültatif intrasellüler bakteri olarak hücre içerisinde canlı kalmasını sağlar (Stefanska ve ark., 2007).

4. EPİDEMİYOLOJİ

Corynebacterium pseudotuberculosis, küçükbaş hayvanlarda kazeöz lenfadenitise (KLA), atlarda ülseratif lenfanjitise, sığırlarda mastitise, mandalarda ödemli deri hastalığına neden olur (Silva ve ark., 2021). İnsan infeksiyonları nadir görülür (Stefanska vd., 2007:1). Dünya genelinde kazeöz lenfadenit koyun yetiştiriciliğinde oldukça yaygındır. Kanada, ABD, Brezilya, İspanya, Mısır ve Avustralya'da yapılan çalışmalarda hastalık sıklığı %12,60 ve %61 arasında değişen bir orana sahiptir (Ruiz ve ark., 2020). Bir KLA lezyonundan pürülan akıntıda 10^6 - 5×10^7 /g arasında canlı bakteri olduğu tahmin edilmektedir (Osman ve ark., 2018).

5. PATOGENEZ

Corynebacterium pseudotuberculosis, PLD ekzotoksini salgılayan ve makrofajlar içerisinde çoğalabilen fakültatif intrasellüler bir bakteridir (İpek ve ark., 2012). PLD ekzotoksini, hücre zarının sfingomiyelin yapısını bozarak etki gösterir ve damar permeabilitesini artmasına neden olur. Bu durum bakterinin infeksiyon bölgesinden lenf yumrularına ve iç organlara yayılmasını kolaylaştırır. PLD'nin doku yıkımını takiben başlayan nekrotik süreç infeksiyonun karakteristik lezyonu olan kazeöz nekroz oluşumuna yol açar (İlhan ve ark., 2001). Kazeöz lenfadenitiste, bulaşmayı takiben diffuz bir yangı başlar ve kapsülleşen bir apse şekillenir. Yangı hücreleri yeni bir kapsül oluşturarak apseyi çevreler. Özellikle koyunlarda bu döngünün birkaç siklus tekrarlanmasıyla lezyonlar "soğan halkası" görünümünü kazanır. Etkilenen lenf nodülleri büyür, çapraz kesildiğinde soğan halkası görünümüne sahip olan, karakteristik apseler görülür (Paracıkoğlu, 2006)

6. BULAŞMA ve KLİNİK BELİRTİLER

Corynebacterium pseudotuberculosis, çeşitli memeli türleri için patojeniktir. Kazeöz lenfadenit, ülseratif lenfanjit, mastitis, bulaşıcı folikülit ve deri altı apsesi olmak üzere birçok bulaşıcı ve kronik hastalığın etkenidir

(Soares ve ark., 2015). *C. pseudotuberculosis*, koyun ve keçilere kırkım yaralarının kontamine olması, artropot ısırıkları ve kontamine banyolarla bulaşmaktadır (Paracıkoğlu, 2006). Mikroorganizma vücuda en yaygın olarak derideki veya mukoz membranlardaki çatlaklardan girer, ancak sağlam deriden de geçebilir (Williamson, 2001). *C. pseudotuberculosis*'in direkt temas ve çiğ süt tüketimi gibi yollarla da bulaşabilmektedir. *C. pseudotuberculosis* için insandan insana bulaşma bildirilmemiştir (Akbaşı, 2014).

6.1. Kazeöz Lenfadenitis

Kazeöz lenfadenitis, koyun ve keçilerde *C. pseudotuberculosis* tarafından oluşturulan kronik bir enfeksiyondur ve lenf nodüllerinde ve iç organlarda apse şekillenmesi ile karakterizedir (İlhan, 2008). Yaklaşık 3 ay süren bu enfeksiyon (Paracıkoğlu, 2006) eksternal ve visceral olmak üzere iki formda görülür. Eksternal formda yüzeysel lenf yumruları etkilenirken, visceral formda iç organlar ve bunlara ait lenf yumruları etkilenir. Eksternal form yüzeysel lenf nodüllerinde ya da subkutanöz dokularda apseler ile karakterizedir ve deri kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Visceral form ise hayvanın vücut ağırlığı, yapığı verimi ve kalitesini düşürmekte, fertilitiyi azaltmaktadır. Visceral formda en çok etkilenen organlar/dokular lenf düğümleri (öncelikle mediastinal) ve akciğerler iken, karaciğer, böbrekler veya meme bezleri gibi organlar daha az sıklıkta etkilenmektedir. Kalp, beyin, omurilik, testisler, uterus ve eklemler ise nadiren etkilenir. Bu formda şekillenen zayıflama “Thin Ewe Syndrome” olarak da isimlendirilmiştir. Enfeksiyon karkas, deri ve yapığı kalitesini bozarak ekonomik kayıplara neden olmaktadır (İlhan, 2008, Osman ve ark., 2018). Hastalığın kutanöz formu genellikle sporadiktir, ancak mevsimsel olarak salgınlar tanımlanmıştır (Yeruham ve ark., 1997).

6.2. Ülseratif Lenfanjit

Corynebacterium pseudotuberculosis'in nitrat indirgeyen biyotipi atlarda ve nadiren sığırlarda ülseratif lenfanjit vakalarına neden olur (Paracıkoğlu, 2006). Bulaşma genellikle atlar arasında doğrudan temas yoluyla gerçekleşir; bununla birlikte ev sineği (*Musca domestica*) de önemli bir vektördür (Soares ve ark., 2013). Atlarda apseler tek bir bölgede veya vücudun çeşitli yerlerinde görülebilir. Sıklıkla, şüpheli bir lenf damarı boyunca ilerleyen çok sayıda deri altı apse bulunur. Dış apselerin en yaygın belirtileri bölgesel ödem, ateş ve iyileşmeyen yaralardır. Diğer klinik belirtiler arasında topallık, ventral dermatitis, kilo kaybı, depresyon, anoreksi ve meme bezi veya prepusyal şişlik bulunur (Spier, 2015). Distal arka bacaklarda ağrılı, akıntılı nodüller gelişebilir. Atlar sıklıkla bölgesel lenfatikler, sertleşmiş ve

topallığa yol açan ülserasyon gösterebilir (Littlewood ve Heidmann, 2006). Bu tür infeksiyonlarda, art arda ülser gelişip daha sonra düzeldiği için aylarca bu hastalık devam eder ve kronikleşir (Washburn ve Abuelo, 2024).

6.3. Bulaşıcı Folikülit (Canadian horse pox)

At folikülitini aynı zamanda at bulaşıcı aknesi, Kanada at çiçeği ve at bulaşıcı püstüler dermatit olarak da adlandırılır. Klinik olarak daha az öneme sahiptir ve muhtemelen önceden var olan bir dermatitin *C. pseudotuberculosis* tarafından seconder bir infeksiyonunu temsil eder. Hastalık lezyonlar, koşum takımları ve kontamine tımar ekipmanlarının kullanılmasıyla yayılabilir (Cullinane ve ark., 2006). Bu hastalıkta, pürülan materyalden püstüle dönüşen nodül oluşumu karakteristik bir bulgudur. Bu lezyonlar genellikle kendiliğinden düzelir, ancak bazen infeksiyon bölgesinde ülser neden olabilir (Baird ve Fontaine, 2007). Şişkinlik, ağrı, topallama gibi semptomlar meydana gelen apsenin yerine ve boyutuna göre değişmektedir. Septisemi nadiren olabilir ancak abortlara, renal apselerce, düşüklüğe ve ölümlere sebep olabilir (Paracıkoğlu, 2006).

6.4. Derin Yerleşimli Deri Altı Apsesi (Güvercin Ateşi)

Derin yerleşimli *C. pseudotuberculosis* apsesi (güvercin ateşi) atlarda infeksiyonun en ciddi belirtisidir. Genellikle göğüs ve omuz kaslarında apse olarak görülür ve batı ABD'nin çoğunda ekonomik öneme sahiptir (Pratt ve ark., 2005). Hastalığın görülme sıklığı yaz ve sonbahar aylarında artar; bu durum, bakteriyi atlar arasında ve kontamine topraktan ata taşıyan sineklerin mevsimsel yoğunluğu ile ilişkilidir (Dawes, 2020).

7. TEŞHİS

7.1. Klinik Teşhis:

Hastalığı klinik olarak teşhis etmek için vaka öyküsü, muayene, hematolojik ve biyokimyasal analizler gibi birçok temel prosedürün doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. Ultrasonografi teşhiste önemlidir. KLA olgularında submandibular apseler sıklıkla görülür ancak koyunlarda klinik parametreler normal seviyelerdedir. KLA vakalarının çoğunda zayıflama ve kutanöz lenf nodüllerinde büyümeye sıklıkla rastlanır. Diğer yandan, hematolojik testlerde kronik anemi, akut faz proteinlerinde artış ve kan akımındaki albümin ve globülin gibi proteinler başta olmak üzere toplam proteinlerde azalma saptanabilir. İdrar biyokimya analizine göre ise koyunlarda proteinüri, piyüri ve bakteriüri gözlemlenebilir (Osman ve ark.,

2018). Ultrasonografi, inguinal abdominal ya da aksiller bölgelerdeki derin apselerin belirlenmesinde faydalı olabilir (Cullinane ve ark., 2006).

7.2. Nekrospi Bulguları

Kazecöz lenfadenitisde periferik lenf yumrularında, akciğerler ve buna ait lenf yumrularında suppuratif bozukluklara rastlanır. Ülseratif lenfajitiste ise at ve sığırlarda deri altı lenf yolları şişmiş, kalınlaşmış ve ülserleşmiştir. Bu lezyonlar karakteristik değildir. Atlarda kontagiyöz lezyonlar daha çok koşum takımlarının değdiği yerde şekillenmektedir (Paracıkoğlu, 2006).

Corynebacterium pseudotuberculosis için kalın duvarlı apseler tipik bir otopsi bulgusudur. Apseler genellikle sarı renkli sıvı eksüdat içerirken, püstüller beyazımsı-yeşil irin içerebilir. Apseler periferik uzuvlardaki lenfatikler boyunca tanımlanır (Cullinane ve ark., 2006). Etkilenen lenf düğümlerinin kesik yüzeyleri katmanlı görünebilir (Underwood ve ark., 2015).

7.3. Laboratuvar Muayeneleri

7.3.1 Bakteriyoskopi

Apselerden ve etkilenen dokulardan hazırlanan Gram boyama yapılmış preparatların direkt mikroskopik muayenesi *Corynebacterium*'ların varlığını ortaya koyabilmektedir (Carter, 1990).

7.3.2. İzolasyon ve İdentifikasyon

Corynebacterium pseudotuberculosis'in laboratuvar tanısında kültür yöntemi altın standart olarak kabul edilmektedir. Kesin tanı için etkenin izolasyon ve identifikasyonu gereklidir. Klinik örneklerden elde edilen izolatlar, sahip oldukları enzimatik aktiviteler ve karbonhidratları kullanabilme yeteneklerine göre tanımlanabilmektedir (Osman ve ark., 2018).

İncelenecek numune %5 koyun kanlı agar ile MacConkey agara ekilmekte ve 37°C'de, fakültatif anaerobik koşullarda 24-48 saat süreyle inkübe edilmektedir. İdentifikasyonda aerobik/anaerobik inkübasyon gereksinimleri, MacConkey agarda ürememesi, hemoliz özellikleri ve pleomorfik morfolojisi tanımlama için önemlidir (Çarlı, 2011). Bakteri kolonileri genellikle soluk renkte olup öze ile kolaylıkla hareket ettirilebilir (Baird ve Fontaine, 2007).

Bakteri üremesini desteklemek amacıyla besiyerine serum veya tam kan ilave edilebilmekte, bu durumda 48 saatlik inkübasyonun sonunda 1-2 mm çapında sarımsı koloniler oluşmaktadır. Özellikle tam kan kullanıldığında 48-72 saat sonra kolonilerin etrafında dar bir β -hemoliz zonu gözlenebilmektedir (Baird ve Fontaine, 2007). Gram boyama sonrası yapılan mikroskopik

incelemede, Gram pozitif, küçük, pleomorfik basiller görülmektedir. *C. pseudotuberculosis*'in, büyümesi başlangıçta zayıftır. İlerleyen günlerde küçük, yarı saydam koloniler 3-4 gün içinde genişleyerek krem-turuncu bir renk alır, opak, kuru ve ufalanır hale gelir (Carter, 1990).

Corynebacterium pseudotuberculosis'in identifikasyonunda biyokimyasal testler kullanılmakla birlikte, bu türün biyokimyasal özelliklerinde görülebilen değişkenlik, genellikle yöntemin yetersiz kalmasına neden olmaktadır (Çetinkaya, 2002). Bununla birlikte, günümüzde Analitik Profil İndeksi (API) standart tanımlama kitlerinin geliştirilmesi, biyokimyasal olarak tanımlamayı büyük ölçüde kolaylaştırmıştır. Özellikle API Coryne kiti, enzimatik aktivitenin ve karbonhidrat fermentasyonunun belirlenmesi için 21 ayrı test substratı içermektedir (Dorella ve ark., 2006). Ayrıca, CAMP benzeri testler de *C. pseudotuberculosis*'in tanımlanmasına yardımcı yöntemler arasında yer almaktadır (Carter, 1990).

7.3.3. Reverse CAMP test

Corynebacterium pseudotuberculosis'in sentezlediği PLD enzimi ile *S. aureus*'un sentezlediği β -hemolizin arasındaki ilişki Reverse CAMP test ile gösterilmektedir. *C. pseudotuberculosis*'in PLD enzimi, *R. equi*'nin sentezlediği Fosfolipaz C enzimi ile artarken, *S. aureus*'in sentezlediği stafilkokal β -hemolizin ile azalmaktadır (Hommezz ve ark., 1999; Çarlı, 2011). PLD enzimi, in vitro koşullarda koyun eritrositlerini lize edebilme yeteneğine sahiptir (İlhan ve ark., 2001).

7.4. ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay)

ELISA, antijen-antikor reaksiyonlarını göstermek amacıyla enzimlerin kullanıldığı en yaygın serolojik tanı yöntemidir. Kolay uygulanabilirliği, yüksek sensitivitesi, reaktiflerin uzun ömürlü olması, kısa sürede fazla sayıda örneğin çalışılabilmesi ve ayrıca sonuçların spektrofotometrede objektif olarak değerlendirilmesi gibi avantajları hastalık tanısında yaygın olarak tercih edilmesini sağlamıştır (Zeyrek ve ark., 2009).

Corynebacterium pseudotuberculosis enfeksiyonunun laboratuvar tanısında serolojik testlerin kullanımı 20. yüzyılın başlarına kadar dayanmaktadır. KLA için geliştirilen serolojik tanı testleri, PLD ekzotoksine karşı oluşan humoral yanıtın saptanmasına dayanmaktadır. Bu testler, enfekte ve taşıyıcı hayvanların tanımlanması için kullanılmaktadır (Baird ve Fontaine, 2007). Koyunlarda visseral formun tanımlanması için alternatif tanı yöntemlerine ihtiyaç vardır ve bu gereksinim doğrultusunda, araştırmacılar KLA'nın

tanısına yönelik farklı serolojik testler geliştirmiş ve uygulanabilirliğini ortaya koymuşlardır (Binns ve ark., 2007).

7.4.2. Agar-Jel İmmünodifüzyon Tekniği (AGID) :

Nötralizasyon testleri, infeksiyöz etkenlerin yanı sıra çeşitli bakteriyel toksinler ve enzimlerin tespiti için de kullanılabilir. Vücuda giren infeksiyöz etkenlerle mücadele için immun sistem tarafından nötralizan antikorlar üretilmektedir. Bu teknik, hem patojen etkenlerin hem de onlara karşı gelişen spesifik antikorların belirlenmesinde kullanılır (Sakmanoğlu, 2015). AGID, jel ortamında birbirine yakın radyal konumlarda açılan kuyucuklara yerleştirilen antijen ve antikor etkileşimlerinin değerlendirilmesine dayanan bir yöntemdir. Testin amacına göre farklı konumlarda ki bu kuyucuklara antijen veya serum yerleştirilir. Difüzyon sırasında antijen ve antikoru karşılaşması sonucunda oluşan presipitasyon çizgileri, bilinmeyen antijen ve ya serumda bulunan antikorların varlığı hakkında bilgi verir (Diker, 2005).

7.5. Moleküler Tanı

7.5.1. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) :

PCR, günümüzde yaygın olarak kullanılan moleküler tekniklerinden birisidir. Bu yöntem, nükleik asitlerin in vitro şartlarda replikasyonuna dayanan bir test sistemidir. PCR, bakteri, virus, parazit ve protozoon gibi çeşitli patojenlere ait hedef nükleik asit parçalarının, sentetik oligonükleotid dizileri (primer) ve ısıya dirençli polimeraz enzimlerini kullanılarak amplifikasyonunu sağlamaktadır. PCR yöntemi bu sayede yüksek özgünlüğe ve güvenilirliğe sahip bir tekniktir (Akın, 2010). *C. pseudotuberculosis* izolatlarının, identifikasyonunda ve direkt lezyon örneklerinden teşhis amacıyla PCR testi sıklıkla kullanılabilmektedir. Ayrıca bu yöntemle bakterinin toksin genlerinin varlığı güvenilir bir şekilde gösterilmektedir (Çarlı, 2011).

Corynebacterium pseudotuberculosis'in tanımlanması amacıyla, türün genel primeri ve PLD genine özgü primerler yaygın olarak kullanılmaktadır. Gen bölgelerini hedefleyen genel primerler tür düzeyinde doğrulanmasını sağlarken, PLD genini hedefleyen primerler ise virülens faktörü olan ekzotoksininin varlığını belirlemeyi sağlamaktadır (Yıldız ve İçen, 2022).

8. TEDAVİ

Corynebacterium pseudotuberculosis, koyun ve keçilerde önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Funke ve ark., 1997). Koyun ve keçi sürülerinde şekillenen kronik lenfadenitis yetiştiriciler için sorun oluşturmaktadır (Paton

ve ark., 2003). Ayrıca, kazeöz lenfadenitis'in subklinik formu da sürü içerisinde hastalığın hızla yayılmasına yol açmaktadır (Abebe ve Tessema, 2015). Tedavi seçenekleri arasında yer alan farklı antibiyotik gruplarının, in vitro koşullarda bakterinin üremesini baskıladığı bilinmektedir (Funke ve ark., 1997). Ancak klinik uygulamada tedavi genellikle sınırlı kalmaktadır. Bunun nedeni ise lezyonların çevresinde gelişen kalın kapsül yapısı ve içeriğinin kazeöz özellikte olmasıdır (İzgür ve ark., 2010). Bu durum antibiyotiklerin lezyonlara yeterli düzeyde ulaşmasını engelleyerek tedaviyi sınırlamaktadır. Dolayısıyla, KLA tedavisinde antibiyotik duyarlılık testlerinin sonuçlarına göre tedavi stratejileri geliştirilmelidir. Aksi halde, yanlış antibiyotik uygulaması hem dirençli suşların oluşmasına hem de tedavi maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır (İlhan ve ark., 2020).

Kazeöz lenfadenitisin tedavisinde yalnızca antibiyotik uygulamaları çoğu zaman yeterli olmamaktadır. Tedavi seçenekleri arasında yer alan cerrahi müdahalelerin de önemli olduğu bilinmektedir. Özellikle ekonomik değeri olan hayvanlarda, apselerin cerrahi olarak boşaltılması sonrasında iyotlu ya da hidrojen peroksitli solüsyonlarla dezenfekte edilmesi önerilmektedir (Underwood ve ark., 2015). Nüks etme olasılığını azaltmak için hayvanlara 4 ile 6 hafta arası parenteral yolla antibiyotik tedavisi uygulanabilir (Parlak ve Yazar, 2025).

9. KORUMA ve KONTROL

Kazeöz lenfadenitis hastalığının bulaşıcı doğası nedeniyle, akıntılı lezyonlara sahip hayvanların iyileşme süreçleri tamamlanuncaya kadar sağlıklılardan izole edilmelidir (Underwood ve ark., 2015). Aşılanmanın yanı sıra, serolojik tanı yöntemleri de hastalıkla mücadelede önemli yer tutar; böylece belirlenen enfekte hayvanların ayrılması veya itlafı yoluyla hastalık kontrol altına alınabilir. Ülkemizde küçük ruminantlarda yaklaşık %63 oranında görülen bu hastalığa karşı aşılama ve eradikasyon çalışmalarına daha fazla ağırlık verilmelidir (İpek ve ark., 2012).

Kazeöz lenfadenitisi kontrol altına alma stratejileri son yıllarda tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Birçok ülkede aşılama, hastalık kontrolünün temel stratejisinde en çok başvurulan yoldur, bu sayede bağışıklık sağlanarak enfeksiyonun yayılmasını sınırlandırmakta ve hastalık prevalansında kademeli bir azalma elde edilmektedir. Bununla birlikte, mevcut ticari KLA aşısının hiçbirisi *C. pseudotuberculosis* enfeksiyonuna karşı tam bir koruma sağlamamaktadır. Dolayısıyla aşılama hastalık oranlarını önemli düzeyde düşürse de KLA düşük seviyelerde varlığını sürdürmeye devam etmektedir (Fontaine ve Baird, 2008).

Fiziksel taramalar, serolojik testler ve enfekte hayvanların itlafından sonra, sürünün geri kalanına aşılar uygulanabilir. Koyunlara Colorado Serum Company tarafından üretilen Bacterin-Toxoid ile Case-Bac aşısı uygulanmış ve Case-Bac, koyunlarda iç ve dış apseleri önlediğini ve hastalık şiddetini önemli ölçüde azalttığını göstermiştir (Burmayer ve Brundage, 2021).

10. SONUÇ

Corynebacterium pseudotuberculosis infeksiyonunun dünya çapında yaygın olması ve bazı bölgelerde insidansının yüksek olması, sürü ve çiftlik yönetiminde biyogüvenlik, aşılama ve vektör kontrolü gibi önlemlerin önemini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, enfekte hayvanların erken dönemde teşhis edilip sürüden uzaklaştırılması, çevresel kontaminasyonun azaltılması ve düzenli profilaktik uygulamaların yapılması, hastalığın yayılmasını sınırlamada önemli stratejiler olarak öne çıkmaktadır.

11. Kaynakça

- Abebe, D., & Sisay Tessema, T. (2015). Determination of *Corynebacterium pseudotuberculosis* prevalence and antimicrobial susceptibility pattern of isolates from lymph nodes of sheep and goats at an organic export abattoir, Modjo, Ethiopia. *Letters in applied microbiology*, 61(5), 469-476.
- Akbaş, E., (2014). Bakteriyooloji, mikrobiyolojik tanı/tanımlama, difteri. Ulusal Mikrobiyoloji Standartları Bulaşıcı Hastalıklar Laboratuvar Tanı Rehberi Cilt I, 59-89.
- Akın, B. (2010). Kronik obstrüktif akciğer hastalığının alevlenmelerinde balgamda *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* ve *Moraxella catarrhalis*' in real-time PCR ile kantitatif olarak saptanması.
- Arabacı, Ç., (2021). Gram pozitif bakterilerin tanımlanmasında kullanılan geleneksel yöntemler. *Güncel Laboratuvar Tıbbı*, 10, 71-83.
- Araújo, C. L. D. A., Dias, L. M., Veras, A. A., Alves, J. T., Cavalcante, A. L. Q., Dowson, C. G., ... & Carneiro, A. R. (2016). Whole-genome sequence of *Corynebacterium pseudotuberculosis* 262 biovar equi isolated from Cow milk. *Genome announcements*, 4(2), 10-1128.
- Babacan, O. (2024). Koyun ve kuzuların deri apselerinden *Corynebacterium pseudotuberculosis*'in teşhisi. *Harran University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 13(2), 123-127.
- Baird, G.J., ve Fontaine, M.C., (2007). *Corynebacterium pseudotuberculosis* and its role in ovine caseous lymphadenitis. *Journal of Comparative Pathology*, 137(4), 179-210.
- Bastos, B. L., Portela, R. D., Dorella, F. A., Ribeiro, D., Seyffert, N., Castro, T. L. D. P., ... & Azevedo, V. (2012). *Corynebacterium pseudotuberculosis*: immunological responses in animal models and zoonotic potential. *J Clin Cell Immunol S*, 4(005), 10-4172.
- Binns, S. H., Green, L. E., & Bailey, M. (2007). Development and validation of an ELISA to detect antibodies to *Corynebacterium pseudotuberculosis* in ovine sera. *Veterinary Microbiology*, 123(1-3), 169-179.
- Brabb, T., Newsome, D., Burich, A., & Hanes, M. (2012). Infectious diseases. Editör M. A. Suckow, K. A. Stevens, R. P. Wilson In The laboratory rabbit, guinea pig, hamster and other rodents. Hollonda: *Elsevier Akademik Yayınları*, 637-683
- Burmayan, A., & Brundage, C. M. (2021). Caseous lymphadenitis outbreak in a small ruminant herd. *Open Veterinary Journal*, 11(4), 530-534.
- Çarlı, K. T. (2011). Veteriner mikrobiyoloji ve epidemiyoloji. Türkiye: Anadolu Üniversitesi.

- Carter, G. R. (1990). *Corynebacterium*. Editör G. R. Carter ve J. R. Cole. In Diagnostic procedure in veterinary bacteriology and mycology, Vol. V (pp. 263–270). Cambridge: Elsevier.
- Cavalieri, S. J., & Knoop, F. C. (2007). *Corynebacterium* infections. Editör S. J. Enna ve D. B. Bylund. In *xPharm: The Comprehensive Pharmacology Reference* (pp. 1–5). Elsevier.
- Cullinan, A. A., Barr, B., Bernard, W., Duncan, J. L., Mulcahy, G., Smith, I. M., & Timoney, J. F. (2006). Infectious diseases. Editör A. J. Higgins ve J. R. Snyder. The Equine Manual (2), 1–111. Saunders.
- Çetinkaya, B., Karahan, M., Atil, E., Kalin, R., De Baere, T., & Vanechoutte, M. (2002). Identification of *Corynebacterium pseudotuberculosis* isolates from sheep and goats by PCR. *Veterinary Microbiology*, 88(1), 75–83.
- Dawes M. E. (2020). Pigeon Fever (*C. pseudotuberculosis*) and Ulcerative Lymphangitis in the horse. Editör F. Stein, Vet Specialists. <https://www.vetspecialists.com/vet-blog-landing/animal-health-articles/2020/04/29/pigeon-fever-in-the-horse> adresinden 15.09.2025 tarihinde alınmıştır.
- Diker, K. S. (2005). Seroloji. Editör K. S. Diker, İmmunoloji.. Vol. II (pp. 287–299), Ankara: Medisan Yayınevi.
- Dorella, F. A., Gustavo, L., Pacheco, C., Oliveira, S. C., Miyoshi, A., & Azevedo, V. (2006). *Corynebacterium pseudotuberculosis*: microbiology, biochemical properties, pathogenesis and molecular studies of virulence. *Veterinary Research*, 37(2), 201–218.
- Fontaine, M.C., & Baird, G.J. (2008). Caseous lymphadenitis. *Small Ruminant Research*, 76(1-2), 42-48
- Frassetto, L. A., Leedom, J. M. & Chandrasekar, P. H. (2024). *Corynebacterium* infections. Editör P. H. Chandrasekar, In Infectious Diseases. ABD: Medscape.
- Funke, G., von Graevenitz, A., Clarridge 3rd, J. E., & Bernard, K. A. (1997). Clinical microbiology of coryneform bacteria. *Clinical microbiology reviews*, 10(1), 125-159.
- Hommez, J., Devriese, L. A., Vanechoutte, M., Riegel, P., Butaye, P., & Haesebrouck, F. (1999). Identification of nonlipophilic corynebacteria isolated from dairy cows with mastitis. *Journal of clinical microbiology*, 37(4), 954-957.
- İlhan, Z., Akan, M., İzgür, M., Akay, Ö., & Keçeli, H. (2001). Koyunlarda *Corynebacterium pseudotuberculosis* 'e Karşı Oluşan Antikorların Hemoliz İnhibisyon Testi ile Saptanması. *Veteriner Hekimleri Mikrobiyoloji Dergisi Elektronik Versiyonu*, 1, 1-9.
- İlhan, F. S. (2008). Koyunların kazcöz lenfadenitis enfeksiyonunda patolojik bulgular. *Yüziüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(1), 23-28.

- İlhan, Z. (2020). In vitro antimicrobial susceptibility of *Corynebacterium pseudotuberculosis* isolated from sheep with caseous lymphadenitis. *Kocatepe Veterinary Journal*, 13(2), 267–271.
- İpek, V., Ömer, A., Müfit Kahraman, M., İnan Öztürkoglu, S., Büyükcangaz, E., Mecitoğlu, Z., & Yılmazbaş Mecitoğlu, G. (2012). Merinos ırkı bir koyunda iç organ tutulumlu kazeöz lenfadenitis olgusu. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 31(2), 71-76.
- İzgür, M., Akan, M., İlhan, Z., & Yazıcıoğlu, N. (2010). Studies on vaccine development for ovine caseous lymphadenitis. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 57 (3), 161-165.
- Jaen-Luchoro, D., Gonzales-Siles, L., Karlsson, R., Svensson-Stadler, L., Molin, K., Cardew, S., ... & Moore, E. R. (2020). *Corynebacterium sanguinis* sp. nov., a clinical and environmental associated corynebacterium. *Systematic and Applied Microbiology*, 43(1), 126039.
- Kittl, S., Studer, E., Brodard, I., Thomann, A., Jores, J. (2022). *Corynebacterium uberis* sp. nov. frequently isolated from bovine mastitis. *Systematic and Applied Microbiology*, 45(4), 126325.
- Levefaudes, M., Patin, D., de Sousa-d'Auria, C., Chami, M., Blanot, D., Hervé, M., ... & Mengin-Lecreulx, D. (2015). Diaminopimelic acid amidation in Corynebacteriales: new insights into the role of LtsA in peptidoglycan modification. *Journal of Biological Chemistry*, 290(21), 13079-13094.
- Littlewood, J. D., Heidmann, P. (2006). The skin. Editör A. J. Higgins ve J. R. Snyder. *The Equine Manual*, Vol. II (pp. 305–391).
- Markova, J., Langova, D., Babak, V., v & Kostovova, I. (2024). Ovine and caprine strains of *Corynebacterium pseudotuberculosis* on Czech farms-a comparative study. *Microorganisms*, 12(5), 875.
- Osman, A. Y., Nordin, M. L., Kadir, A. A., & Saharce, A. A. (2018). The epidemiology and pathophysiology of caseous lymphadenitis: A Review. Editör C. Malemud ve H. Şirvan, *Journal of Veterinary Medicine and Research*, 5(3), 1129. İngiltere: OMICS Uluslararası.
- Paracıkoğlu, J. (2006). *Corynebacterium* infeksiyonları. Editör N. Aydın ve J. Paracıkoğlu. Veteriner Mikrobiyoloji (Bakteriyel Hastalıklar). Ankara: İlke Emek
- Parlak, T. M., & Yazar, E. (2025). Kazeöz lenfadenitis (pseudotuberkuloz) tedavisinde yeni bir yaklaşım var mı? 13th International Artemis Scientific Research Congress, Romanya Kongresine Sunulmuş Bildiri.
- Paton, M. W., Walker, S. B., Rose, I. R., & Watt, G. F. (2003). Prevalence of caseous lymphadenitis and usage of caseous lymphadenitis vaccines in sheep flocks. *Australian Veterinary Journal*, 81(1–2), 91–95.
- Pratt, S., Spier, S.J., Carroll, S.P., Vaughan, B., Whitcomb, M.B., & Wilson, W.D. (2005). Evaluation of clinical characteristics, diagnostic test results,

- and outcome in horses with internal infection caused by *Corynebacterium pseudotuberculosis*: 30 cases (1995-2003). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227(3), 441-448.
- Ruiz, H., Ferrer, L. M., Ramos, J. J., Baselga, C., Alzuguren, O., Tejedor, M. T., de Miguel, R., & Lacasta, D. (2020). The relevance of caseous lymphadenitis as a cause of culling in adult sheep. *Animals*, 10(11), 1962.
- Sakmanoglu, A. (2015) *Corynebacterium pseudotuberculosis* Fosfolipaz D (PLD) geninin aktarımı ve PLD enziminin aşı olarak kullanılması. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi, Konya
- Silva, W. M., Seyffert, N., Silva, A., & Azevedo, V. (2021). A journey through the *Corynebacterium pseudotuberculosis* proteome promotes insights into its functional genome. Editör J. Gillespie, *PeerJ Journal*, 9, e12456. Birleşik Krallık: PeerJ Yayıncılık.
- Soares, S. C., Silva, A., Trost, E., Blom, J., Ramos, R., Carneiro, A., ... & Azevedo, V. (2013). The pan-genome of the animal pathogen *Corynebacterium pseudotuberculosis* reveals differences in genome plasticity between the biovar ovis and equi strains. *PLoS One*, 8(1), e53818.
- Spier, S. J. (2015). *Corynebacterium pseudotuberculosis* infection. Editör K. A. Sprayberry & N. E. Robinson. *Robinson's Current Therapy in Equine Medicine*, Vol. 7, (pp. 184–187). Hollanda: Elsevier.
- Stefańska, I., Rzewuska, M., v& Binck, M. (2007). *Corynebacterium pseudotuberculosis*- pathogenic processes in animals. *Postępy Mikrobiologii*, 46(2), 101-112.
- Torky, H. A., Saad, H. M., Khaliel, S. A., Kassih, A. T., Sabatier, J. M., Batiha, G. E. S., ... & De Waard, M. (2023). Isolation and molecular characterization of *Corynebacterium pseudotuberculosis*: Association with pro-inflammatory cytokines in caseous lymphadenitis pyogranulomas. *Animals*, 13(2), 296.
- Underwood, W. J., Blauwickel, R., Delano, M. L., Gillesby, R., Mischler, S. A., & Schoell, A. (2015). Biology and diseases of ruminants (sheep, goats, and cattle). In *Laboratory animal medicine* (pp. 623-694). Academic Press.
- Washburn, K., & Abuelo, A. (2024). Lymphangitis of Horses and Cattle (Pigeon Fever, Dry Land Distemper). *MSD Manual Veterinary Manual*. ABD.
- Williamson, L. H. (2001). Caseous lymphadenitis in small ruminants. Editör R. A. Smith, *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 17(2), 359-371. Hollanda: Elsevier.
- Yeruham, I., Elad, D., Van-Ham, M., Shpigel, N. Y., & Perl, S. (1997). *Corynebacterium pseudotuberculosis* infection in Israeli cattle: clinical and epidemiological studies. *Veterinary Record*, 140(16), 423–427.

- Yıldız, A. E. & İçen, H. (2022). Koyunlarda kazcöz lenfadenitisin moleküler ve ELISA yöntemiyle karşılaştırmalı teşhisi. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* , 15 (2), 104-109.
- Zeyrek F. Y. & Erdoğan Dirim D., K. M. (2009). ELISA. Editör M. A. Özcel, M. Tanyüksel ve H. Eren, Moleküler Parazitoloji, (pp. 289-294). Türkiye: Nobel Tıp Kitabevleri

Kedi ve Köpeklerde Üreter Obstrüksiyonlarında Kullanılan Cerrahi Teknikler

Eser Çakmakçı¹

Ahmet Ege Erdoğan²

Ali Belge³

Özet

Üreteral obstrüksiyonlar, kedi ve köpeklerde üriner sistem fonksiyonlarını ciddi şekilde bozan ve zamanında tanı konmadığında yaşamı tehdit eden klinik tablolara yol açan önemli cerrahi hastalıklardır. Obstrüksiyonun nedeni, lokalizasyonu ve süresine bağlı olarak değişen klinik belirtiler çoğu zaman nonspesifik olup diğer üriner sistem hastalıklarıyla karışabilir. Erken tanı ve uygun cerrahi müdahale ile böbrek fonksiyonlarının korunması ve sistemik komplikasyonların önlenmesi mümkündür. Tanısal süreçte ultrasonografi, intravenöz piyelografi (IVP), bilgisayarlı tomografi (BT) ve retrograd piyelografi gibi görüntüleme yöntemleri, obstrüksiyonun lokalizasyonu ve etiyolojisinin belirlenmesinde kritik öneme sahiptir. Cerrahi tedavi seçenekleri arasında üreterostomi, üreteroneostomi, üreteral stent yerleştirilmesi, subkutan üreteral bypass (SUB) sistemleri ve minimal invaziv teknikler yer alır. Bu yöntemlerin her birinin endikasyonları, teknik detayları ve komplikasyon profilleri farklılık gösterebilir. Postoperatif dönemde görülebilecek komplikasyonların erken tanınması ve uygun şekilde yönetilmesi prognoz açısından büyük önem taşır. Bu derlemede, kedi ve köpeklerde üreteral obstrüksiyonların klinik bulguları, tanısal yaklaşım yöntemleri ve cerrahi tedavi seçenekleri güncel literatür ışığında ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

- 1 Öğr. Gör. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı. eser.cakmakci@adu.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-5784-6291
- 2 Vet. Hekim, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı, egeerdogan96@gmail.com, ORCID No: 0000-0003-2618-1498
- 3 Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı, abelge@adu.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-3346-6926

1.GİRİŞ

Üreteral obstrüksiyonlar, evcil hayvanlarda özellikle kedi ve köpeklerde sık görülen, üriner sistemin fizyolojik işlevlerini ciddi şekilde etkileyen ve erken tanı ile tedavi edilmediğinde kalıcı böbrek hasarına yol açabilen klinik durumlar arasında yer almaktadır (Hardie, 2004). Obstrüksiyonlar; üreterin taş, tümör, inflamatuvar lezyon, fibrotik striktür, iatrojenik hasar veya travmatik nedenlerle tıkanması sonucu meydana gelir ve klinik tablo obstrüksiyonun derecesi, lokalizasyonu ve süresine göre değişiklik gösterir (Weisse ve Berent, 2015).

Son yıllarda gelişen görüntüleme teknikleri ve cerrahi yöntemler, bu hastalıkların erken teşhis edilmesi ve etkili bir şekilde tedavi edilmesine olanak tanımıştır (Adin ve Scansen, 2011). Ancak doğru tedavi planının belirlenmesi için obstrüksiyonun etiolojisinin ve lokalizasyonunun doğru şekilde tespit edilmesi büyük önem taşır. Üreteral obstrüksiyonların erken teşhisi, böbrek fonksiyonlarının korunmasında ve uzun dönem prognozunu iyileştirilmesinde temel belirleyici faktörlerden biridir (Berent ve Adams, 2015).

1.2. Anatomi

Üreter, renal pelvis ile mesane arasında idrar iletimini sağlayan retroperitoneal bir kanaldır (Lanz ve Waldron, 2000; Christie, 2003). Transizyonel epitel ile kaplı olan lümeni, lamina propria ile çevrilidir ve yalnızca idrar geçişi sırasında açılır. Çevresindeki düz kas tabakaları sinsityal şekilde kasılarak peristaltik dalgalar oluşturur ve idrarı kraniyalden kaudale iter. Kasın dışında gevşek adventisya tabakası bulunur; bu yapı yağ dokusu, damarlar ve lenfatikleri içerir. Üreter sempatik, parasempatik ve duyuşal sinirlerle zengin şekilde innerve edilse de peristaltik aktivite için sinirsel uyarı gerekli değildir (Christie, 2003; Hardie, 2004). Köpek ve kedilerde üreteropelvik bileşke renal parankim ile çevrilidir. Üreter böbrekten çıktıktan sonra testis veya ovaryum damarlarının dorsalinden geçer. Sağ üreter vena kavanın dorsalinde veya lateralinde, sol üreter ise genellikle aortanın lateralinde seyrederek. Kaudal yönde ilerlerken iliak damarların ventralinden geçer; erkeklerde duktus deferens'in dorsalinden, dişilerde ise geniş ligamanın dorsalinden ilerleyerek mesanenin lateral ligamentine girer. Distal uç, mesaneye girmeden önce J şeklinde kıvrılır ve dorsokaudolateral yönden submukozaya girerek lümenine açılır. Mesane dolduğunda bu yapı sıkışarak idrarın geri akışını engeller; bu mekanizma, fizyolojik tek yönlü idrar akışının devamlılığını sağlar, üreter lümeninde basınç artışına bağlı geri kaçışı önleyerek üst üriner sistemin korunmasına katkıda bulunur (Rozcar ve Tidwell, 2003; Christie, 2003).

1.3. Etiyoloji ve Patogenez

Üreteral obstrüksiyonların etiyojisi oldukça geniş bir yelpazede değerlendirilebilir. İntraluminal nedenler arasında en sık rastlananlar üreterolitler, pıhtılar ve paraziter materyallerdir. Üreterolitler özellikle kedilerde yüksek oranda görülen bir nedendir ve kalsiyum oksalat veya sitrüt bileşenli taşlar şeklinde oluşurlar. Bu taşlar, üreter lümeninde ilerledikçe tıkanıklığa yol açarak idrar akışını bozar ve zamanla hidronefroz gelişimine neden olur (Hardie, 2004).

Ekstraluminal nedenler ise genellikle neoplaziler, inflamatuvar kitleler veya cerrahi sonrası gelişen fibrozis gibi dış bası oluşturan faktörlerle ilişkilidir (Kyles ve ark., 2005a). Travmatik nedenler de özellikle pelvik kırıklar veya cerrahi komplikasyonlara bağlı olarak görülebilir ve genellikle parsiyel veya tam üreter rüptürü ile sonuçlanır (Kyles ve ark., 2005a).

Patogenez açısından bakıldığında, obstrüksiyon sonrası idrar akışının engellenmesiyle birlikte renal pelvis ve üreter lümeninde basınç artışı meydana gelir (Mehl ve ark., 2005). Bu basınç artışı, renal parankimde iskemiye yol açarak glomerüler filtrasyon hızını düşürür ve sonuçta azotemi gelişir (Mehl ve ark., 2005). Uzun süreli obstrüksiyonlarda interstisyel fibrozis ve tübüler atrofi gibi kalıcı parankimal hasarlar oluşabilir (Mehl ve ark., 2005). Akut obstrüksiyonlarda hızlı gelişen hidronefroz ve geri dönüşü olmayan böbrek hasarı riski daha yüksektir (Mehl ve ark., 2005). Bu nedenle, erken tanı ve müdahale hem fonksiyonel böbrek dokusunun korunması hem de prognozun iyileştirilmesi açısından hayati önem taşır (Hardie, 2004).

2. KLİNİK BULGULAR VE TANI

Kedi ve köpeklerde üreteral obstrüksiyonların klinik bulguları, obstrüksiyonun gelişim süresi, tıkanıklığın tam ya da parsiyel olması, tek veya iki taraflı oluşu ve etiyojik faktöre bağlı olarak geniş bir klinik spektrum sergiler. Akut gelişen tam obstrüksiyonlarda tablo genellikle dramatiktir; iştahsızlık, kusma, depresyon, letarji, dehidratasyon, abdominal ağrı ve hassasiyet gibi nonspesifik sistemik semptomlar ön plandadır (Adin ve Scansen, 2011). Bu klinik tablo özellikle çift taraflı obstrüksiyon veya tek fonksiyonel böbreğe sahip olgularda oligüri ya da anüri gibi ciddi postrenal bulgularla birlikte seyreder. Kronik veya parsiyel obstrüksiyonlarda ise klinik belirtiler genellikle daha sönük olup uzun süre fark edilmeyebilir; hafif kilo kaybı, poliüri-polidi psi, zaman zaman ortaya çıkan kusma ve tekrarlayan üriner sistem enfeksiyonları en sık gözlenen bulgular arasındadır (Hardie, 2004).

Fizik muayenede en sık rastlanan bulgular arasında palpasyonda ağrılı ve büyümüş böbrekler, abdominal distansiyon ve hassasiyet yer alır (Hardie, 2004). Özellikle bilateral obstrüksiyonlarda veya ilerlemiş olgularda üreminin klinik yansımaları olan oral ülserasyonlar, halitozis ve mental durum değişiklikleri de gözlenebilir (Mehl ve ark., 2005). Bu tür sistemik bulguların varlığı, postrenal azoteminin ilerlediğini ve acil müdahale gereksinimini işaret eder (Hardie, 2004).

Laboratuvar analizleri tanı sürecinde büyük önem taşır ve obstrüksiyonun böbrek fonksiyonları üzerindeki etkilerini değerlendirmede yol göstericidir (Mehl ve ark., 2005). Serum biyokimyasında kreatinin ve üre düzeylerinde artış, hiperfosfatemide ve metabolik asidoz tipik bulgulardır (Hardie, 2004). Kronik olgularda sekonder hiperparatiroidizm gelişimi de gözlenebilir (Mehl ve ark., 2005). Tam idrar tahlilinde izostenüri, hematüri, proteinüri ve pyüri saptanabilir (Hardie, 2004). İdrar özgül ağırlığının düşüklüğü konsantrasyon bozukluğunu, hematüri ve pyüri varlığı ise enfeksiyon ya da travmatik irritasyonu düşündürür (Hardie, 2004; Mehl ve ark., 2005).

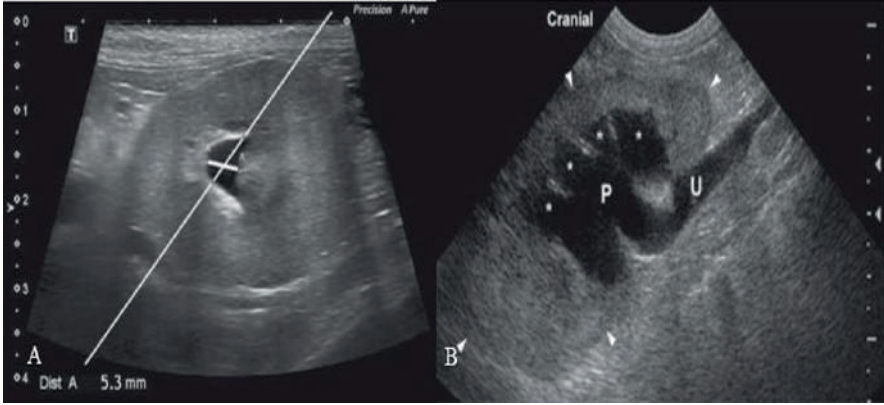
2.1. Görüntüleme Yöntemleri

Üreteral obstrüksiyonların kesin tanısında görüntüleme yöntemleri temel bir role sahiptir (Weisse ve Berent, 2015). Fizik muayene ve laboratuvar testleri klinik şüpheyi desteklese de obstrüksiyonun lokalizasyonunun, nedeninin ve ciddiyetinin belirlenebilmesi için görüntüleme yöntemlerinin kullanımı kaçınılmazdır (Berent ve Adams, 2015). Modern görüntüleme teknikleri sayesinde hem tanı doğruluğu artmış hem de cerrahi planlama süreci çok daha güvenilir hâle gelmiştir (Weisse ve Berent, 2015).

2.1.1. Ultrasonografi

Ultrasonografi, üreteral obstrüksiyonun ilk değerlendirilmesinde en sık başvurulan, invaziv olmayan ve yüksek duyarlılığa sahip görüntüleme yöntemidir (Weisse ve Berent, 2015). Ucuz, hızlı ve tekrarlanabilir olması nedeniyle hem akut hem de kronik olgularda tanıda ilk basamak olarak önerilmektedir (Berent ve Adams, 2015). Ultrasonografik incelemede obstrüksiyonun düzeyine ve süresine bağlı olarak değişen bulgular gözlenir (Weisse ve Berent, 2015). En yaygın bulgu renal pelvis dilatasyonu (piyelektazi) olup, genellikle obstrüksiyonun başlangıcından itibaren birkaç saat içinde ortaya çıkar (Weisse ve Berent, 2015). Uzun süreli obstrüksiyonlarda kortikomedüller ayrımın silinmesi, parankimal incelleme ve ileri evrelerde hidronefroz gelişimi gözlemlenir (Berent ve Adams, 2015).

Üreteral düzeyde ise dilate üreter segmentleri hipokoik lineer yapılar olarak izlenir (Berent ve Adams, 2015). Bu bulgular, özellikle distal üreter taşlarının varlığında belirgindir (Weisse ve Berent, 2015). Taşlar genellikle hiperekoik odaklar şeklinde görünür ve arkasında akustik gölgelenme oluşturur (Weisse ve Berent, 2015). Üreter çevresinde ekojenitenin artması ve perirenal yağ dokusunda inflamatuvar değişiklikler, obstrüksiyonun inflamasyonla birlikte seyrettiğini gösterebilir (Berent ve Adams, 2015). Ultrasonografi ayrıca perirenal sıvı birikimi, nefrolit varlığı ve renal kapsül kalınlaşması gibi ek bulguların tespitinde de oldukça değerlidir (Weisse ve Berent, 2015).



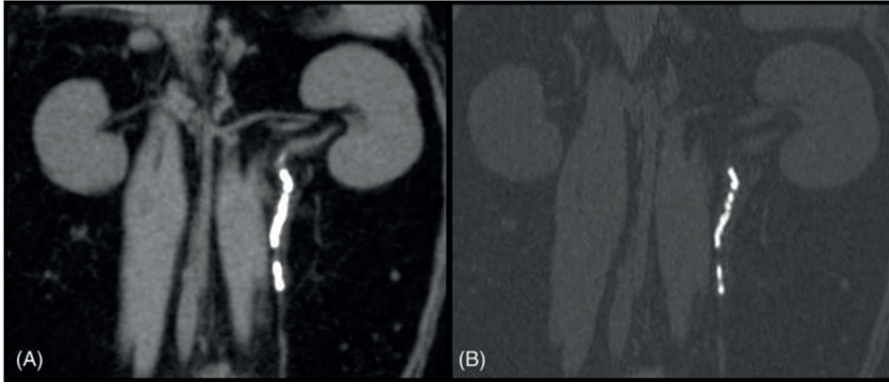
Şekil 1. (A) Renal pelvis, enine düzlemde değerlendirildiğinde anatomik sınırları daha net şekilde ayırt edilebilir ve ölçümleri daha doğru yapılabilir. Bu yaklaşım, pelvis yüksekliğinin dikey ekseninde (imleçler arasında) güvenilir biçimde ölçülmesine olanak tanır. Boyuna düzlemde elde edilen ölçümler ise, dönüştürücünün böbreğe göre konumuna ve açısına bağlı olarak (beyaz çizgi boyunca olduğu gibi) gerçek boyutun olduğundan daha yüksek tahmin edilmesine neden olabilir. (B) Üreterolit kaynaklı üreteral obstrüksiyonu bulunan bir köpekte sağ böbreğin (ok başları) uzunlamasına ultrasonografik görünümü. Genişlemiş pelvik divertiküller () yuvarlak morfoloji sergiler ve interlobar arter ve venleri içeren hiperekoik septalar ile kısmen bölünmüştür. Şişmiş proksimal üreter (U) belirgin şekilde izlenir ve renal pelvis (P) ile doğrudan bağlantılıdır (d'Anjou ve Penninck, 2015).*

2.1.2. Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Bilgisayarlı tomografi (BT), son yıllarda üreteral obstrüksiyonların tanısında altın standart olarak kabul edilen ileri görüntüleme yöntemlerinden biri hâline gelmiştir (Weisse ve Berent, 2015). Yüksek çözünürlüklü kesitsel görüntüler elde edilmesini sağlayan BT, hem intraluminal hem de

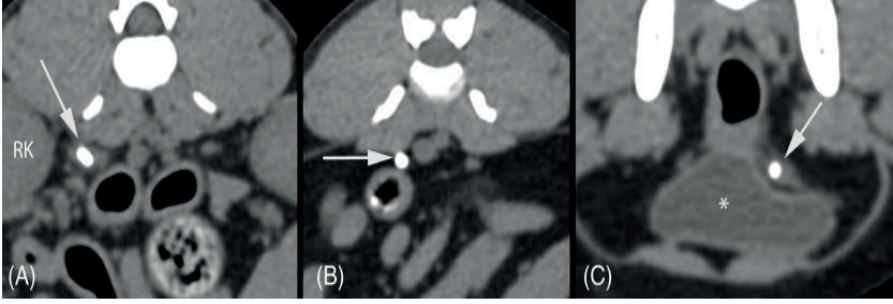
ekstraluminal patolojilerin detaylı olarak incelenmesine olanak tanır (Weisse ve Berent, 2015). Ayrıca küçük boyutlu veya radyo-opak olmayan taşların saptanmasında ultrasonografi ve direkt radyografiye göre çok daha yüksek duyarlılığa sahiptir (Weisse ve Berent, 2015). Kontrastlı BT incelemesi, üreter lümeninin açıklığını, idrar geçiş paternlerini ve renal pelvis basınç değişimlerini değerlendirmede son derece değerlidir (Berent ve Adams, 2015). Parsiyel obstrüksiyonlarda kontrastın gecikmeli geçişi ve pelvikte uzun süreli kontrast tutulumu izlenirken, tam tıkanıklık durumlarında distal segmentlerde kontrast akışının tamamen durduğu görülür (Weisse ve Berent, 2015).

Ayrıca BT, sadece taş veya striktür gibi intraluminal nedenleri değil; neoplazi, inflamatuvar kitle, dış bası oluşturan lenf nodu büyümeleri veya cerrahi sonrası gelişen fibrotik bantlar gibi ekstraluminal patolojileri de yüksek doğruluk oranıyla ortaya koyar (Adin ve Scansen, 2011). Özellikle travmatik olgularda üreterin devamlılığının değerlendirilmesi ve rüptür hattının lokalizasyonunun belirlenmesi açısından da önemli bir avantaj sunar (Adin ve Scansen, 2011).



Şekil 2. (A) Yumuşak doku ve (B) kemik rekonstrüksiyon algoritmaları kullanılarak elde edilen dorsal kesitlerde, çoklu üreter taşı bulunan bir kedinin BT görüntüleri.

Taşların birbirinin üzerine binmesi durumunda, toplam sayının doğru şekilde belirlenmesi güçleşebilir (Testault, 2021).



Şekil 3. Üç farklı kedide üç üreter taşının (oklar) kontrastsız bilgisayarlı tomografi (BT) ile elde edilmiş enine kesit görüntüleri. (A) Proksimal üreterde, (B) orta üreterde ve (C) distal üreterde lokalize taşlar izlenmektedir. RK: Sağ böbrek; (): İdrar kesesi (Testault, 2021).*

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ise yumuşak doku kontrastının yüksek olması sayesinde özellikle neoplastik veya inflamatuvar lezyonların karakterizasyonunda değerli bilgiler sunar. Radyasyon içermemesi nedeniyle tekrarlanabilirliği yüksektir, ancak uzun çekim süreleri ve anestezi ihtiyacı gibi dezavantajları nedeniyle veteriner hekimlikte BT'ye kıyasla daha az tercih edilmektedir. MRG özellikle ekstraluminal obstrüksiyonlarda üreterin çevresel yapılarla ilişkisini ortaya koymada faydalıdır (Betschart ve ark., 2017).

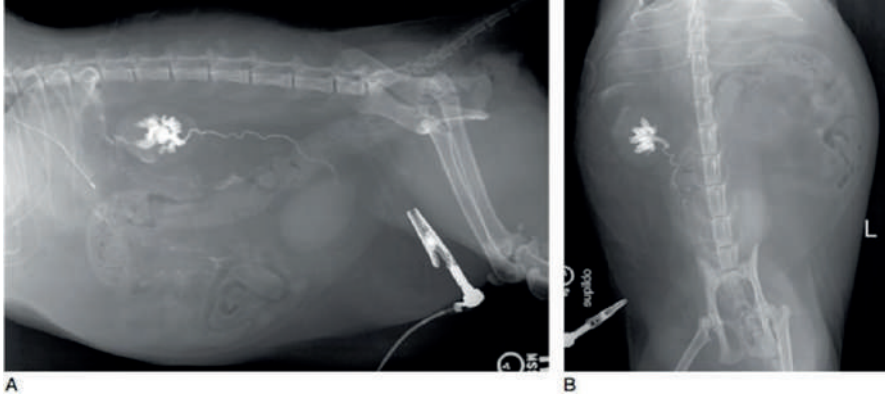
2.1.3. Perkutan Antegrad Pyelografi

Antegrad pyelografi, ultrason rehberliğinde genel anestezi altında renal pelvis'e perkütan erişim sağlanarak gerçekleştirilen minimal invaziv bir görüntüleme yöntemidir (Şekil 4) (Berent, 2011). Radyografi veya floroskopi eşliğinde kontrast madde enjeksiyonu ile üreterden kontrast akışı değerlendirilir ve obstrüksiyonun varlığı, düzeyi ve tipi hakkında ayrıntılı bilgi edinilir (Berent, 2011). Ayrıca bu yöntem, stent yerleştirme veya subkutan üreteral baypas gibi girişimlerin planlanmasında da yol gösterici olarak kullanılabilir (Adin ve ark., 2003).



Şekil 4. Renal pelvisten idrar örneği toplanması amacıyla boş bir enjektör, üç yollu musluğa bağlanmıştır. Aynı musluk aracılığıyla iyotlu kontrast madde ultrason rehberliğinde renal pelvise infüze edilir (Clarke, 2018).

İşlem sırasında genellikle 22 G iğne veya 18–22 G kateter kullanılarak aseptik koşullarda renal pelvise girilir; idrar aspire edilerek analiz edilir ve ardından eşit hacimde iyotlu kontrast madde enjekte edilir (Şekil 7) (Adin ve ark., 2003). Ultrason veya floroskopi rehberliğinde kontrast geçişi gerçek zamanlı olarak izlenir ve görüntüler genellikle hemen, 5. ve 15. dakikalarda kaydedilir (Adin ve ark., 2003). Antegrad piyelografi, parsiyel obstrüksiyonlarda kontrastın yavaş ilerlemesi ve tam obstrüksiyonlarda distal üreter segmentlerine ulaşmaması ile karakterize olup, yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahiptir (Berent, 2011). Bununla birlikte, kontrast ekstrevasyonu, kanama veya renal pelvis yırtılması gibi komplikasyonların ortaya çıkabileceği unutulmamalıdır (Adin ve ark., 2003). Ciddi renal disfonksiyonu bulunan olgularda uygulamanın risk-fayda oranı dikkatle değerlendirilmelidir (Adin ve ark., 2003). Potansiyel komplikasyonlar arasında renal travma, kanama, tromboz ve kontrast kaynaklı hipotansiyon yer alır (Adin ve ark., 2003).



Şekil 5. Bir kedide gerçekleştirilen perkütan piyelogram. Ultrason rehberliğinde iyotlu kontrast maddenin sağ renal pelvis perkütan enjeksiyonunun ardından elde edilen lateral (A) ve ventrodorsal (B) radyografik görüntüler. Sağ renal pelvis ve divertiküller hafif ila orta derecede genişlemiş olup, proksimal üreterde hafif dilatasyon gözlenmektedir. Sağ üreter tamamen opak görünümde ve hafif kıvrımlıdır. Mesane içerisinde kontrast madde eksikliği dikkati çekmektedir. Enjeksiyon bölgesinde sızıntıya bağlı olarak retroperitoneal ve peritoneal boşluklarda az miktarda pozitif kontrast madde mevcuttur. Distal sağ üreterdeki darlık, cerrahi müdahale ile doğrulanmıştır (Weisse ve Berent, 2015).

2.1.4. Retrograd Pyelografi

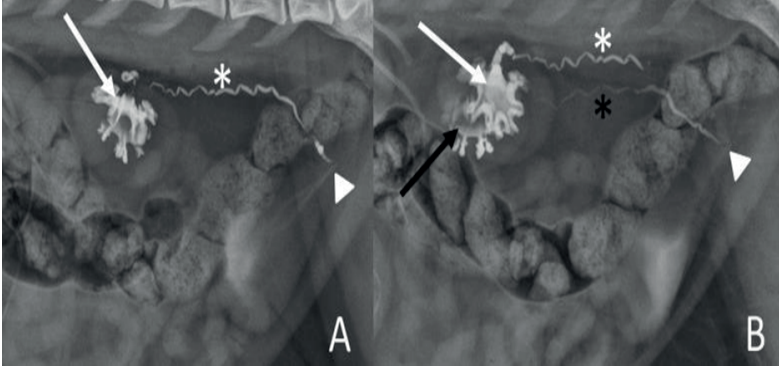
Retrograd pyelografi, endoskopik yöntemle trigondaki üreter açıklığının görselleştirilmesi ve ardından üretere kateter yerleştirilerek kontrast enjeksiyonu yapılması esasına dayanır (Heuter, 2005). Bu yöntem, obstrüksiyonun anatomik lokalizasyonunun ve morfolojik yapısının detaylı şekilde belirlenmesine olanak tanır (Berent, 2011). İnsan tıbbında yaygın olarak kullanılan bu teknik, özel ekipman gereksinimi ve uygulama zorlukları nedeniyle veteriner hekimlikte sınırlı olarak tercih edilmektedir (Heuter, 2005).

Sistoskopi rehberliğinde gerçekleştirilen retrograd üreteropyelografi, yalnızca obstrüksiyonun yapısal özelliklerini değerlendirmekle kalmaz, aynı zamanda renal pelvisten idrar örneği alınarak analiz ve bakteriyolojik kültür yapılmasına da olanak tanır (Berent, 2011). Ancak piyelonefrit gelişme riski nedeniyle rutin tanısal bir yöntem olarak önerilmemektedir (Heuter, 2005).

2.1.5. Ekskretuar Ürogram (EU)

Ekskretuar ürografi, böbrek ve üreter morfolojisinin detaylı şekilde değerlendirilmesi ve böbrek fonksiyonlarının subjektif olarak incelenmesi amacıyla kullanılan kontrastlı bir görüntüleme yöntemidir (Şekil 6) (Habing

ve Byron, 2015). Bu teknik, üreter açıklığının ve obstrüksiyon düzeyinin belirlenmesi ile tedavi planlamasına katkı sağlar. (Habing ve Byron, 2015). Bununla birlikte kontrast kaynaklı nefropati riski ve böbrek fonksiyonunun olduğundan daha düşük tahmin edilmesine yol açabilmesi nedeniyle dikkatli uygulanmalıdır (Wallack, 2003; Jorgensen, 2013).



Şekil 6. Üreterinde parsiyel obstrüksiyon bulunan, 10 yaşında kısırlaştırılmış erkek bir kedinin renal pelvisine kontrast madde enjeksiyonundan hemen sonra (A) ve 10 dakika sonra (B) elde edilen sağ lateral pyelografik görüntüler. (A) Genişlemiş renal pelviste (ok) ve segmental olarak genişlemiş, kıvrımlı üreter lümeninde (yıldız) kontrast madde birikimi belirgindir. Mesane içerisinde (ok başı) az miktarda kontrast madde izlenmektedir. (B) İlk görüntü ile karşılaştırıldığında, mesanede kontrast madde miktarının arttığı ve renal pelvisten üreter yoluyla mesaneye geçen kontrast miktarının belirgin şekilde yükseldiği görülmektedir. Bununla birlikte, renal pelvis ve proksimal üreterdeki dilatasyonun devam ettiği dikkati çekmektedir (Etedali ve ark., 2019).

EU, vasküler, nefrogram ve piyelogram olmak üzere üç fazda değerlendirilir (Feeney ve ark., 1980). Nefrogram fazı böbrek parankiminin morfolojik değerlendirilmesine olanak tanırken, piyelogram fazı renal pelvis, divertiküller ve üreterlerin kontrast dolumunu ayrıntılı biçimde gösterir (Feeney ve ark., 1980). Bu özellikleri sayesinde obstrüksiyonun varlığı, lokalizasyonu ve şiddeti hakkında ayrıntılı bilgi sağlanabilir (Habing ve Byron, 2015). Bununla birlikte kontrast reaksiyonları, böbrek hasarı ve anafilaksi gibi nadir fakat ciddi komplikasyonlar göz önünde bulundurulmalıdır (Heuter, 2005; Schabelman ve Witting, 2010).

2.2. Tanısal Yaklaşımların Karşılaştırmalı Değerlendirmesi

Üreteral obstrüksiyonun tanısında kullanılan görüntüleme yöntemlerinin her birinin kendine özgü avantaj ve sınırlamaları bulunmaktadır. Ultrasonografi, hızlı, ucuz ve tekrarlanabilir olması nedeniyle ilk basamak tarama yöntemi olarak kabul edilirken; küçük taşları veya erken evre striktürleri

saptamadaki duyarlılığı sınırlı olabilir (Zaid ve ark., 2011; Wormser ve ark., 2019). Direkt radyografi, yalnızca radyo-opak taşların tespitinde etkili olduğundan, negatif sonuçlarda ek görüntüleme gereksinimi doğurur (Kochin, 1993; Hardie, 2004). İntravenöz piyelografi, obstrüksiyonun lokalizasyonu ve ciddiyeti hakkında bilgi sunmakla birlikte kontrast nefropatisi riski nedeniyle azotemik hastalarda dikkatle kullanılmalıdır (Adin ve Scansen, 2011).

BT ve MRG, günümüzde en yüksek tanısal doğruluk oranına sahip yöntemlerdir. BT özellikle küçük taşların ve ekstraluminal lezyonların saptanmasında ultrasonografi ve radyografiye üstünlük sağlarken, MRG yumuşak doku detaylarının değerlendirilmesinde daha başarılıdır. Retrograd piyelografi ise distal segmentlerin değerlendirilmesinde benzersiz bir avantaj sunar ve cerrahi planlamada yol gösterici olabilir (Berent ve Adams, 2015). Bu nedenle klinik pratikte çoğu zaman tek bir yöntem yerine, birden fazla görüntüleme tekniğinin ardışık veya kombine kullanımı ile en doğru sonuçlara ulaşılmaktadır (Habing ve Byron, 2015; Weisse ve Berent, 2015).

3. MEDİKAL TEDAVİ

Üreteral obstrüksiyon tanısı konulduktan sonra, hastanın genel durumunun stabilize edilmesi ve medikal tedaviye mümkün olan en kısa sürede başlanması büyük önem taşır. Özellikle kedilerde sıklıkla eş zamanlı böbrek hastalığı ve azotemi bulunduğundan, sıvı ve elektrolit dengesinin düzeltilmesi tedavinin ilk adımını oluşturur. Tek başına medikal tedavinin etkinliği sınırlıdır; yapılan çalışmalarda kedilerin yalnızca %10–17'sinde taşların spontan olarak geçiş yaptığı bildirilmiş olup, köpeklerde bu konuda yeterli veri bulunmamaktadır (Kyles ve ark., 2005). Parsiyel tıkanıklık varlığında taşın hareket etmesi sorunu tamamen çözmeyebilir ve ilerleyici böbrek hasarı devam edebilir. Bu nedenle medikal tedavi, invaziv girişimlerden önce mutlaka değerlendirilmelidir ancak tedavinin 48–72 saat içinde sonuç vermemesi durumunda daha agresif cerrahi veya girişimsel seçeneklere geçilmesi önerilir (Berent, 2011). Medikal yaklaşımın temelini, hidrasyon durumunun titizlikle izlenmesi ve sıvı yüklenmesinin önlenmesi koşuluyla uygulanan agresif intravenöz sıvı tedavisi oluşturur. Gerektiğinde ozmotik diüretik olarak mannitol kullanılabilir; ancak 24 saat içerisinde görüntüleme ile klinik iyileşme kanıtı gözlenmezse tedavi sonlandırılmalıdır (Berent, 2011). Bazı vakalarda farmakolojik ajanlar medikal tedaviye destek olarak uygulanabilir. α -adrenerjik antagonistleri, özellikle distal segmentte yerleşmiş ve çapı 5 mm'den küçük taşların geçişini kolaylaştırabilir (Dellabella ve ark., 2003). Amitriptilin güçlü düz kas gevşetici etkisi sayesinde üreteral relaksasyona katkı sağlayabilir, ancak veteriner hekimlikteki klinik kanıtlar

sınırlıdır (Achar ve ark., 2003). Glukagon teorik olarak üreter düz kasını gevşeterek taş geçişini kolaylaştırabilse de klinik etkinliği düşüktür ve yan etkileri nedeniyle rutin kullanımda önerilmemektedir (Berent ve ark., 2012). Medikal tedavi ile istenen yanıt alınamayan veya klinik durumu hızla kötüleşen hastalarda (örneğin hiperkalemi, oligüri veya aşırı hidrasyon varlığında) acil müdahale gündeme alınmalıdır. Üreterotomi, üreteral stentleme, subkutan üreteral baypas (SUB) uygulaması veya nefrostomi tüpü yerleştirilmesi gibi girişimsel seçenekler ile renal pelvisin dekompresyonu sağlanabilir. Bu yaklaşımlar yalnızca azotemi ve elektrolit dengesizliğini düzeltmekle kalmaz, aynı zamanda artan hidrostatik basınca bağlı nefron hasarını önler, üreter kolikini hafifletir ve obstrüksiyon sonrasında gelişebilecek diürez için uygun fizyolojik ortamı hazırlar (Berent, 2011).

4. MİNİMAL İNVAZİV TEDAVİ

4.1. Nefrostomi Tüpü Yerleştirilmesi

Nefrostomi tüpü, üreteral obstrüksiyonun hızlı ve etkili bir şekilde ortadan kaldırılması ve ileri cerrahi girişimler öncesinde renal fonksiyonların değerlendirilmesi amacıyla yaygın olarak uygulanan bir drenaj yöntemidir (Berent, 2011). Bu amaçla en sık tercih edilen materyal, renal pelvise güvenli biçimde sabitlenebilen *locking-loop pigtail* tipi kateterdir (Berent, 2011).

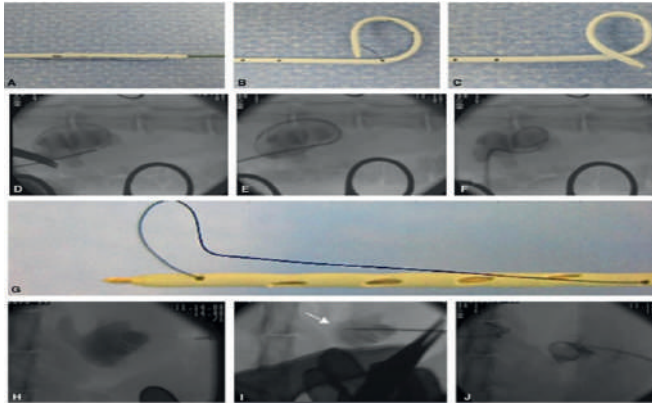
Deneyssel bir köpek modelinde nefrostomi tüpü yerleştirilmesini takiben olguların %75'inde obstrüksiyon materyalinin spontan olarak mesaneye geçtiği rapor edilmiştir (Lennon ve ark., 1997). Bu bulgu, artan pelvik basıncın azalmasının ödem ve spazmı hafifleterek taş geçişini kolaylaştırabileceğini düşündürmektedir (Lennon ve ark., 1997).

Köpeklerde genellikle perkütan yaklaşım tercih edilirken, böbreğin daha hareketli olması ve sızıntı riskinin artması nedeniyle kedilerde cerrahi yerleştirme önerilir (McLoughlin ve Chew, 2000; Berent, 2011). Kateterin çapı renal pelvis kapasitesine göre belirlenmeli; köpeklerde genellikle 6 Fr, kedilerde ise 5 Fr kateter kullanılmalıdır (Berent, 2011). Perkütan yerleştirme ultrasonografi, floroskopi veya her ikisinin rehberliğinde gerçekleştirilebilir (Weisse ve ark., 2002).

“One-stab” tekniğinde, ultrason eşliğinde deri üzerinde küçük bir insizyon yapılır ve keskin trokar yardımıyla renal pelvis delinerek giriş sağlanır (Berent, 2011). Giriş sırasında majör damarların zarar görmemesi için renkli Doppler ultrason kullanımı önerilir (McLoughlin ve Chew, 2000). Pigtail kateter, içi boş stiletten ilerletilerek renal pelvise yönlendirilir ve kıvrılarak sabitlenir (Berent, 2011). Kateterin doğru konumlandığı doğrulandıktan sonra pyelogram ile sızıntı kontrolü yapılır ve kateter bütün kesesi dikişi ile

deriye sabitlenir (Weisse ve ark., 2002). Kateterin çekilmeye karşı korunması için cerrahi bant veya parmak kapağı dikişleri ile ek sabitleme yapılmalı ve dış drenaj hattı düzenli şekilde yerleştirilmelidir (Berent, 2011). Kateter genellikle 2–4 hafta boyunca yerinde bırakılır ve bu süreçte idrar drenajı sağlanarak hidrostatik basınç azaltılır (Berent, 2011).

Seldinger tekniğinde, ultrason rehberliğinde renal pelvis içine giriş iğnesi yerleştirilerek piyelosentez yapılır ve ardından üreteropyelogram uygulanır (Weisse ve ark., 2002). Floroskopi eşliğinde kılavuz tel renal pelvis iletilir ve nefrostomi kateteri bu tel üzerinden yönlendirilir (Berent, 2011). Kateter pelvis içinde kıvrılarak sabitlendikten sonra kapalı yerçekimi drenaj sistemi ile bağlantısı sağlanır (McLoughlin ve Chew, 2000). Bu yöntem, obstrüksiyonun geçici olarak ortadan kaldırılmasına olanak tanıyarak hastanın stabilize edilmesini ve daha ileri cerrahi işlemlere (örneğin üreterotomi, reimplantasyon veya üreteral stent yerleştirme) uygun koşulların oluşturulmasını sağlar (Weisse ve ark., 2002).



Şekil 7. Nefrostomi tüpünün yerleştirilmesi. Seldinger tekniği kullanılarak bir kedi hastasında renal pelvis içerisine locking-loop pigtail kateterin kılavuz tel üzerinden yerleştirilmesi aşamaları gösterilmektedir. İlk olarak (A) aşamasında, kılavuz tel üzerine yerleştirilmiş ve düz formda bulunan pigtail kateterin başlangıç pozisyonu görülmektedir. (B) aşamasında, kılavuz tel çıkarıldığında kateterin uç kısmında halka oluşumu başlamakta ve (C) aşamasında kilit mekanizmasının aktive edilmesiyle halka sıkılaşıp sabitlenmektedir. (D) aşamasında, piyelogram uygulaması sonrasında renal pelvis içerisinde konumlanmış kateterin kılavuz tel üzerinden ilerleyişi gözlenmektedir. (E) aşamasında pigtail kateterin halkası, (B)'de gösterildiği şekilde kılavuz tel boyunca ilerletilirken, (F) aşamasında kilit mekanizması (C)'de olduğu gibi renal pelvis içinde oluşturulmaktadır. (G) aşamasında one-stab tekniğinde kullanılan pigtail kateterin stilet içerisindeki keskin trokar gösterilmekte, (H) aşamasında ise proksimal üreter darlığı bulunan bir kedide gerçekleştirilen perkütan piyelogram görüntüsü sunulmaktadır. (I) aşamasında böbreğin curvatura majoru boyunca ilerletilen keskin trokar (beyaz ok) yardımıyla locking-loop pigtail kateterin renal pelvis yönleştirildiği, (J) aşamasında ise kateterin nihai pozisyonuna ulaştığı ve renal pelvis içerisinde doğru şekilde konumlanıp kilitlendiği görülmektedir (Berent, 2011).

4.2. Ekstrakorporal Şok Dalgası Litotripsisi (ESWL)

Ekstrakorporal şok dalgası litotripsisi, üreter taşlarının uzaklaştırılmasında etkili ve minimal invaziv bir yöntemdir (Block ve ark., 1996; Adams ve Senior, 1999; Lane, 2004). İşlemden önce floroskopi rehberliğinde su aracılığıyla iletilen harici şok dalgaları ile taş 1.000–3.500 kez hedef alınarak fragmente edilir ve parçalar 1–2 hafta içinde spontan olarak mesaneye geçer. Köpeklerde 5 mm, kedilerde 3–5 mm'den küçük üreterolitlerde güvenle uygulanabilir. Daha büyük taşlarda ise, fragman geçişini kolaylaştırmak ve obstrüksiyonu önlemek amacıyla öncesinde çift *pigtail* üreteral stent yerleştirilmesi önerilir. Üreter mukozasına gömülü veya büyük taşlar için PCNUL gibi alternatif yöntemlere başvurulabilir (Berent, 2011).

Başarılı tedavi için taşın doğru lokalizasyonu yapılmalı ve hasta litotriptör odak noktasına uygun şekilde konumlandırılmalıdır. Doğru hedefleme hem etkin parçalama için hem de çevre organ hasarını önlemek için kritiktir. Dornier HM-3 gibi biplanar floroskopi sistemleri ve C-kollu floroskopi ile desteklenen modern litotriptörler bu amaçla kullanılabilir (Berent ve Adams, 2015).

4.3. Perkütan Nefrolitotomi (PCNUL)

Perkütan nefrolitotomi, antegrad nefroüretroskopi yoluyla taşların çıkarılmasına imkân tanıyan minimal invaziv bir yöntemdir (Denstedt ve ark., 1995; Al-Shammari ve ark., 1999; Bagley ve Das, 2001). Bu teknikte endoskop, renal pelvis üzerinden ilerletilen bir kılavuz tel aracılığıyla üretere yönlendirilir ve taşlar taş sepeti ile çıkarılabilir veya lazer litotripsisi ile parçalanabilir.

Veteriner hekimlikte nadiren uygulanan bu yöntem, yaklaşık 20 kg üzerindeki köpeklerde daha uygundur çünkü normalde üreter çapı 2 mm'nin altında olup en küçük üreteroskoplara bile yaklaşık 2,5 mm çapa sahiptir. Üreteral erişim sistoskopi ile sağlanır ve endoskop floroskopik ve endoskopik görüntüleme eşliğinde ilerletilir. Tıkanmanın nedenine göre lazer litotripsisi veya balon dilatasyon gibi tedavi seçenekleri uygulanabilir (Berent, 2011).

5. OPERATİF SAĞALTIM

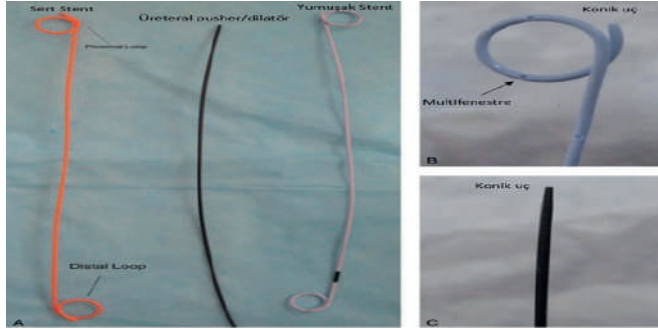
5.1. Üreteral Stent

Üreteral stentler, yerleştirildikten sonraki günler veya haftalar içinde pasif üreteral dilatasyon oluşturarak taş geçişini ve idrar drenajını kolaylaştırır (Berent, 2011; Adin ve Scansen, 2011; Betschart ve ark., 2017). İnsan tıbbında en sık üreteroskopi veya ESWL sonrası kullanılırken, veteriner

hekimlikte kullanım alanı daha geniştir. Kedilerde üreterolit, organize kan pıhtısı, striktür, cerrahi veya travma sonrası iyileşmenin desteklenmesi ve neoplaziye bağlı obstrüksiyon gibi durumlarda hem geçici hem de uzun süreli çözüm olarak kullanılabilir (Berent, 2011; Zaid ve ark., 2011; Berent ve ark., 2012; Nicoli, 2012; Steinhaus, 2015; Wormser ve ark., 2016).

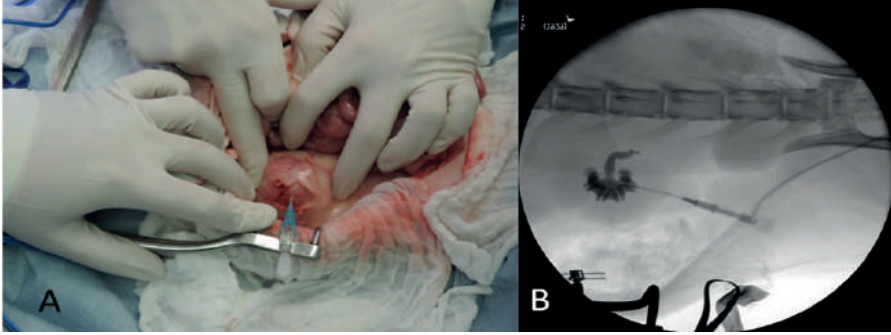
Veteriner hekimlikte özel durumlar. Kedilerde ESWL çoğunlukla kontrendikedir çünkü oluşan fragmanlar genellikle üreterden geçemeyecek kadar büyüktür ve kalsiyum oksalat taşları şok dalgalarına dirençlidir (Adams ve ark., 2005; Adams ve Goldman, 2011). Ayrıca üreter çapının çok küçük olması nedeniyle rutin üreteroskopi mümkün değildir (Clarke, 2018).

Çoğu stent çok pencereci poliüretandan üretilir ve migrasyonu önlemek için çift *pigtail* konfigürasyona sahiptir. Şaft uzunluğu iki *pigtail* arasındaki mesafeyi ifade eder. İnsanlar için üretilen stentler köpeklerde kullanılabilir de, kedi üreterleri için genellikle çok büyüktür (lümen çapı ~0,4 mm) (Kochin ve ark., 1993). Kedilere özel olarak tasarlanmış 2+ Fr stentler (12–16 cm) ticari olarak mevcuttur ve ısıya duyarlı polimer sayesinde oda sıcaklığında sert, vücut sıcaklığında ise yumuşaktır (Clarke, 2018). Ayrıca konik uçlu itici/dilatör sistemi ile paketlenmiş özel veteriner stentler, yerleştirme işlemini kolaylaştırır. Stent uzunluğu pelvis–mesane mesafesine göre belirlenir ve trigonal irritasyonu önlemek için mesane apeksine yönlendirilir (Clarke, 2018).



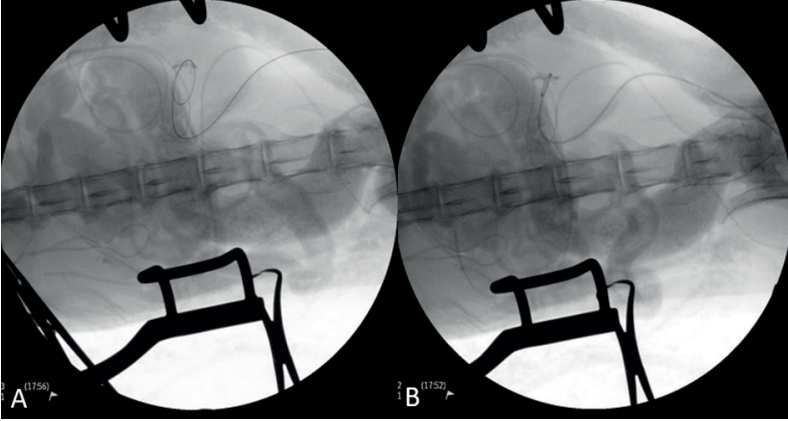
Şekil 8. Benign üreteral obstrüksiyonun tedavisinde kullanılan, kediye özgü 2.5 F multifenestrasyonlu çift *pigtail* üreteral stent örneği. A) Farklı durometrelerden üretilmiş yumuşak ve sert tip olmak üzere iki farklı üreteral stent ile birlikte bir üreter dilatatörü/itici görülmektedir. B) Panel A'da yer alan üreteral stentin proksimal halkasında yer alan konik uç ve çoklu fenestrasyonların ayrıntılı görünümü. C) Üreteral stentin yerleştirilmesinde kullanılan dilatatör (itici kateter) görüntüsü (Berent ve Adams, 2015).

Kedilerde stentleme çoğunlukla laparotomi ile ve anterograd cerrahi yaklaşım ile gerçekleştirilir. Retrograd veya perkütan anterograd yöntemler yalnızca seçilmiş olgularda tercih edilir (Berent ve ark., 2012; Culp ve ark., 2016; Wormser ve ark., 2016). Retrograd sistoskopik yerleştirme dışı kedilerde bildirilmiş olsa da yaygın üreteral dilatasyon ve ileri manipülasyon gerektirdiğinden zordur (Zaid ve ark., 2011; Kulendra ve ark., 2014). Kılavuz tel ve stent geçişini kolaylaştırmak için üreterin dilatasyonu veya küçük papillotomi/üreterotomi gerekebilir (Manassero ve ark., 2014).



Şekil 9. Kedide renal pelvise antegrad erişim amacıyla yapılan girişimsel uygulamayı göstermektedir. (A) Cerrahi saba hazırlanmasının ardından, böbreğin curvatura major bölgesinden 22 gauge kateter yardımıyla renal pelvis içerisine dikkatli bir şekilde girilir. Bu işlem sırasında böbrek kapsülüne ve parankime zarar vermemek için minimal travmatik teknik uygulanır. (B) Floroskopi altında yapılan kontrol görüntüsünde kontrast madde verilerek pelvik sistemin dolumu ve kateterin doğru konumlandırılması doğrulanır. Bu yöntem, antegrad piyelografi ya da üreteral girişimlerde renal pelvise doğrudan ulaşmak için sıklıkla tercih edilir (Clarke, 2018)

Köpeklerde malign obstrüksiyonlarda perkütan anterograd stentleme, ileri girişimsel radyoloji deneyimiyle %90'ın üzerinde başarı oranıyla raporlanmıştır. Ancak işlem başarısız olursa cerrahiye geçiş veya nefrostomi hazır bulundurulmalıdır (Berent ve ark., 2011; Weisse ve Berent, 2015).



Şekil 10. (A) Bir kedide retrograd yaklaşım ile renal pelvise yönlendirilmiş hidrofilik telin floroskopik görüntüsü. (B) Aynı hastada retrograd yolla gerçekleştirilen üreteral stent yerleştirilmesinin floroskopik görünümü (Clarke D. L., 2018).

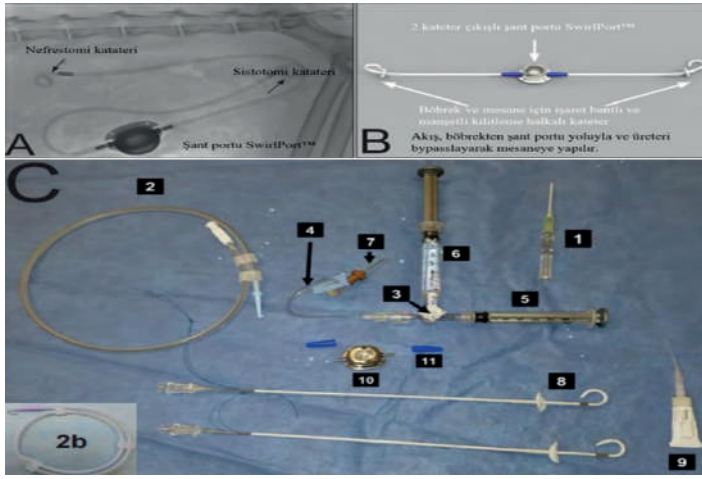
İntraoperatif dönemde çoklu piyelosentez, üreterotomi gereksinimi, üreter yırtılması, papillotomi ihtiyacı ($\leq\%40$), kılavuz tel perforasyonu ($\leq\%17$) ve idrar kaçağı görülebilir. Postoperatif komplikasyonlar arasında üroabdomen ($\leq\%8,7$), stent malpozisyonu, pollakiüri, strangüri ve sistemik reaksiyonlar yer alır (Berent ve ark., 2011; Kulendra ve ark., 2014; Manassero ve ark., 2014).

Stentlenen kedilerde taburculukta azotemi düzelme oranı, yalnız cerrahi yapılanlara göre anlamlı düzeyde yüksektir. Taburculuk oranı $\%75-92$, ortalama hastanede kalış süresi 4–6 gündür. Ortalama sağkalım süresi 514–742 gün arasında bildirilmiştir (Berent ve ark., 2011; Kulendra ve ark., 2014; Manassero ve ark., 2014; Wormser ve ark., 2016; Culp ve ark., 2016). Uzun dönemde yeniden tıkanma, migrasyon, kabuklanma, üreterit, enfeksiyon ve alt üriner irritasyon gibi komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Alt üriner sistem semptomlarının görülme sıklığı $\%18-37,7$ olup çoğu medikal olarak kontrol altına alınabilir, ancak $\%2-40$ 'ında semptomlar kalıcı olabilir (Berent ve ark., 2012, Wormser, Clarke ve Aronson, 2016). Bazı olgularda stent çıkarma, değiştirme veya SUB cihazına geçiş gerekebilir (Berent ve ark., 2012; Wormser ve ark., 2016). Stent değişimi genellikle migrasyon, irritasyon veya oklüzyon nedeniyle yapılır ve risk faktörleri arasında stent sonrası enfeksiyon ve proksimal obstrüksiyon yer alır (Berent ve ark., 2012).

Küçük üreter lümeni ve olası üreterit nedeniyle, kılavuz telin nazıkçe manipüle edilmesi, üreterin retraksiyonla düzeltilmesi ve konumun intraoperatif floroskopiyle doğrulanması önemlidir (Clarke, 2018).

5.2. Subkutanöz Üreteral Bypass (SUB)

SUB cihazı, klasik cerrahi girişimlerin yetersiz veya kontrendike olduğu durumlarda üreteral obstrüksiyonların tedavisi için geliştirilmiş minimal invaziv bir alternatiftir. İnsan tıbbındaki pycelovezikal baypas prensibinden uyarlanarak oluşturulan sistem, kilitleme halkalı bir nefrostomi kateteri ile çoklu pencereci bir sistostomi kateterinin deri altındaki bir şant portu ile birleştirilmesiyle yapay bir üreter oluşturur. Bu yapı yalnızca idrar drenajını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda örnek alma ve yıkama imkânı da sunar. (Weisse ve Berent, 2015; Clarke, 2018).

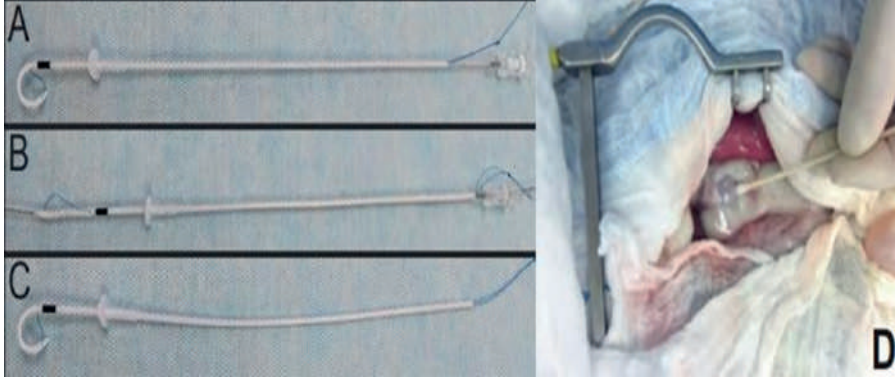


Şekil 11. (A) Nefrostomi kateteri, sistostomi kateteri ve subkutan enjeksiyon portunu gösteren SUB yerleştirilmesinden sonra bir kedi hastasının lateral floroskopik görüntüsü. (B) SUB™ cihazının hastanın dışında bir araya getirilmiş görünümü. (C) Cihazın implantasyonu sırasında kullanılan başlıca bileşenler: (1) 18G iğne üstü kateter, (2) 0.035 × 45 cm J-uçlu kılavuz tel, (2b) 3 yollu durdurma musluğu (ALT yıkama kitinin bir parçası), (4) piyelogram uygulaması ve SUB cihazının yıkanması için T-Port, (5) 3 mL şırınga, (6) %50 kontrast içeren 3 mL şırınga, (7) 22G çekirdeksiz Huber uçlu iğne, (8) 2 × 6.5F kilitleme döngülü kateterler (böbrek ve mesane) – Dakron manşet ve içi boş kanüllü silikon kılıf ile. İçi boş kanül, kurulum sırasında kılavuz tel üzerinden geçirilir ve sızıntıyı önlemek amacıyla pencerelerin proksimalinde siyah bir radyopak işaret bandı bulunur. (9) Siyanoakrilat doku tutkalı, (10) SwirlPort™ şant sistemi – implantasyondan önce her iki ucun açık olduğundan emin olmak amacıyla Huber uçlu iğne ile salinle yıkanmalıdır. (11) Kateterin bağlantı noktasına sabitlenmesi için kullanılan mavi kelepçeler (Weisse ve Berent, 2015).

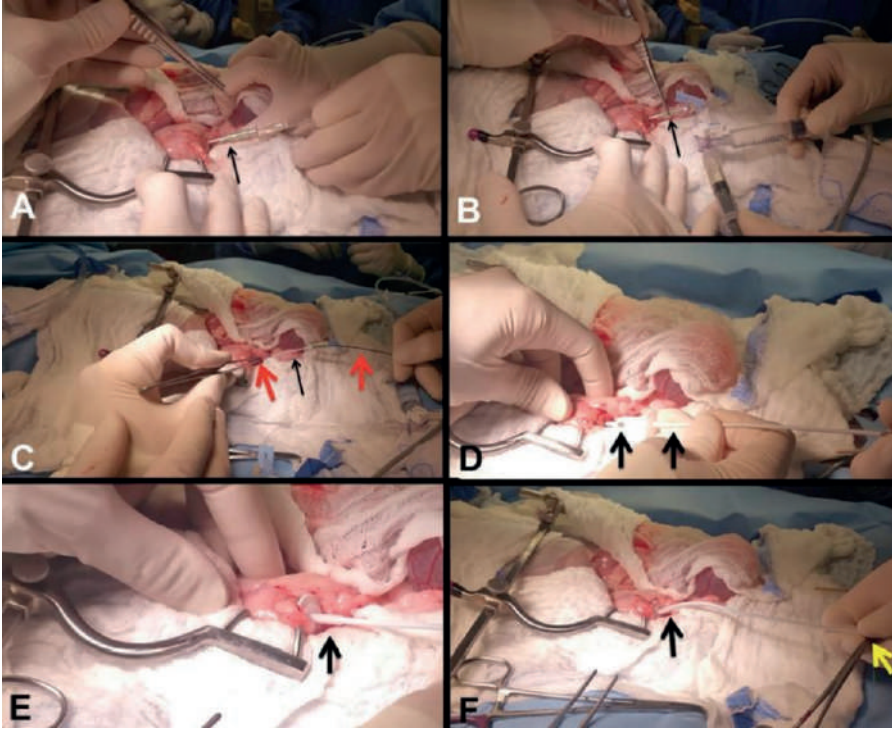
Veteriner hekimlikte SUB cihazı özellikle kedi hastalarda üreter çapının küçük olması, stent uygulamasının zor olması ve komplikasyon risklerinin

yüksekliği nedeniyle tercih edilir. Üreteral obstrüksiyonların tedavisinde yüksek başarı oranları ($\%>98$) bildirilmiş olup, medyan açıklık süresi 827 gün ve kreatinin düzeylerinde anlamlı iyileşmeler elde edilmiştir. SUB, diğer yöntemlere kıyasla daha az komplikasyonla ilişkilidir; disüri oranı $\%6$, uzun vadede cihaz mineralizasyonu ise yaklaşık $\%24,5$ oranında görülmüştür (Horowitz ve ark., 2013, Berent ve ark., 2018).

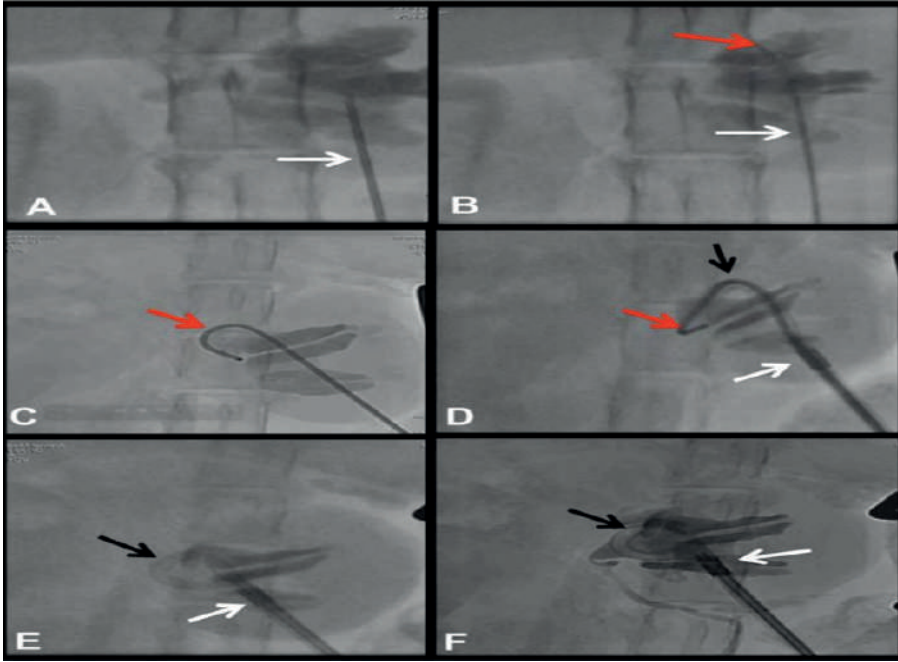
Cihaz yerleştirilmeden önce hasta en az 24-48 saat medikal olarak stabilize edilmeli, enfeksiyon varsa uygun antimikrobiyal tedavi sağlanmalı ve operasyon sırasında floroskopik rehberlik kullanılmalıdır. Nefrostomi kateteri genellikle modifiye Seldinger tekniği ile renal pelvis'e yerleştirilir; sistostomi kateteri ise mesane apeksine tütün kesesi dikişi ile sabitlenir. Kateterlerin deri altından geçirilerek portla birleştirilmesi sonrası sistem yıkama ve sızıntı testi ile kontrol edilir (Berent ve ark., 2018).



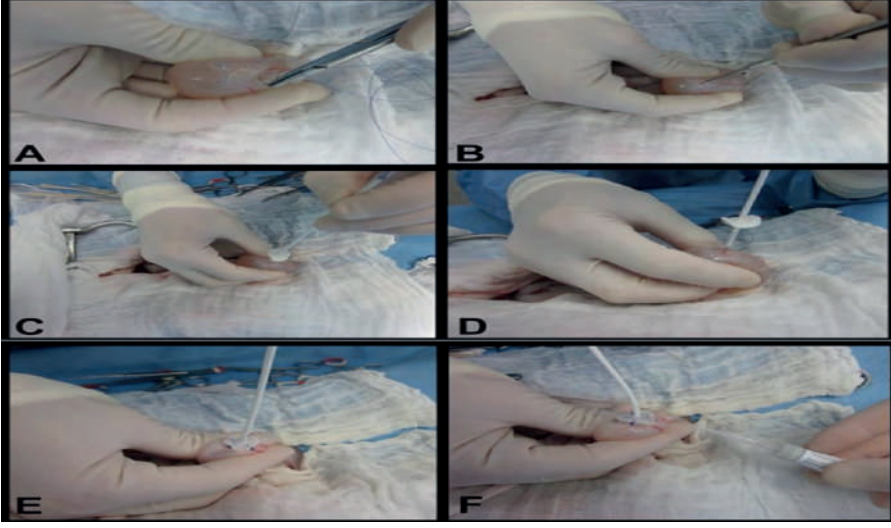
Şekil 12. (A) Doğrultma öncesinde içi boş kanüllü kateter görünümü. Operatörün, pigtail kateterin son açıklığının ucunu floroskopi altında gözlemlemesine olanak tanıyan siyah radyopak işaret görülmektedir. (B) İçi boş trokar ilerletilerek kateter düzeltilir ve 0.035 mm'lik kılavuz tel üzerine yerleştirilir. (C) İçi boş kanül çıkarıldıktan sonra, kilitleme ipi yerleştirilirken kateterin distal ucunda örgü oluşturulur. (D) Perirenal yağ dokusu künt diseksiyon ile ayrılır (Weisse ve Berent, 2015).



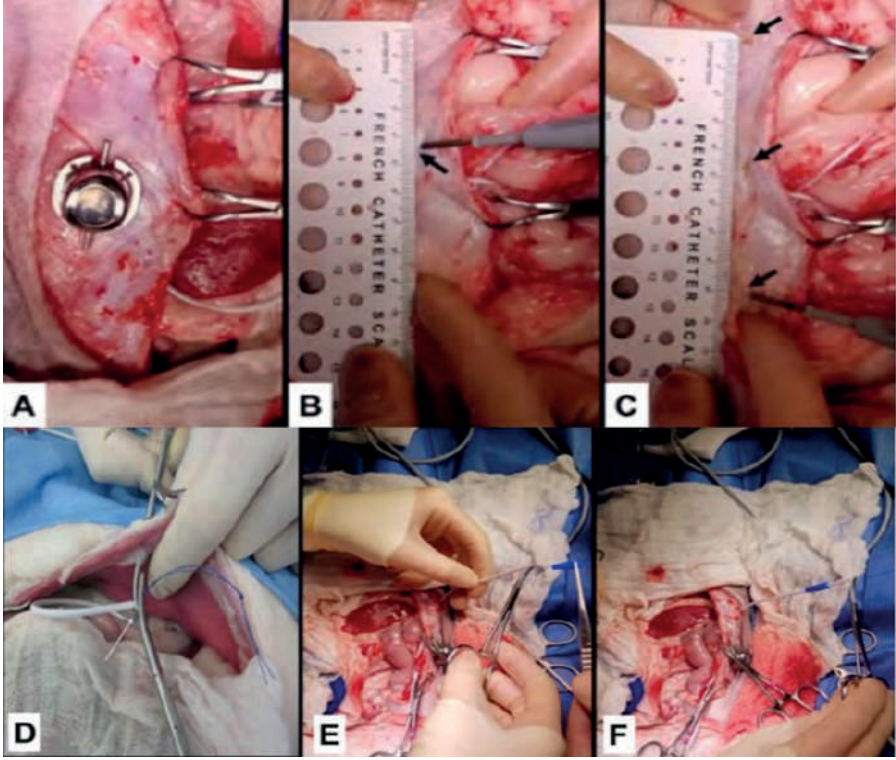
Şekil 13. (A) Yağ dokusunun disseksiyonu sonrası, 18G IV kateter (siyah ok) kullanılarak renal pelvis sağ böbreğin kaudal kutbundan delinmiştir. (B) Piyelosentez sırasında IV kateterden idrar çıkışı (siyah ok) gözlenmekte, ardından durdurma vanası aracılığıyla kontrast madde kullanılarak pyelogram elde edilmektedir. (C) 0.035 mm'lik kulavuz tel (kırmızı ok) kateterin içine ilerlemiş (siyah ok) ve kateter çıkarılırken renal pelvis içinde kıvrılmıştır. (D) Kilitleme halkalı nefrostomi kateteri (siyah oklar), kulavuz tel üzerinden renal pelvise doğru ilerletilmiştir. (E) Renal pelvis içinde konumlandırılan nefrostomi kateteri (siyah ok) ile birlikte Dakron manşet ve silikon kılıf böbrek kapsülü seviyesine kadar ilerletilmiştir. (F) Böbrek içerisinde yerleştirilen nefrostomi kateterinin ucu (siyah ok), sarı hemostat yardımıyla kilitlenmiştir (Weisse ve Berent, 2015).



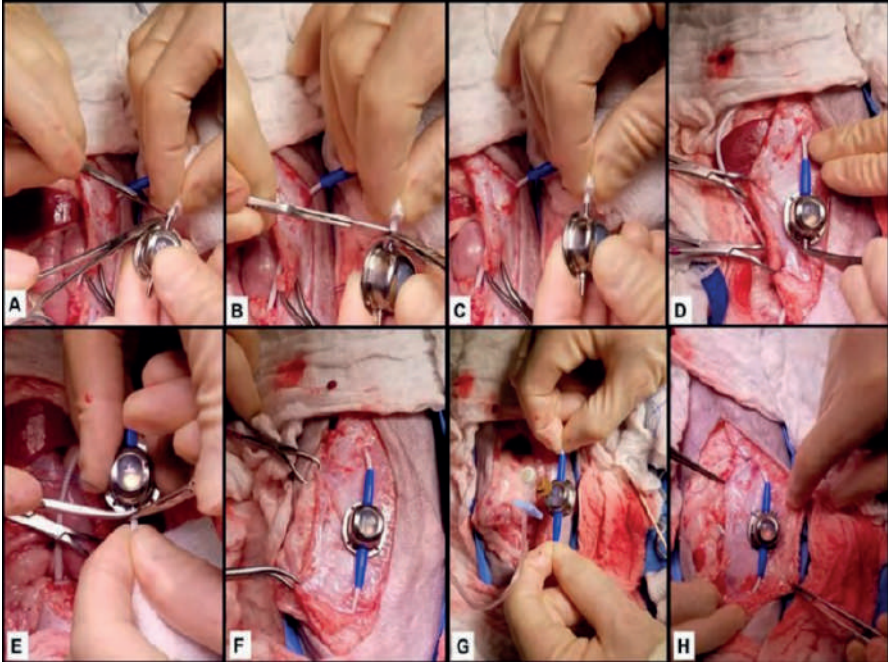
Şekil 14. (A) 18G IV kateter (beyaz ok), renal pelvisin kaudal kutbuna yerleştirilerek pyelogram gerçekleştirilmiştir. (B-C) 0.035 mm J uçlu kılavuz tel (kırmızı ok) kateter içinden ilerletilmiş ve dilate renal pelvis içine doğru yönlendirilmiştir. (D) Kilitleme halkalı nefrostomi kateteri (siyah ok), kılavuz tel ve içi boş kanül üzerinden ilerletilerek renal pelvis içerisinde kıvrım oluşturacak şekilde konumlandırılmıştır. Beyaz ok, çok pencereci ilmeğin son deliğini işaret eden radyopak bandı göstermekte olup, tüm ilmenin renal pelvis içerisinde konumlanmasını sağlar. (E) Radyopak işaret pelvis içinde olduğunda (beyaz ok), tel ve içi boş trokar çıkarılır ve kilitleme ipi sabitlenir. (F) Kateter yerleşimi ve sızıntı olmadığını doğrulamak amacıyla pyelogram yapılır. Pigtail kateter ilmeğinin sıkılığına ve genişlemiş pelvis içinde doğru şekilde kilitlendiğine dikkat edilmelidir (Berent, 2011; Weisse ve Berent, 2015; Berent ve ark., 2018).



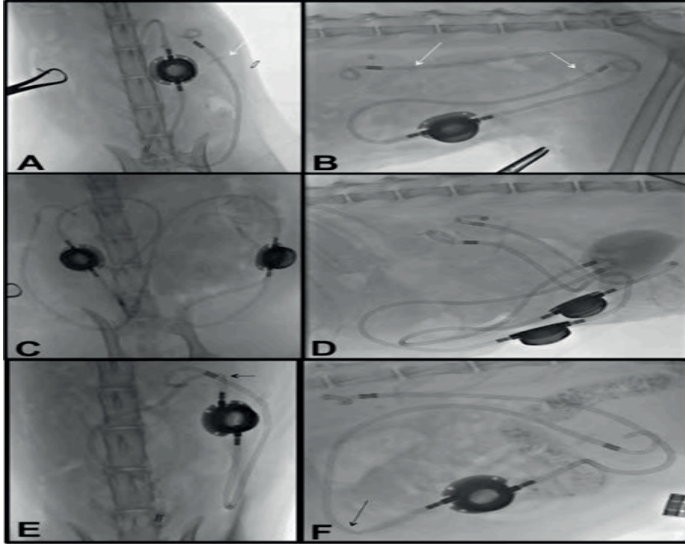
Şekil 15. Sistostomi kateterinin mesaneye yerleştirilmesine ait cerrahi basamaklar. (A) Mesanenin apeksine tüttün kesesi tarzında bir purse-string dikişi uygulanır. (B) Dikiş ipinin merkezine küçük bir insizyon yapılır. (C-D) Mesane kateteri, içi boş trokar yardımıyla insizyon hattından dikkatlice ilerletilir ve uygun pozisyona yerleştirilir. Kateter konumlandıktan sonra purse-string dikişi sıkılarak kateter etrafında sabitlenir. (E) Kateter üzerindeki silikon/Dakron manşet belirlenen noktaya yerleştirilir. (F) Mesanenin serozal yüzeyine temas eden Dakron manşet üzerine doku yapıştırıcısı uygulanır ve ek olarak 2-3 dikiş ile mesane duvarına tespit edilir (Berent, 2011; Weisse ve Berent, 2015; Berent ve ark., 2018).



Şekil 16. Kateterlerin vücut duvarı üzerinden yerleştirilmesine ait basamaklar. (A) Tıkalı böbreğin ipsilateral tarafındaki ventral abdominal yağ dokusu, insizyon hattından itibaren lateral yönde nazikçe diseke edilir. Port, ksifoid ve pubis arasında orta hizada olacak şekilde vücut duvarına yerleştirilir. (B) Port merkezi koter yardımıyla işaretlenir (siyah ok). (C) Kateter penetrasyon noktası, merkez işaretin kraniyal ve kaudalinde yaklaşık 4,5 cm uzaklıkta seçilir ve toplamda 9 cm aralık oluşturulur. (D) Künt diseksiyonla oluşturulan açıklıktan karın içine geçilerek ip sabitlenir. (E-F) Kilitleme ipi korunarak ip ve kateter, rektus kası boyunca çekilir ve mavi manşet konik uçtan başlanarak kateter üzerine yerleştirilir (Weisse ve Berent, 2015).



Şekil 17. Kateterlerin şant portuna sabitlenme aşamaları. (A) Kilitleme ipi, port üzerindeki çıkıntının ilk basamağı ile kateter arasına sabitlenir. (B) İp, kateterin ucuyla aynı hizada olacak şekilde #11 bistüri ile kesilir. (C-D) Kateter, port üzerindeki dişli yapılar üzerinden ilerletilir ve mavi manşet port çıkıntıları üzerinden geçirilir. (E) Aynı işlemler diğer kateter için tekrarlanır. (F) Port, giriş noktasında yeterli boşluk olduğundan emin olmak için değerlendirilir (beyaz kateter ve mavi manşet net şekilde gözlenmelidir). (G) Port, olası kaçaqları tespit etmek için sızıntı testine tabi tutulur. (H) Port, emilmeyen sütiir materyali kullanılarak vücut duvarına sabitlenir (Weisse ve Berent, 2015).



Şekil 18. Ventrodorsal (A, C, E) ve lateral (B, D, F) floroskopik görüntülerde, radyoopak işaretçinin renal pelvis ve mesane lümeni içerisinde doğru şekilde konumlandığı ve Dakron manşetinin böbrek ile mesane duvarlarının kaudal sınırı boyunca net bir şekilde izlendiği (beyaz ok) görülmektedir. Kateter hattındaki olası kıvrılmalar ve bükülmeler E ve F panellerinde işaretlenmiştir (Weisse ve Berent, 2015).

SUB cihazının uzun dönem başarısı, düzenli aralıklarla yapılacak yıkama ve tetra-EDTA uygulamaları ile artırılabilir. Bu işlemler, biyofilm oluşumunu ve tıkanmayı önler, genellikle anestezi gerektirmez ve ultrason rehberliğinde uygulanır. SUB, özellikle rekürrent obstrüksiyon riski yüksek veya standart cerrahiye uygun olmayan olgularda güçlü bir tedavi seçeneğidir (Berent, 2011; Berent ve ark., 2018).

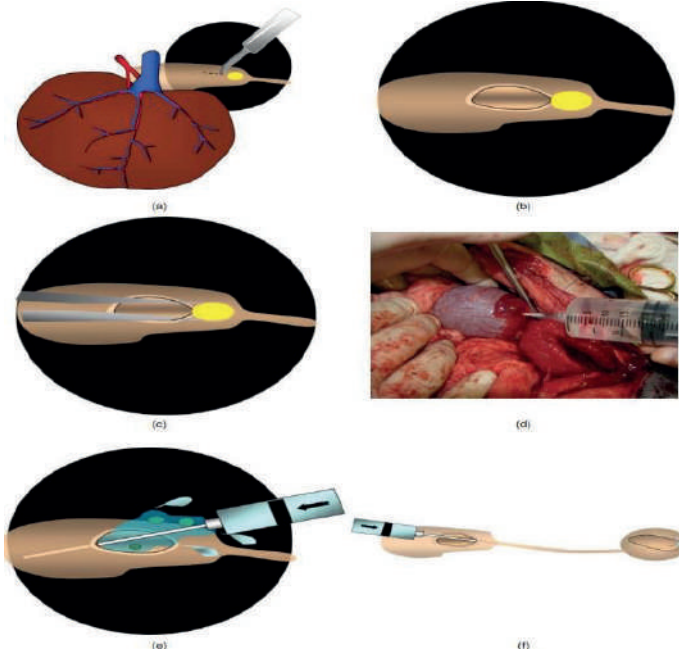
5.2.1. Subkutan Üreteral Bypass 3.0

SUB 3.0 sistemi, önceki versiyonlarda karşılaşılan komplikasyonları azaltmak ve işlemi kolaylaştırmak amacıyla tasarlanmıştır. Yeni tasarımda nefrostomi ve sistostomi kateterleri karın içinde birleşerek üçüncü bir bağlantı hattına bağlanır ve “Y-konektörü” ile sisteme entegre edilir. Bu yapı, kateter bükülmelerine rağmen idrar akışının devamını sağlar, cerrahi süresini kısaltır, diseksiyon ihtiyacını azaltır ve cihaz değişimini kolaylaştırır. Ayrıca pıhtı, mineralizasyon ve tıkanma insidansının daha düşük olduğu bildirilmiştir (Berent ve ark., 2018).

5.3. Üreterotomi

Üreterotomi, ileri cerrahi deneyim, özel ekipman ve dikkatli doku manipölasyonu gerektiren teknik olarak zorlu bir girişimdir. Genellikle kaudaldan ksifoide uzanan ventral orta hat laparotomisiyle yapılır. Bağırsakların uzaklaştırılması ve cerrahi alanın izole edilmesiyle üreter daha iyi görselleştirilir. Obstrüksiyon bölgesi genişleme alanı olarak tanımlanabilir; palpasyon ile taşın yeri belirlenebilir. Proksimal dilatasyon varlığında taş retrograd olarak renal pelvise ilerleyebilir. Bunu önlemek için taşın proksimaline Penrose dren veya silastik tüp sarılarak akış geçici olarak durdurulabilir. Üretere doğrudan klemp uygulanmamalı ve periüreteral yağın minimal diseksiyonu ile vasküler bütünlük korunmalıdır (Degner ve Clarke, 2016).

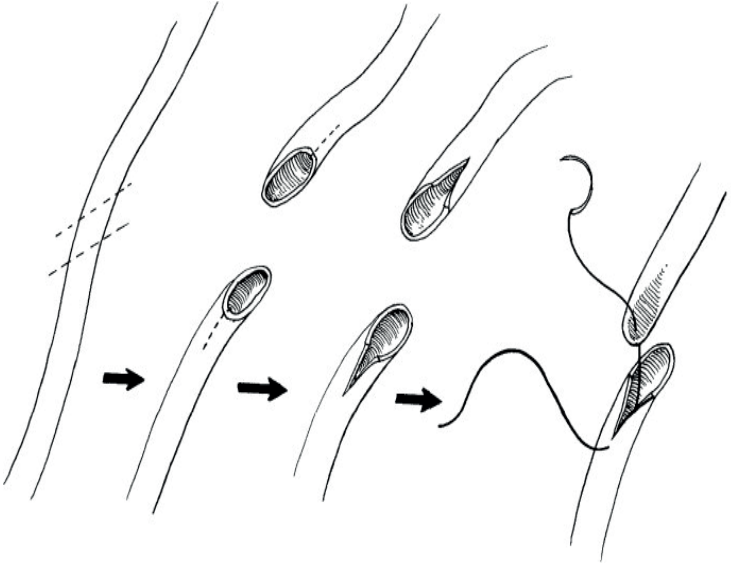
Üreterin genişlemiş segmentinde taşın hemen proksimaline transvers veya longitudinal kesi yapılır. Transvers kesi, darlık riskini azaltması ve sütür tutma gücünü artırması nedeniyle tercih edilirken, longitudinal kesi daha geniş açıklık gerektiğinde kullanılabilir. Taş, atravmatik forseps yardımıyla çıkarılır. Bazı olgularda taş renal pelvise ilerleyebilir veya üreter duvarına gömülü olabilir. Bu durumlarda taş, renal pelvisten yıkama ile uzaklaştırılabilir. Taş çıkarıldıktan sonra distal segment normograd olarak yıkanmalı ve açıklık doğrulanmalıdır. Üreter duvarı hasar gördüğünde darlık gelişebilir; küçük lezyonlar transversal kapama ile onarılabilirken, yaygın hasarlarda rezeksiyon ve anastomoz veya sistonefropeksi gibi alternatif yöntemler uygulanabilir (Degner ve Clarke, 2016).



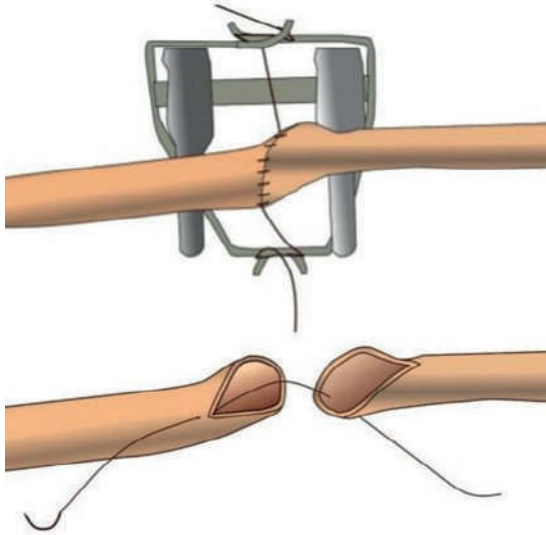
Şekil 19. (a) Üreterotomi kesisi, üreterin genişlemiş segmentinde obstrüksiyona neden olan taşın hemen proksimalinden gerçekleştirilir. (b) Oluşturulan kesi, taşın çıkarılmasına olanak sağlayacak yeterli genişlikte hazırlanır. (c) Taşın üreter lümeninden atravmatik şekilde uzaklaştırılması için uygun forseps kullanılır. (d) Taşların renal pelvis içerisinde bulunması durumunda, böbrek parankiminden renal pelvise yönlendirilen bir kateter aracılığıyla taşlar üreterotomi hattından dışarı atılabilir; bu yöntem özellikle proksimal üreterotomi uygulanan olgularda tercih edilir. (e) Üreterotomi insizyonu renal pelvise yakın konumda ise, renal pelvisteki taşlar ince bir kateter yardımıyla uzaklaştırılabilir. (f) Kapatma işlemi öncesinde üreter lümeninin açıklığını teyit etmek amacıyla antegrad yıkama uygulanır (Degner ve Clarke, 2016).

5.4. Üreteral Anastomoz

Üreteral anastomoz, rezeksiyon sonrası iki sağlıklı üreter ucunun yeniden birleştirilmesini amaçlayan rekonstrüktif bir tekniktir. Etkilenen segment rezekte edilirken periüreteral yağ dokusu korunur. Her iki uç spatüle edilerek yuvarlatılır ve karşılıklı olarak hizalanır. Anastomoz öncesi normograd veya retrograd olarak bir stent yerleştirilmesi, sütür hattının doğru hizalanmasını kolaylaştırır ve arka duvarın lümen dahil olmasını engeller. Anastomoz, ince monofilament sütürlerle tam kalınlıkta basit ayrı dikişler kullanılarak gerçekleştirilir ve sızdırmazlık sağlanır (Degner ve Clarke, 2016).



Şekil 20. Üreteral anastomoz aşamaları (Lanz ve Waldron, 2000).

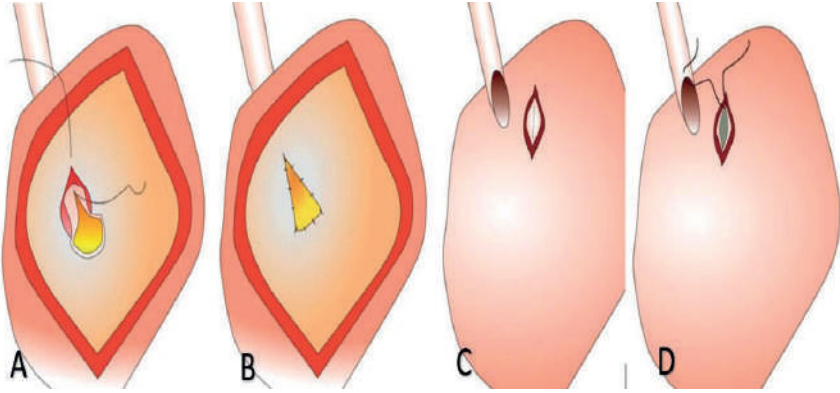


Şekil 21. Kelepçeli klemp, üreter anastomozu sırasında üreteri atravmatik şekilde stabilize etmek için etkili bir yardımcı araçtır. Üreterin spatulasyonu tamamlandıktan sonra, distal uçların doğru hizalanmasını sağlamak amacıyla başlangıç dikişi yerleştirilir (Degner ve Clarke, 2016).

5.5. Üreteroneosistostomi

Üreteroneosistostomi, distal üreter segmentinde tıkanıklık, travmatik rüptür, striktür, iatrojenik hasar veya neoplazik lezyon varlığında en sık tercih edilen rekonstrüktif cerrahi yöntemdir. Amaç, patolojik segmenti eksize ederek sağlıklı üreter ucunu mesaneye yeniden implante etmek ve fizyolojik idrar akışını sağlamaktır. Cerrahi öncesinde hidrasyon, elektrolit dengesi ve mevcut enfeksiyonların kontrolü sağlanmalıdır. Girişim genellikle ventral orta hat laparotomisiyle gerçekleştirilir. Mesane ve distal üreter dissekte edilir, patolojik segment çıkarılır ve üreter ucu spatüle edilerek darlık riski azaltılır. Gerginliği önlemek için mesane mobilize edilebilir veya “psaos hitch” tekniği uygulanabilir (Lanz ve Waldron, 2000; Lanz ve Waldron, 2000).

Anastomoz 5-0 veya 6-0 monofilament emilebilir sütürlerle yapılır. Üreter ve mesane mukozaları düzgün biçimde karşılaştırılarak sızdırmazlık sağlanır. Postoperatif dönemde idrar kaçağı, striktür, enfeksiyon ve vezikoüreteral reflü açısından dikkatli izlem gerekir. Anastomoz hattında yetersiz sütür veya aşırı gerginlik kaçağa, fibrozis ise darlığa yol açabilir. Yanlış implantasyon açısı reflüye neden olabilir ve uzun dönemde renal fonksiyonları bozabilir (Hardie, 2004; Mehl ve ark., 2005).



Şekil 22. A) İntraveziküler neoüreterosistostomi, terminal spatüllü üreterin mesanede oluşturulan bir ensizyon yoluyla yerleştirilmesiyle gerçekleştirilir. İlk sütür, spatüle edilmiş üreterin kasık kısmına yerleştirilir. B) Kalan sütürler, intraveziküler anastomozu tamamlamak amacıyla uygulanır. C) Ekstraveziküler neoüreterosistostomi, mesane duvarında açılan küçük bir kesi üzerinden gerçekleştirilir. D) Üreter duvarı, spatüle edilmiş uçtan başlanarak mesanenin mukoza tabakasına dikilir (Degner ve Clarke, 2015).

5.5.1. İntravezikal ve Ekstravezikal Üreteroneosistostomi Teknikleri

İntravezikal teknikte mesane açılarak dorsal duvar dışı çevrilir ve mukozaya küçük bir kesi yapılır. Üreter terminali spatüle edilerek mukozal tünelden geçirilir ve basit ayrı sütürlerle mesane mukozasına dikişler. Sütürler proksimalden distale ilerleyerek tam bir sızdırmazlık oluşturur. Genellikle 7–10 dikiş yeterlidir. Anastomoz sonrası üreter açıklığı gözle veya dilatör yardımıyla doğrulanır (Degner ve Clarke, 2015).

Ekstravezikal teknikte mesaneye yapılan küçük bir insizyon aracılığıyla üreter seromusküler tabakaya anastomoze edilir. Dikişler tam kalınlıkta yerleştirilir ve düğümler ekstraluminalde bırakılır. Anastomoz tamamlandıktan sonra seromusküler tabaka kısmen kapatılarak ek destek sağlanır. Bu yöntem daha az travmatik olup küçük mesane insizyonu gerektirmesiyle avantaj sağlar (Gregory ve ark., 1996; Mehl ve ark., 2005).

6. PROGNOZ

Üreteral obstrüksiyonun giderilmesinden sonra renal iyileşmenin gerçekleşmesi ve üreter açıklığının korunması; obstrüksiyonun süresi, tipi, etiyojisi, giderilme yöntemi, tıkanıklığın derecesi ve postoperatif bakımın kalitesi gibi birçok faktöre bağlıdır. Normal köpeklerde yapılan çalışmalar, obstrüksiyonun başlamasından sonraki 7 gün içinde böbrek fonksiyonunda dramatik bir azalma olduğunu ve 40 gün sonrasında yalnızca sınırlı bir iyileşme görüldüğünü bildirmektedir. Bu durum, böbrek fonksiyonunun korunmasında zamanlamanın kritik olduğunu ve üreteral obstrüksiyonun acil bir durum olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir (Vaughan ve ark., 1973; Fink ve ark., 1980).

İyileşmenin gerçekleşmesi haftalar hatta aylar sürebileceğinden, böbreğin toparlanması için yeterli zaman tanınmalıdır. Nitekim üreteral dekompresyondan 4–6 ay sonra serum kreatinin konsantrasyonlarında belirgin iyileşmeler bildirilmiştir (Berent, 2011). Hidroüreter ve hidronefrozun çözülmesi genellikle tıkanıklığın ortadan kaldırılmasından hemen sonra gözlemlenir ve bu süreç rutin olarak takip edilmelidir. Yazarın klinik deneyimlerine göre, üreteral stent yerleştirilen 75'ten fazla kedinin yalnızca %5'inde belirgin bir renal fonksiyon iyileşmesi gerçekleşmemiştir. Ayrıca, renal sonuçları (örneğin renal pelvis ve böbrek boyutu, ultrasonografik Doppler akımı, anemi varlığı, azotemi derecesi ve obstrüksiyonun kronikliği) veya nihai kreatinin düzeylerini öngörebilecek belirgin bir risk faktörü de tanımlanamamıştır (Berent ve ark., 2014).

Üreter taşlarının cerrahi olarak çıkarılmasının ardından yapılan bir çalışmada, 16 köpekte medyan sağkalım süresi 904 gün (aralık: 2–1876 gün) olarak bildirilmiş ve mortalite oranı %25 bulunmuştur. Ayrıca iki köpekte ikinci bir cerrahi girişim gerekmiştir (Snyder ve ark., 2005). ESWL'nin klinik uygulamaya girmesiyle birlikte, düşük morbidite ve mortalite oranları ile %90 başarı oranına ulaşılmıştır. Böbrek veya üreter taşı bulunan 32 köpek üzerinde yapılan bir çalışmada, olguların %30'unda birden fazla ESWL seansı gerekmiş, ancak sonuçlar oldukça başarılı olmuştur (Adams ve Senior, 1999). Yazarın gözlemlerine göre, eş zamanlı üreteral stent uygulanan köpeklerin yaklaşık %15'inde ikinci bir tedavi ihtiyacı doğmuştur (Berent, 2011).

Cerrahi müdahale uygulanan 153 kedinin değerlendirildiği bir çalışmada (89 cerrahi, 52 medikal tedavi), majör postoperatif komplikasyon oranı yaklaşık %30 (örneğin sızıntı, striktür, yeniden tıkanma) ve perioperatif mortalite oranı yaklaşık %20 olarak bildirilmiştir. Medikal olarak tedavi edilen kedilerin %3'ü hastaneye yatıştan sonraki ilk ay içinde ölmüştür. Ameliyat öncesinde hemodiyaliz veya nefrostomi tüpü yerleştirilmesi gereken hastalarda mortalite oranı %39'a kadar yükselmiştir. Ayrıca postoperatif dönemde kedilerin %40'ında üreteral obstrüksiyonun tekrar ettiği bildirilmiş ve bu olguların %86'sında ilk ameliyat sırasında nefrolit varlığı saptanmıştır. Bu bulgular, nefrolitiazisin ilerleyen dönemlerde tekrarlayan obstrüksiyonlara yatkınlık oluşturabileceğini göstermektedir (Kyles ve ark., 2005).

Güncel klinik uygulamalarda önerilen tedavi yaklaşımı; üreteral obstrüksiyon varlığında, eşzamanlı nefrolit veya multipl üreterolit saptanması durumlarında, cerrahi için uygun olmayan olgularda veya taş öyküsü bulunan hastalarda üreteral stent yerleştirilmesi ile birlikte ESWL uygulamasıdır. Bu yöntemler, literatürde bildirilen en düşük morbidite ve mortalite oranlarıyla ilişkilidir. Ayrıca, özellikle üreteropelvik bileşke striktürleri olan kedilerde geleneksel cerrahi yöntemler uygulanamıyorsa, SUB (Subcutaneous Ureteral Bypass) sistemi tercih edilebilir (Berent, 2011).

7. Kaynakça

- Achar, E., Achar, R. A., Paiva, T. B., Campos, A. H., & Schor, N. (2003). Amitriptyline eliminates calculi through urinary tract smooth muscle relaxation. *Kidney international*, 64(4), 1356-1364.
- Adams, L. G., & Senior, D. F. (1999). Electrohydraulic and extracorporeal shock-wave lithotripsy. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 29(1), 293-302.
- Adin, C. A., & Scansen, B. A. (2011). Complications of upper urinary tract surgery in companion animals. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 41(5), 869-888.
- Adin, C. A., Herrgesell, E. J., Nyland, T. G., Hughes, J. M., Gregory, C. R., Kyles, A. E., ... & Ling, G. V. (2003). Antegrade pyelography for suspected ureteral obstruction in cats: 11 cases (1995-2001). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 222(11), 1576-1581.
- Al-Shammari, A., Al-Otaibi, K., Leonard, M. P., & Hosking, D. H. (1999). Percutaneous nephrolithotomy in the pediatric population. *The Journal of Urology*, 162(5), 1721-1724.
- Bagley, D. H., & Das, A. (Eds.). (2001). *Endourologic use of the holmium laser*. Teton NewMedia.
- Berent, A. (2015). Interventional management of canine and feline benign ureteral obstructions. *Veterinary image-guided interventions*, 309-335.
- Berent, A. C. (2011). Ureteral obstructions in dogs and cats: a review of traditional and new interventional diagnostic and therapeutic options. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 21(2), 86-103.
- Berent, A. C., Weisse, C. W., Bagley, D. H., & Lamb, K. (2018). Use of a subcutaneous ureteral bypass device for treatment of benign ureteral obstruction in cats: 174 ureters in 134 cats (2009-2015). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 253(10), 1309-1327.
- Berent, A. C., Weisse, C. W., Todd, K., & Bagley, D. H. (2014). Technical and clinical outcomes of ureteral stenting in cats with benign ureteral obstruction: 69 cases (2006-2010). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 244(5), 559-576.
- Berent, A. C., Weisse, C., Beal, M. W., Brown, D. C., Todd, K., & Bagley, D. (2011). Use of indwelling, double-pigtail stents for treatment of malignant ureteral obstruction in dogs: 12 cases (2006-2009). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238(8), 1017-1025.
- Berent, A., & Adams, L. G. (2015). Interventional management of complicated nephrolithiasis. *Veterinary Image-Guided Interventions*, 289-300.
- Berent, A., & Adams, L. G. (2015). Interventional management of complicated nephrolithiasis. *Veterinary Image-Guided Interventions*, 289-300.
- Berent, A. C., Weisse, C. W., Todd, K. L., & Bagley, D. H. (2012). Use of locking-loop pigtail nephrostomy catheters in dogs and cats: 20 ca-

- ses (2004–2009). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 241(3), 348-357.
- Betschart, P., Zumstein, V., Piller, A., Schmid, H. P., & Abt, D. (2017). Prevention and treatment of symptoms associated with indwelling ureteral stents: a systematic review. *International Journal of Urology*, 24(4), 250-259.
- Betschart, P., Zumstein, V., Piller, A., Schmid, H. P., & Abt, D. (2017). Prevention and treatment of symptoms associated with indwelling ureteral stents: a systematic review. *International Journal of Urology*, 24(4), 250-259.
- Block, G., Adams, L. G., Widmer, W. R., & Lingeman, J. E. (1996). Use of extracorporeal shock wave lithotripsy for treatment of nephrolithiasis and ureterolithiasis in five dogs. *Journal of the american veterinary medical association*, 208(4), 531-536.
- Christie, B. (2003). Anatomy of the urinary tract. D. Slatter içinde, *Textbook of small animal surgery 3rd edition* Philadelphia: WB Saunders. (p. 1558-75).
- Clarke, D. L. (2018). Feline ureteral obstructions Part 1: medical management. *Journal of Small Animal Practice*, 59(6), 324-333.
- Clarke, D. L. (2018). Feline ureteral obstructions Part 2: surgical management. *Journal of Small Animal Practice*, 59(7), 385-397.
- Degner, D. A., & Clarke, D. L. (2015). Ureteral obstructions. L. A. Aronson içinde, *Small Animal Surgical Emergencies*, Hoboken NJ: Wiley Blackwell. (p. 224-236).
- Degner, D., & Clarke, D. (2016). Urinary Obstruction: Ureteral Obstruction. L. R. Aronson içinde, *Small Animal Surgical Emergencies*, Philadelphia, USA: Wiley Blackwell. (p. 221).
- Dellabella, M., Milanese, G., & Muzzonigro, G. (2003). Efficacy of tamsulosin in the medical management of juxtavesical ureteral stones. *The Journal of urology*, 170(6), 2202-2205.
- Etedali, N. M., Reetz, J. A., & Foster, J. D. (2019). Complications and clinical utility of ultrasonographically guided pyelocentesis and antegrade pyelography in cats and dogs: 49 cases (2007–2015). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 254(7), 826-834.
- Feeney, D. A., Barber, D. L., Culver, D. H., Prasse, K. W., Thrall, D. E., & Lewis, R. E. (1980). Canine excretory urogram: correlation with baseline measurements. *American journal of veterinary research*, 41(2), 279-283.
- Fink, R. L. W., Caridis, D. T., Chmiel, R., & Ryan, G. (1980). Renal impairment and its reversibility following variable periods of complete ureteric obstruction. *Australian and New Zealand Journal of Surgery*, 50(1), 77-83.
- Gregory, C. R., Lirtzman, R. A., Kochin, E. J., Rooks, R. L., Kobayashi, D. L., Seshadri, R., & Scott, D. (1996). A mucosal apposition technique for ureteroneocystostomy after renal transplantation in cats. *Veterinary Surgery*, 25(1), 13-17.

- Habing, A. M., & Byron, J. K. (2015). Imaging of the urinary tract. In C. Weiss ve A. Berent (Eds.), *Veterinary Image-Guided Interventions* Wiley Blackwell. (p. 263).
- Hardie, E. M., & Kyles, A. E. (2004). Management of ureteral obstruction. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 34(4), 989-1010.
- Heuter, K. J. (2005). Excretory urography. *Clinical techniques in small animal practice*, 20(1), 39-45.
- Jorgensen, A. L. (2013). Contrast-induced nephropathy: pathophysiology and preventive strategies. *Critical care nurse*, 33(1), 37-46.
- Kochin, E. J., Gregory, C. R., Wisner, E., Cain, G., & Gourley, I. M. (1993). Evaluation of a method of ureteroneocystostomy in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 202(2), 257-260.
- Kyles, A. E., Hardie, E. M., Wooden, B. G., Adin, C. A., Stone, E. A., Gregory, C. R., ... & Ling, G. V. (2005). Clinical, clinicopathologic, radiographic, and ultrasonographic abnormalities in cats with ureteral calculi: 163 cases (1984-2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(6), 932-936.
- Kyles, A. E., Hardie, E. M., Wooden, B. G., Adin, C. A., Stone, E. A., Gregory, C. R., ... & Ling, G. V. (2005). Management and outcome of cats with ureteral calculi: 153 cases (1984-2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(6), 937-944.
- Lane, I. F. (2004). Lithotripsy: an update on urologic applications in small animals. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 34(4), 1011-1025.
- Lanz, O. I., & Waldron, D. R. (2000). Renal and ureteral surgery in dogs. *Clinical techniques in small animal practice*, 15(1), 1-10.
- Lennon, G. M., Thornhill, J. A., Grainger, R., McDermott, T. E. D., & Butler, M. R. (1997). Double pigtail ureteric stent versus percutaneous nephrostomy: effects on stone transit and ureteric motility. *European urology*, 31(1), 24-29.
- Mehl, M. L., Kyles, A. E., Pollard, R., Jackson, J., Kass, P. H., Griffey, S. M., & Gregory, C. R. (2005). Comparison of 3 techniques for ureteroneocystostomy in cats. *Veterinary Surgery*, 34(2), 114-119.
- Nicoli, S., Morello, E., Martano, M., Pisoni, L., & Buracco, P. (2012). Double-J ureteral stenting in nine cats with ureteral obstruction. *The Veterinary Journal*, 194(1), 60-65.
- Rozcar, L., & Tidwell, A. S. (2003). Evaluation of the ureter and ureterovesicular junction using helical computed tomographic excretory urography in healthy dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 44(2), 155-164.
- Schabelman, E., & Witting, M. (2010). The relationship of radiocontrast, iodine, and seafood allergies: a medical myth exposed. *The Journal of emergency medicine*, 39(5), 701-707.

- Steinhaus, J., Berent, A. C., Weisse, C., Eatroff, A., Donovan, T., Haddad, J., & Bagley, D. (2015). Clinical presentation and outcome of cats with circumcaval ureters associated with a ureteral obstruction. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29(1), 63-70.
- Vaughan, E. D., Sweet, R. E., & Gillenwater, J. Y. (1973). Unilateral ureteral occlusion: pattern of nephron repair and compensatory response. *The Journal of urology*, 109(6), 979-982.
- Wallack, S. T. (2003). *The Handbook of Veterinary Contrast Radiography*. San Diego Veterinary Imaging.
- Berent, A. (2015). Interventional management of canine malignant ureteral obstructions. *Veterinary Image-Guided Interventions*, 343-350.
- Wormser, C., Clarke, D. L., & Aronson, L. R. (2016). Outcomes of ureteral surgery and ureteral stenting in cats: 117 cases (2006–2014). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 248(5), 518-525.
- Zaid, R., Cook, A. K., & Forrester, S. D. (2011). Direct percutaneous renal pelvic puncture for antegrade placement of ureteral stents in dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 47(2), 120–128.

Sığırlarda Abomasum Deplasmanlarının Klinik Özellikleri ve Tedavi Yaklaşımları

Bahar Erden¹

Mustafa Barış Akgül²

Sevdet Kılıç³

Özet

Abomasum deplasmanı, yüksek süt verimli ineklerde doğum sonrası erken laktasyon döneminde görülen ve süt endüstrisinde önemli ekonomik kayıplara yol açan başlıca gastrointestinal bozukluklardan biridir. Bu hastalık, abomasumun sol karın duvarı ile rumen arasına (LDA) veya sağ karın duvarı ile karaciğer-bağırsaklar arasına (RDA) yer değiştirmesiyle tanımlanır. Patogenezde temel değişiklik; abomasum içinde aşırı gaz birikimi ve buna bağlı dilatasyondur. Gaz birikimi, artmış gaz üretimi veya abomasum hipomotilitesi sonucu gelişebilir. Kuru dönemde yüksek konsantre yemle besleme, postpartal negatif enerji dengesi, hipokalsemi, yangısal mediatörlerin vagus siniri üzerindeki etkisi ve ani yem değişiklikleri hipomotiliteye zemin hazırlar. Ayrıca doğumla birlikte karın boşluğunda oluşan ani genişleme ve abomasumun asıcı bağlarının gevşekliği anatomik risk faktörleridir. Klinik olarak anoreksi, kilo kaybı, süt veriminde düşüş, ruminal hipofonksiyon, dışkılama azalması ve açlık çukurunda asimetri tipiktir. Oskültasyon ve osküloperküsyonda metalik çınlama veya “ping” sesi alınır; sağa deplasmanda karaciğere ait mat ses yerine timpanik ses duyulabilir. Tanıda klinik muayene, laboratuvar testleri ve ultrasonografi önemlidir. Sağaltımda sol paralumbar abomasopeksi, sağ paralumbar omentopeksi, sağ/sol paramedian abomasopeksi, kapalı dikiş (toggle pin) ve laparoskopik abomasopeksi gibi cerrahi teknikler ile konservatif yöntemler uygulanır. Yöntem seçiminde

- 1 Araştırma Görevlisi, Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı, bahar.erden@siirt.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8775-6673.
- 2 Doçent Doktor, Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı, mbarisakgul@siirt.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9365-9925
- 3 Araştırma Görevlisi, Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı, sevdet.kilic@siirt.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1033-658X.

operasyon maliyeti, komplikasyon riski, hayvanın genel durumu ve laktasyona dönüş süresi belirleyicidir. Cerrahi sonrası nüksler, verim kaybı ve sürütiden çıkarma riskleri, güvenilir ve invaziv olmayan alternatif tedavi arayışını da gündemde tutmaktadır.

1. GİRİŞ

Sığırlarda özellikle doğum öncesi ve sonrası dönemlerde ortaya çıkan metabolik ve sindirim sistemi hastalıkları, hayvan refahı ve sürü yöntemi açısından ciddi ekonomik ve üretim kaybına neden olmaktadır. Bu hastalıklar arasında yer alan abomasum deplasmanları (AD), yüksek süt verimli ineklerde sık karşılaşılan ve sıklıkla erken laktasyon döneminde gelişen önemli bir non-enfeksiyöz gastrointestinal hastalıktır (Guard, 1996; Bartlett et al., 1995). Abomasum deplasmanı, abomasumun anatomik yerinden ayrılarak sola (LDA) ya da sağa (RDA) doğru yer değiştirmesi ile karakterizedir. Sola abomasum deplasman, toplam vakaların %85'ini oluştururken, sağa abomasum deplasmanı yaklaşık %9'luk bir kısmı kapsar; abomasal volvulus ise daha nadir olmakla birlikte, genellikle RDA ile birlikte seyreder (Van Winden ve Kuiper, 2003; Sen ve ark., 2015).

Abomasum deplasmanın patogenezinde abomasal motilitenin azalması, gaz birikimi, intraabomasal basınç artışı, hormonal düzensizlikler, doğum sonrası negatif enerji dengesi (NEB) ve yetersiz kuru madde alımı gibi multifaktöriyel etkenler rol oynamaktadır (Constable ve ark., 2018). Yüksek enerjili ve düşük lifli rasyonlarla beslenen hayvanlarda rumende uçucu yağ asitlerinin (VFA) artması, abomasal peristaltizmi baskılayarak içerik hareketini kısıtlamakta, abomasumda dilatasyona ve sonuçta yer değiştirmeye yol açmaktadır (Madison & Troutt, 1988). Doğum sonrası dönemde, özellikle ilk 2-4 hafta içinde, bu dönem geçiş dönemi olarak tanımlanmakta ve ketozis, yağlı karaciğer, hipokalsemi, metritis, placentaya retensiyonu gibi diğer hastalıklarla abomasum deplasmanın eş zamanlı görülebileceği bildirilmektedir (Sevinç ve ark., 2003; LeBlanc, 2010).

Son yıllarda, abomasum deplasmanlarının sadece anatomik bir yer değişikliğinden ibaret olmadığı, aynı zamanda oksidatif stres ile yakından ilişkili metabolik bir sendrom olarak da ele alınabileceği yönünde bilimsel bulgular artmaktadır (Durgut ve ark., 2016; Song ve ark., 2020). Oksidatif stres; serbest radikaller (reaktif oksijen ve azot türleri) ile antioksidan savunma sistemleri arasındaki dengenin bozulması sonucu, hücresel lipid, protein ve DNA'lar da hasara neden olan bir süreçtir (Herdt, 2000). LDA ve RDA'lı ineklerde yapılan çalışmalar, total oksidan durum (TOS) ve oksidatif stres indeksi (OSI) gibi parametrelerin anlamlı düzeyde arttığını göstermektedir (Sen ve ark., 2015; Song ve ark., 2020). Bu değişiklikler,

sistemik inflamasyon, doku hipoperfüzyonu ve organ disfonksiyonuna zemin hazırlayabilir. Özellikle RDA ile seyreden olgularda, LDA'ya göre daha belirgin bir oksidatif stres yükü gözlenmiş ve bunun daha yüksek abomasal gerilim ve intraluminal basınca bağlı olabileceği bildirilmiştir (Durgut ve ark., 2016).

Klinik açıdan, abomasum deplasmanına sahip hayvanlarda iştahsızlık, süt veriminde düşüş, dışkılama bozuklukları, timpani ve depresif davranışlar gibi non-spesifik semptomlar görülebilir. Sol ve sağ abdominal duvarda yapılan oskültasyon ve perküsyon ile alınan “ping sesi”, tanıda önemli bir ipucudur (Smith, 2009). Ayrıca ultrasonografi, abomasumun yer değiştirdiği yönü belirlemede ve karaciğerinin anatomik yerinden uzaklaştığı RDA olgularında özellikle karar verici rol oynamaktadır (Grünberg ve ark., 2005; Hamana ve ark., 2010).

Abomasum deplasmanı genellikle erişkin ineklerde gözlense de, buzağılarda da nadiren görülebileceği, özellikle yanlış beslenme, aşırı konsantre yem alımı ve gastrointestinal motilite bozuklukları gibi durumların patogeneze katkı sağlayabileceği bildirilmektedir (Fürl, 2002; Hamana ve ark., 2010). Buzağılarda RDA ile birlikte abomasum ülserasyonları da eşlik edebilir ve cerrahi müdahale gerektirebilir. Literatürde bildirilen buzağı vakalarında, genellikle 6-14 haftalık genç buzağılar etkilenmiş olup, tanıda ultrasonografi ve balotman oskültasyonu öne çıkmaktadır (Zadnik, 2003; Song ve ark., 2020).

1. ABOMASUMUN ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

Abomasum, ruminantların sindirim kanalında yer alan dördüncü ve son mide bölümüdür. Anatomik olarak, retikulum, rumen ve omasumdan sonra gelir ve monogastrik mideye benzer bir yapıya sahiptir (Frandsen ve ark., 2009). Sağ ventral karın boşluğunda yer alan abomasum, mukoza, submukoza, kas ve serozadan oluşan tipik dört katlı sindirim sistemi duvar yapısına sahiptir. Mukozasında yoğun miktarda glandüler yapı bulunur; bu bezler pepsinojen ve hidroklorik asit (HCl) salgılayan hücreleri içerir (Reece ve Erickson, 2014). Fizyolojik açıdan, abomasumun temel işlevi protein sindirimine katkı sağlamaktır. Parietal hücrelerden salgılanan HCl, mide pH'ını düşürerek pepsinojenin aktif forma (pepsin) dönüşmesini sağlar. Böylece rumenden gelen kısmen sindirilmiş materyal burada kimyasal olarak daha fazla ayrıştırılır (Constable ve ark. 2017). Ayrıca, abomasumun motilitesi de sindirim sürecinde oldukça kritiktir. Normalde ritmik kasılmalarla içeriği duodenuma yönlendiren abomasumun hareketleri, hipokalsemi veya endotoksemi gibi durumlarda yavaşlayarak abomasumun yer değiştirmesine

(deplasman) zemin hazırlayabilir (Smith, 2009). Abomasumun fizyolojik özellikleri aynı zamanda metabolik hastalıklarla da yakından ilişkilidir. Özellikle doğum sonrası dönemde (periparturient dönem), artan enerji ihtiyacına bağlı olarak gelişen negatif enerji dengesi, rumen ve abomasum motilitesini etkileyerek abomasal atoniye tetikleyebilir (LeBlanc, 2010). Bu durum gaz birikimi ile birlikte abomasumun pozisyonunun değişmesine neden olur ve klinik olarak sol ya da sağ deplasman olarak karşımıza çıkar (Van Winden ve Kuiper, 2003). Sonuç olarak; abomasumun anatomik yapısı ve fizyolojik işlevleri, büyükbaş hayvanlarda sindirim verimliliği ve sağlık açısından kritik öneme sahiptir. Normal fonksiyonların bozulması ise ciddi metabolik hastalıklara zemin hazırlayabilir.

2. ABOMASUM DEPLASMANLARINDA ETİYOLOJİ VE PREDİSPOZAN FAKTÖRLER

Abomasum deplasmanlarının (AD) etiyojisi multifaktöriyeldir ve birçok içsel ve çevresel etkenin birleşimiyle hastalık şekillenir. Genellikle doğum sonrası erken dönemde, özellikle yüksek verimli süt ineklerinde görülür ve sol (LDA) ya da sağ (RDA) yer değiştirme şeklinde klinik olarak karşımıza çıkar (Van Winden ve Kuiper, 2003). Abomasum deplasmanın temelinde, abomasumun motor aktivitesinin azalması (hipomotilite) ve gaz birikimi sonucu yer değiştirmesi yer alır (Constable ve ark., 2017). Yüksek enerjili ve düşük lifli rasyonlarla beslenen ineklerde ruminal dolgunluğun azalması, abomasumun pozisyonel stabilitesini bozabilir. Ayrıca doğum sonrası dönemde ortaya çıkan negatif enerji dengesi, artan yağ mobilizasyonuna ve ketozise neden olarak abomasum deplasmanı için zemin hazırlar (LeBlanc, 2010). Ketozis vakalarında abomasumun motor aktivitesinde belirgin bir azalma görülür (Geishauser ve ark., 2000). Bunun yanı sıra hipokalsemi, düz kas kontraksiyonunu etkileyerek abomasal atoniye katkıda bulunur (Jorgensen ve ark., 1998).

Doğum sonrası dönemde östrojen ve progesteron düzeylerindeki değişimlerin gastrointestinal motiliteyi etkilediği bilinmektedir. Ayrıca hiperinsülinemi ve hipergastrinemi gibi endokrin değişikliklerin de abomasum deplasmanı gelişiminde rol oynayabileceği öne sürülmektedir (Sen ve ark., 2002; Pravettoni ve ark., 2004). Endotoksemi, özellikle doğum sonrası metritis, mastitis ve retained placenta gibi enflamatuvar durumlarda sık görülür ve vagus siniri fonksiyonlarını baskılayarak abomasal motiliteyi inhibe eder (Geishauser, 1995).

Rumenin normal doluluğunu kaybetmesiyle birlikte, abomasumun karın boşluğunda serbest hareket kabiliyeti artar. Bu durum özellikle

büyük gövdeli, zayıf kondisyonlu ve postpartum ineklerde daha belirgindir (Doll ve ark., 2009). Ayrıca, multipar ineklerde abdominal bağ dokuların gevşemesi de abomasum deplasmanının gelişimini kolaylaştırabilir (Sen ve ark., 2015). Ani yem değişiklikleri, kuru dönemden laktasyona geçişte kötü yönetim, düşük kuru madde alımı, kötü kaliteli silaj tüketimi gibi faktörler abomasum deplasmanı için risk yaratmaktadır. Kuru dönem rasyonunun laktasyon dönemine uygun şekilde kademeli geçişi sağlanmadığında rumen içeriği azalır ve abomasum deplasmanının gelişme riski artar (Van Winden ve Kuiper, 2003).

3. ABOMASUM DEPLASMANLARINDA PATOGENEZ

Abomasum deplasmanlarının patogenezinde temel mekanizma, abomasumun motor fonksiyonlarındaki bozulma sonucu meydana gelen hipomotilite ve gaz birikimidir. Bu durum, abomasumun anatomik olarak yer değiştirmesine ve klinik tabloda şekillenen metabolik bozukluklara zemin hazırlar (Doll ve ark., 2009; Constable ve ark., 2017). Normalde abomasum, mide içeriğini duodenuma doğru düzenli şekilde ileten peristaltik aktiviteye sahiptir. Ancak, laktasyonun ilk haftalarında, özellikle negatif enerji dengesi, hipokalsemi, ketozis gibi durumlarda bu aktivite azalır (Geishauser ve ark., 2000; LeBlanc, 2010). Azalan motilite ile birlikte abomasumda gaz birikimi başlar. Gazın kaynağı rumenden geçen uçucu yağ asitlerinin fermentasyonu, yutulan hava ve mikrobiyal aktivitedir. Biriken gaz abomasumu dorsal ve laterale doğru iter; bu da sol veya sağ deplasmana yol açar (Sen ve ark., 2015). Rumenin postpartum dönemde dolgunluğunu kaybetmesi, abomasuma karın boşluğunda daha fazla hareket alanı sağlar. Bu durum, özellikle rumen hareketleri azaldığı ve ruminal atrofi gelişen ineklerde daha belirgindir (Van Winden ve Kuiper, 2003). Sol deplasmanda; abomasum rumen ile sol abdominal duvar arasına sıkışırken, sağ deplasmanda; sağ abdominal duvarla bağırsaklar arasında yer değiştirir. Sağ deplasman bazı durumlarda torsiyona ilerleyebilir ve vasküler tıkanıklık nedeniyle iskemik nekroz gelişebilir (Doll ve ark., 2009; Constable ve ark., 2017). Deplase olmuş abomasum, mide içeriğinin duodenuma geçişini engeller. Bu durum mide sıvılarının (özellikle HCl) abomasumda birikmesine neden olur. Hidrojen iyonlarının kaybı, metabolik alkaloz ve buna bağlı olarak hipokalemi, hipokloremi ve hipokalsemi gelişimine yol açar (Smith, 2009; Dezfouli ve ark., 2013). Aynı zamanda abomasumda sıvı birikimiyle birlikte hemokonsantrasyon, dehidrasyon ve abomasal distansiyon meydana gelir. Abomasal distansiyon ilerlediğinde damarların kompresyonu sonucu lokal iskemi gelişebilir. İskemik mukozal bariyer kaybı, bakteriyel translokasyon ve endotoksin salınımı ile sonuçlanır. Bu durum sistemik enflamatuvar

yanıta ve toksik şoka kadar ilerleyebilir (Geishauser, 1995; Constable ve ark., 2017). Abomasum deplasmanı ile birlikte hiperglisemi ve hiperinsülinemi sık gözlenir. Bu bulgular, stres, insülin direnci ve metabolik sendromla ilişkilendirilmektedir. Bu hormonal değişimler, abomasal motiliteyi daha da baskılayarak kısır döngüyü pekiştirir (Pravettoni ve ark., 2004).

4. KLİNİK BULGULAR

Abomasum deplasmanları, özellikle yüksek verimli süt sığırlarında doğum sonrası erken dönemde sık karşılaşılan, özgün klinik belirtilerle seyreden metabolik bozukluklardır. Klinik bulgular, deplasmanın yönüne (LDA veya RDA) ve şiddetine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Sol Taraflı Abomasum Deplasmanı (LDA) genellikle subakut seyirli olup; iştahsızlık, süt veriminde ani düşüş, rumen motilitesinde azalma ve karında donuk sesle birlikte timpanik rezonans seslerinin alınmasıyla karakterizedir (Geishauser ve ark., 2000). İneklerde iştahsızlık özellikle konsantre yeme karşı belirgindir; kaba yeme kısmi ilgi sürebilir. Hayvanın genel durumu çoğunlukla bozulmamıştır ancak kilo kaybı, pelte kıvamında az miktarda dışkı yapma ve geviş getirmeme gözlenebilir (Radostits ve ark., 2007). Sağ Taraflı Abomasum Deplasmanı (RDA) ise genellikle daha akut ve ciddi bir klinik tabloyla ortaya çıkar. Sağ abdominal bölgede aşırı şişlik, belirgin timpanik sesler, abdominal palpasyonda ağrı ve depresyon dikkat çeker. Bu formda, abomasumun ilerleyici gazla dolması sonucunda dolaşım bozuklukları gelişebilir. Durum ilerleyerek abomasal volvulusa (AV) dönüşürse, şiddetli dehidrasyon, taşikardi (100-120 atım/dk), mukoz membranlarda konjesyon ve şok tablosu gelişebilir (Smith, 2002; Braun, 2003). Hayvanlar çoğunlukla yere yatma eğilimindedir ve klinik tablo hızla kötüleşebilir. Rumen kasılmaları genellikle zayıflamıştır ya da tamamen kaybolmuştur. Rektal muayenede rektumun boş olduğu, mukusla kaplı az miktarda dışkının bulunduğu görülür. Aynı zamanda abomasal motilitenin azalması ile birlikte mide içeriğinin boşalamaması, sekonder rumen dilatasyonuna ve sindirim bozukluklarına yol açabilir (Van Winden ve Kuiper, 2003). Fiziksel muayenede, olgunun tipine göre sol ya da sağ karın boşluğunda kaburgalar arası bölgede, perküsyon ve eş zamanlı oskültasyonda duyulan karakteristik ‘ping’ sesi, abomasum deplasmanının ayırıcı tanısında önemli bir ip ucudur. Bu ses, içi gaz dolu organın sıvı içeriğiyle birlikte yer değiştirmesi sonucu oluşur (Constable ve ark., 2017). Sağ abomasum deplasman durumlarında, bu ses sağ 10. ve 13. kaburgalar arasında, sol abomasum deplasman durumlarında ise sol 9. ve 13. kaburgalar arasında duyulur. Vücut ısısı, genellikle normal sınırlarda olup sol abomasum deplasmanlı ineklerde hafif subfebril olabilirken, sağ abomasum deplasmanı ve özellikle abomasal volvulus olgularında hipoperfüzyona

bağlı olarak hipotermiye eğilim olabilir. Kalp atım sayısı sol abomasum deplasman olgularında hafif artmış olabilirken, volvulus olgularında 120 atım/dk üzerine çıkabilir (Goff, 2006). Bazı olgularda diğer postpartum metabolik hastalıklarla birliktelik görülebilir. Ketozis, hipokalsemi ve karaciğer yağlanması, abomasum deplasmanlarının klinik seyrini daha karmaşık ve ağır hale getirebilir. Bu hastalıklarla ilişkili olarak depresyon, iştahsızlık, kuruma döneminde yem tüketiminde azalma gibi nonspesifik klinik belirtiler de tabloya eşlik edebilir (LeBlanc, 2010).

5. TANI YÖNTEMLERİ

Abomasum deplasmanlarının tanısı, öykü, klinik bulgular, fiziksel muayene, perküsyon-auskültasyon, rektal muayene, laboratuvar testleri ve görüntüleme tekniklerinin birlikte değerlendirilmesiyle konulur. Tanı aşamasında özellikle sağ ve sol taraflı deplasmanların ayırt edilmesi büyük önem taşır, zira sağ deplasman volvulus gelişimi açısından daha acil müdahale gerektirir. Klinik öyküde doğumu takip eden ilk 6 haftalık dönemde yem tüketiminde azalma, süt veriminde ani düşüş, geviş getirmeme ve pelte kıvamında dışkı gibi nonspesifik belirtiler ön plandadır (Van Winden ve Kuiper, 2003; LeBlanc, 2010). Sağ ya da sol karın bölgesinde timpanik distansiyon ve iştahsızlık, dikkat çekici semptomlardır. Özellikle yüksek verimli süt ineklerinde doğumu takip eden ilk 2-4 haftada bu belirtiler gözlemlenmelidir (Geishauser ve ark., 2000). Abomasumda gaz birikimi ve yer değişimi nedeniyle, perküsyon ile birlikte yapılan auskültasyon sırasında “ping” adı verilen timpanik ses alınabilir. Bu ses, LDA’da sol 9-13. interkostal aralıklar arasında; RDA’da ise sağ 10-13. kaburgalar arasında lokalize olur (Smith, 2002; Radostits ve ark., 2007). Ping sesi genellikle oval biçimli ve perküsyon alanında sınırlı kalır. Ping alınamayan vakalarda tanı, diğer yöntemlerle desteklenmelidir. Ballottement (elle sarsarak hissedilen sıvı dolgunluğu) yöntemi, özellikle sağ taraflı deplasmanlarda rumen ile karın duvarı arasında abomasumun yer değiştirdiğini düşündüren bir dolgunluk hissi verir (Braun, 2003). LDA olgularında rektal muayenede sol rumen dorsalde ve dışa doğru itilmiş olabilir; rumen doluluğu azalır. RDA durumunda ise rektal muayene ile sağ üst abdomen bölgesinde distansiyon hissedilebilir. Ancak bu bulgu nonspesifiktir ve diğer abdominal patolojilerle karışabilir. Liptak testi, 18G iğne ile perküsyon alanına girilerek abomasum içeriğinin pH’nın ölçülmesine dayanır. Alınan sıvının pH değeri genellikle 2-4 arasında ise bu abomasal içerik olduğunu gösterir ve tanıyı destekler (Liptak, 1952; Smith, 2002). LDA olgularında sıklıkla kullanılırken, RDA için sınırlı bilgi sağlar. Ultrasonografi, şüpheli vakalarda tanıyı kesinleştirmek ve diğer abdominal hastalıklarla ayırıcı tanı yapmak açısından değerlidir.

LDA olgularında, sol abdominal duvar ile rumen arasında hipokoik içerikli bir sıvı kitle olarak abomasum görüntülenir. RDA ve abomasal volvulus olgularında ise sağ abdominal alanda genişlemiş, gaz ve sıvı içeriğe sahip, karışık ekojeniteye sahip yapı izlenir (Braun ve ark., 1997; Göçmen ve ark., 2022). Ultrasonografide abomasumun yer değiştirmesi nedeniyle karaciğerin normal lokalizasyonunun değiştiği ve görülememesi tanıyı destekleyen bulgulardandır (Hamana ve ark., 2010). Tam kan sayımı ve biyokimyasal analizler, tanıyı destekleyici niteliktedir. LDA ve RDA olgularında genellikle hemokonsantrasyon (artmış hematokrit), hipokalemi, hipokloremi, hipokalsemi ve metabolik alkaloz tespit edilir (Dezfouli ve ark., 2013; Song et al., 2020). Metabolik parametrelerde NEFA ve BHBA düzeyleri artmış, total protein ve kolesterol düzeyleri ise azalmıştır (Pravettoni ve ark., 2004).

6. TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Abomasum deplasmanlarının tedavi protokolü, olgunun yönüne (LDA veya RDA), hayvanın genel sistemik durumu ve eşlik eden metabolik bozukluklara göre şekillendirilmelidir. Tedavi genel olarak iki ana grupta ele alınır: Bu yöntemler kapalı (perkutan fiksasyon) ve açık (laparotomi) teknikler içerir. Bununla birlikte, sağ deplasmanlı abomasum olgularında volvulusun eşlik ettiği durumlar, hızlı progresyon gösterdiğinden dolayı acil cerrahi müdahale gerektirir (Geishauser, 2000; Braun, 2005; Radostits ve ark., 2007). LDA'lı bir ineğin etkin yönetimi, ilki o bireyin tedavi edilip edilmeyeceğine karar verilmesi olmak üzere, bir dizi kararı gerektirir. Bu karar, tedavi maliyeti, LDA ve eşzamanlı durumların beklenen ekonomik kayıpları, üretime dönüş prognozu, beklenen gelecekteki üretim geliri, anlık kesim değeri ve belki de en çok etkileyeni sahibin söz konusu hayvanı tedavi etme yönündeki isteğine dayandırılmalıdır. Karar analizi, değişken ekonomik faktörleri tartmada yardımcı olabilir; ancak hayvan sahibi, nesnel bir formüle tam oturmayan etmenlere göre de karar verebilir (Han ve ark., 2019).

6.1. Kapalı Teknik (Perkutan Fiksasyon)

Sol abomasum deplasmanının (LDA) tedavisinde, özellikle saha koşullarında yaygın olarak uygulanan kapalı cerrahi yöntemler, genellikle abomasumun yuvarlama (roll) yöntemiyle anatomik konumuna döndürülmesi ve ardından perkutan fiksasyonla sabitlenmesini içerir. Bu kombinasyonun en tipik örneği Roll and Toggle-Pin Sütür Tekniğidir (Van Winden ve Kuiper, 2003; Fubini ve Ducharme, 2004).

6.1.1. Yuvarlanma Yöntemi ile Birlikte Uygulanan Repozisyon ve Fiksasyon Teknikleri: Yuvarlanma ve Abomasopeksi

Tedavi sürecinin ilk aşaması, abomasumun fiziksel olarak yeniden pozisyonlandırılmasını hedefler. Hayvan öncelikle sağ lateral pozisyonunda yatırılır. Ardından dikkatlice sırtüstü çevrilir ve birkaç dakika bu pozisyonunda tutulur. Son olarak, sol lateral pozisyona getirilerek abomasumun yerçekimi etkisiyle karın boşluğunun ventraline doğru hareket etmesi sağlanır (Smith, 2002). Bu sırada, abomasum gazla dolu olduğundan, sesli “ping” duyulması abomasumun konumunu teyit edebilir. Ancak bu yöntem, fiksasyon yapılmadan uygulandığında geçici bir rahatlama sağlasa da, yüksek nüks riski nedeniyle tek başına yeterli değildir (Geishauser ve ark., 2000). Yuvarlanma sonrası abomasum uygun pozisyona geldikten sonra, karın alt çizgisine yakın bir noktadan perkütan bir trokar yardımıyla giriş yapılır. Gaz boşalması ve sıvı aspirasyonu ile doğru giriş teyit edilir. Ardından özel bir toggle-pin fiksasyon cihazı abomasum içine bırakılır. Dışarıda kalan iplikler deri yüzeyine düğümlenerek abomasumun yerinde tutulması sağlanır. Bu işlem “kapalı abomasopeksi” olarak değerlendirilir ve genel anestezi gerektirmeden, lokal anestezi ve sedasyonla uygulanabilir (Van Loon ve ark., 2004). Yöntemin en önemli avantajları, operasyonun hızlı yapılabilir olması, maliyetin düşük olması ve hayvanın genellikle ayakta kalabilmesidir. Ancak, RDA ve volvulus vakalarında uygulanması kontrendikedir (Constable ve ark., 2018). Bir diğer uygulama bar sütür tekniği, abomasum deplasmanında özellikle sol deplasmanlı vakalarda uygulanan ve saha şartlarında pratik bir çözüm sunan eski yöntemlerden biridir. Toggle-pin sütür gibi daha ileri ekipman gerektiren yöntemler yaygınlaşmadan önce, bar sütür (blind stitch ya da kör dikiş) sık kullanılan sabitleme tekniklerinden biri olmuştur (Dirksen ve ark., 1978). Bu yöntemde cerrahi kesi yapılmadan, karın duvarı ile abomasum arasına geçirilecek sütür materyali ile abomasum karın ön yüzeyine sabitlenir. Tekniğin uygulaması sırasında öncelikle hayvan sedasyon veya hafif lokal anestezi ile hazırlanır. Bölgede aseptik hazırlık yapılır; göbek hattının kaudalının biraz sağ veya sol tarafına gelirken karın alt orta hatta, süt hattına yakın bir bölge tercih edilir. Abomasum distansiyonundan dolayı perküsyonla oluşan ping sesi lokalizasyonu doğrular. Daha sonra karın duvarından steril iğne veya trokar yardımıyla abomasum lümenine perkutan geçiş sağlanır; sütür materyali içeri geçirilir, dışarıdan düğümlenerek veya bar gibi sert bir elemanla sabitlenir (Fubini ve Ducharme, 2004). Uygulama, sedasyon altında ve lokal anestezi desteğiyle yapılabilir. İğne giriş bölgesi aseptik koşullarda hazırlanmalı, sütür materyali olarak genellikle steril naylon veya polipropilen tercih edilmelidir. Sütür materyali

abomasum lümenine geçip geçmediği anlaşılamadığından, deneyimli uygulayıcılar tarafından yapılmalıdır. Girişin doğruluğu, aspirasyonla asidik içerik gelmesiyle teyit edilmeye çalışılır. Ancak bu yöntem de zaman zaman yanıltıcı olabilir (Radostits ve ark., 2007). Eski çalışmalardan elde edilen tecrübeler, bar sütür tekniğinin toggle-pin sütüre kıyasla daha yüksek nüks riski taşıdığını ve postoperatif bakımın eksik olması durumunda komplikasyonların (abse, dikiş hattı enfeksiyonu, abomasumun yeniden sol veya sağ tarafa yer değiştirmesi) ortaya çıkabileceğini göstermiştir (Guard, 1996). Ayrıca bu tekniğin başarılı olabilmesi için abomasumun torsiyon göstermemesi, metabolik bozuklukların kontrol altında olması ve operatörün deneyimli olması gereklidir (Van Winden ve Kuiper, 2003). Son yıllardaki klinik gözlemler ve olgu çalışmaları bu tekniklerin avantajları kadar risklerini de ortaya koymuştur. 2024'te yayımlanan bir vaka raporunda, "blind-stitch" yöntemiyle yapılan kör sütür uygulamasından sonra abdominal duvar lokal iltihabı, gastrointestinal motilitenin azalması ve dış yüzey inflamasyonu gibi ciddi komplikasyonlar gözlenmiştir. Dikiş hattı yerleşiminde uygun lokalizasyon olmaması, yenileyici teknik uygulanmadan önce yaralanmış doku ve lokal peritonit oluşumu gibi sorunlar ortaya çıkmıştır (Schären-Bannert ve ark., 2024). Bu olgu, söz konusu tekniklerin kullanılmasından önce operatör deneyimi, olgunun seçimi ve takibin önemini vurgulamaktadır. Bir diğer çalışmada, gebe ineklerde sol flank bölgesinden yapılan one-step laparoskopik toggle-pin suture (TPS) yöntemi denenmiş ve bu yaklaşımın ameliyat sonrası komplikasyonsuz iyileşme, doğuma uygun performans ve üreme başarısı sağlayabildiği bildirilmiştir. Özellikle gebeliğin son üç haftasında, bu minimal invaziv yöntemin uterus büyüklüğü nedeniyle laparoskopik görüşün engellenmediği ve operasyondan sonra açık cerrahiye gerek olmadan yüksek hayatta kalım ve doğum performansı elde edildiği belirtilmiştir (Iso ve ark., 2022). Genel olarak, toggle-pin / bar sütür tekniklerinin başarı oranı, operasyonu yapan hekimin deneyimi, hayvanın laktasyon durumu, hayvanın klinik ve metabolik stabilitesi ve operasyon öncesi destek tedavisinin etkinliği ile yakından ilişkilidir. Ayrıca yabancı literatürde bu tekniklerle ilgili maliyet-yarar analizleri de yapılmıştır; kör yöntemden (blind-stitch) sonra cerrahi düzeltme gerektiğinde maliyet önemli ölçüde artmaktadır (Schären-Bannert ve ark., 2024). Her ne kadar günümüz modern yöntemleri arasında sayılmasa da, kırsal bölgelerde veya sahada hızlı müdahale gereken durumlarda, bar sütür tekniği ekonomik ve hızlı bir çözüm olarak varlığını sürdürmektedir. Bununla birlikte, güncel literatürde tekniğin sınırlılıkları ve komplikasyon oranları nedeniyle yalnızca geçici çözüm ya da önlem olarak ele alınmaktadır (Han ve ark., 2019;

Braun, 2021). Abomasum deplasmanlarının cerrahi yönetiminde, minimal invaziv tekniklerin gelişimiyle birlikte laparoskopik kontrollü abomasopeksi yöntemleri giderek daha fazla tercih edilmektedir. Bu yöntemler, özellikle sağlıklı veya hafif sistemik etkilenimi olan süt ineklerinde, postoperatif komplikasyonları azaltmak, iyileşme süresini kısaltmak ve operasyonel verimliliği artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Seeger ve ark., 2006; Nagel ve ark., 2016). Laparoskopik kontrollü toggle-pin sütür tekniği, abomasumun sol taraflı deplasmanında yaygın olarak tercih edilen, yarı-kapalı bir tekniktir. Temel olarak, toggle-pin sütürleri (genellikle naylon veya polipropilen materyalden üretilmiş, steril çubuk şeklinde yapılar) abomasum duvarına yerleştirilir ve ardından karın duvarının iç yüzeyine sabitlenerek abomasumun normal anatomik pozisyonuna geri dönmesi sağlanır. Bu sabitleme, abomasumun tekrar deplasmanını önleyici bir bariyer görevi görür (Grymer ve Sterner, 1982). Operasyon, genellikle sağ flank (sağ yan boşluk) bölgesinden laparoskopik giriş ile başlatılır. Laparoskop kullanılarak abomasumun lokalizasyonu tespit edilir. Bu aşamada genellikle karın boşluğuna CO₂ verilerek pnömoperitoneum oluşturulur. Sonrasında, 1. ve 2. interkostal aralık arasından ya da ventral karın bölgesinden ikinci bir trokar yerleştirilerek toggle-pin sisteminin yerleştirileceği bölgeye erişim sağlanır (Seeger ve ark., 2006). Laparoskopisi eşliğinde, abomasumun koruyucu periton tabakasını delmeyecek şekilde özel iğne yardımıyla ilk toggle-pin sütürü abomasum lümeninden geçirilerek dış karın duvarına alınır. Aynı işlem ikinci toggle için de uygulanır. Böylelikle iki paralel sütür, abomasumu karın duvarına sıkıca sabitleyecek şekilde dışarı alınmış olur. Dışarı alınan bu sütür uçları, steril düğümlemlerle karın derisine sabitlenir (Fubini ve Ducharme, 2004). Bu yöntem sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, toggle pinlerin abomasumun glandüler kısmından geçirilmesi ve rumen ya da bağırsak gibi diğer organlarla karışıklık yaşanmamasıdır. Ayrıca sütürlerin çok sıkı olmaması, iskemik nekrozları engellemek açısından önemlidir (Dirksen, 1993; Seeger ve ark., 2006). Laparoskopik kontrollü toggle-pin sütür tekniği, klasik laparotomiye göre birçok avantaj sunar. Bunlar arasında daha az doku travması, daha kısa operasyon süresi ve hızlı postoperatif iyileşme süreci sayılabilir (Van Loon ve ark., 2003). Ancak bu yöntem, donanım ve deneyim gerektirmesi nedeniyle her klinikte uygulanabilir değildir. Ayrıca ileri derece sistemik etkilenimi olan veya volvulus gelişmiş vakalarda önerilmez. Bu yöntemin başarısı, abomasumun tam olarak dekomprese edilebilmesine, doğru anatomik fiksasyon bölgesinin belirlenmesine ve sterilite koşullarına doğru şekilde uygulanmasına bağlıdır (Grymer ve Sterner, 1982). Ayakta duran sığırlarda lokal anestezi altında uygulanan

laparoskopik abomasopeksi teknikleri, son yıllarda minimal invaziv cerrahinin sağladığı avantajlar sayesinde yaygınlık kazanmıştır. Bu teknikler, abomasumun anatomik yerine fiksasyonunu sağlarken, aynı zamanda operatif travmayı ve postoperatif komplikasyon risklerini azaltmayı amaçlar. Literatürde özellikle iki teknik ön plana çıkmaktadır: Barisoni metodu ve Christiansen metodu. Barisoni ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu teknikte, hayvan sağ tarafta ayakta konumlandırılır. Laparoskopik giriş için sağ fossa paralumbalis bölgesinden trokar yerleştirilir. Peritoneal boşluğa girildikten sonra abomasumun lokalizasyonu laparoskop yardımıyla sağlanır. Abomasum intraabdominal olarak gözlemlendikten sonra, toggle-pin sistemi hazırlanarak laparoskopisi eşliğinde abomasumun ventral karın duvarına fiksasyonu gerçekleştirilir. Bu yöntemin en önemli avantajı, açık cerrahilere göre çok daha düşük postoperatif iyileşme süresine sahip olmasıdır. Ayrıca, abomasumun pozisyonunun doğrudan görsel değerlendirilebilmesi cerrahın işlemi daha kontrollü gerçekleştirmesine olanak tanır (Barisoni ve ark., 1999). Christiansen ve meslektaşlarının önerdiği teknikte ise benzer şekilde hayvan ayakta sabitlenir. Trokar yerleştirilmesi yine sağ flank bölgesinden gerçekleştirilir. Ancak bu teknikteki fark, laparoskopik kamera yardımıyla abomasumun dorsal yüzünün değerlendirilmesidir. Özel bir perkutan fiksasyon cihazı ile abomasumun fundus bölgesine toggle-pin yerleştirilir. Bu teknik, özellikle RDA (sağ deplasman) olgularında tercih edilmekte olup, manipülasyon esnasında abomasumun ruptur riskini en aza indirmektedir (Christiansen ve ark., 2002). Her iki teknikte de ortak avantaj, hayvanın operasyondan sonra hızlı bir şekilde ayağa kalkabilmesi ve daha az analjezik ihtiyacının olmasıdır. Ancak her iki tekniğin uygulanabilirliği, cerrahın laparoskopik cerrahi konusundaki deneyimine ve ekipman olanaklarına bağlıdır. Ayrıca, ileri derecede gaz distansiyonu veya volvulus durumlarında bu yöntemler önerilmez; bu tür olgularda derhal açık cerrahi girişim gereklidir (Van Winden ve Kuiper, 2003; Smith, 2009).

6.2. Açık Teknik (Laparotomi)

Sol açıklık çukuru, sığırlarda fossa paralumbalis sinister olarak bilinen anatomik bölgedir ve sol taraflı abomasum deplasmanlarında (LDA) cerrahi girişim için sıklıkla tercih edilen bir anatomik lokasyondur. Bu yaklaşım, cerrahın abomasuma doğrudan ulaşımını kolaylaştırmakta ve aynı zamanda hayvanın sağlığı açısından nispeten daha az invaziv bir çözüm sunmaktadır (Dirksen ve ark., 1993; Fubini ve Ducharme, 2004). Sol açıklık çukurundan gerçekleştirilen cerrahi girişimlerde üç temel teknik ön plana çıkar: omentopeksi, abomasopeksi ve rumenopeksi. Her bir teknik,

abomasumun normal anatomik pozisyonuna döndürülmesini ve karın duvarına ya da komşu organlara cerrahi olarak sabitlenmesini amaçlar (Van Winden ve Kuiper, 2003; Radostits ve ark., 2007). Omentopeksi tekniği, abomasumun kurvatura omentum aracılığıyla karın duvarına tespiti esasına dayanır. Cerrahi işlem sırasında, sol açlık çukurundan yapılan laparotomiyle abomasum lokalize edilir. Repozisyon sağlandıktan sonra, kurvatura omentumun caudal kıvrımını içeren bölgesi, internal oblik kasına veya transversus abdominis kasına dikiş materyalleri ile sabitlenir. Bu sabitleme işlemi genellikle 2-3 sütürle gerçekleştirilir (Fubini ve Ducharme, 2004; Smith, 2009). Omentopeksi, özellikle LDA olgularında abomasumun gelecekte tekrar deplase olmasını önlemede etkili kabul edilmektedir. Ancak omentumun yırtılması veya esnemesi durumunda nüks olasılığı göz ardı edilmemelidir (Van Winden ve Kuiper, 2003). Abomasopeksi, abomasumun fundus ya da kurvatura major (büyük kurvatur) bölgesinin doğrudan karın duvarına dikilmesi esasına dayanır. Bu yöntemde abomasum açlık çukurundan dışarı çekilerek fundus bölgesinden karın duvarına, çoğunlukla sütürle fiksasyon gerçekleştirilir. Bazı durumlarda, abomasal lümenin dekompresyonu için abomasotomi uygulanabilir ve içerik boşaltılabilir (Grünberg ve ark., 2005). Bu teknik, abomasumun direkt olarak fiksasyonu sayesinde nüks olma olasılığını omentopeksiye göre daha düşük seviyede tutar. Ancak, abomasum duvarına yapılan direkt müdahale nedeniyle komplikasyon riski biraz daha yüksektir (Fubini ve Ducharme, 2004). Rumenopeksi, doğrudan abomasumu değil, onunla komşu olan rumenin karın duvarına fiksasyonunu içerir. Bu teknikte amaç, rumenin fiksasyonu ile abomasumun sol alt karın boşluğunda tutulmasına yardımcı olmaktır. Ancak bu teknik günümüzde nadiren tercih edilir. Literatürde, rumenopeksinin nüks oranlarının daha yüksek olduğu ve abomasuma doğrudan fiksasyon sağlamaması nedeniyle daha az tercih edildiği belirtilmiştir (Dirksen ve ark., 1993; Radostits ve ark., 2007). Sağ paralumbar fossa (sağ açlık çukuru), sığırlarda özellikle sağ deplasmanlı abomasum vakalarında (RDA ve AV) cerrahi yaklaşım için yaygın olarak tercih edilen bir bölgedir. Bu yaklaşımda amaç, abomasumu deflasyon ve repozisyonundan sonra anatomik yerine sabitlemektir (Grünberg ve ark., 2005). Omentopeksi, abomasumun yer değiştirmiş konumdan anatomik pozisyonuna getirilmesinden sonra, kurvatura major'un karın duvarına sütürlerle tutturulmasıdır. Sağ flank bölgesinden yapılan bu girişimde hayvan ayakta durur; lokal anestezi ile sağ paralumbar fossa bölgesine giriş yapılır. Omentumun sabitlenmesi, abomasumun indirekt olarak fiksasyonunu sağlar (Smith, 2009). Omentopeksi tek başına yapıldığında nüks riski taşısa da; hızlı uygulama ve düşük komplikasyon oranları sebebiyle pratikte

yaygındır (Newman ve ark., 2005). omento-abomasopeksi bu teknikte, hem omentum hem de abomasum duvarı, sağ flank kesisi üzerinden karın duvarına sütürle sabitlenir. Amaç, doğrudan abomasal fiksasyon sağlayarak nüks olasılığını düşürmektir. Özellikle AV (abomasal volvulus) gibi durumlarda tercih edilir (Van Winden ve Kuiper, 2003). Cerrahi sırasında abomasumun kurvatura major'una non-absorbabl sütürler yerleştirilerek karın duvarının iç yüzeyine sabitlenir (Constable ve ark., 2017). Bazı cerrahlar, özellikle hayvanın sistemik durumu stabilse, abomasopeksiyi sırtüstü pozisyonda (dorsal rekumbens) ve paramedian kesiyle uygular. Bu yöntemde hayvan sırtüstü yatırılır ve ventral abdominal duvara bir kesi yapılır. Bu kesi sayesinde abomasum doğrudan gözlemlenebilir, gerektiğinde boşaltılır ve fundus bölgesinden karın duvarına sütürlenir (Fubini ve Ducharme, 2004). Özellikle AV durumlarında bu yaklaşım tercih edilmekte olup postoperatif relaps oranları düşüktür (Seeger ve ark., 2006). Sağ flank yaklaşımı, cerrahın abomasuma ulaşmasını kolaylaştırır ve sütürle fiksasyonun hızlıca tamamlanmasını sağlar. Ancak doğrudan abomasopeksi yapılmadığında nüks riski daha yüksektir. Paramedian yaklaşımlar daha stabil fiksasyon sağlar fakat operasyon süresi daha uzundur ve hayvanın sırtüstü yatırılmasını gerektirir (Bartlett ve ark., 1995; Guard, 1996). Ventral paramedian abomasopeksi, süt sığırlarında sol veya sağ abomasum deplasmanlarının kalıcı şekilde düzeltilmesini amaçlayan, sırtüstü yatırılarak (dorsal recumbency) yapılan açık cerrahi tekniklerden biridir. Bu yöntem ilk olarak Dirksen ve arkadaşları tarafından tanımlanmış ve özellikle tekrarlayan vakalarda, komplikasyon riski düşük olması nedeniyle tercih edilmektedir (Dirksen, 1981; Radostits ve ark., 2007). Cerrahi işlem için hayvan sırtüstü yatırılır ve uygun sedasyon sonrası infiltrasyon anestezisi (line veya inverted L blok) uygulanır. Karın duvarının ortasına, umblikusun hemen kaudalinden başlayan yaklaşık 15–20 cm uzunluğunda bir ventral paramedian ensizyon yapılır (Smith, 2002; Fubini ve Ducharme, 2004). Bu kesi, rektus abdominis kası ve linea alba boyunca ilerler. Abomasum genellikle gazla şişmiştir ve omentum majusun caudal kenarı takip edilerek kolayca bulunabilir. Eğer şişkinlik fazlaysa, abomasal lümeneye trokar veya iğne ile girilerek gazın kontrollü dekompresyonu sağlanır (Grünberg ve ark., 2005). Bu, abomasumun manipülasyonunu kolaylaştırır ve doku hasarını azaltır. Abomasumun pilorik antrum bölgesi, karın duvarındaki ensizyon hattına getirilir. Fiksasyon için çoğunlukla iki ya da üç adet abzorbe edilemeyen matris sütür (örn. polipropilen 2-0) kullanılır. Abomasumun sero-müsküler tabakasına yerleştirilen bu sütürler, rektus abdominis kasına veya linea alba'ya tutturularak abomasumun anatomik pozisyonunda sabitlenmesi sağlanır (Van Winden ve Kuiper, 2003; Fubini

ve Ducharme, 2004). Bu teknik, abomasumun doğrudan görsel kontrolü altında fiksasyonuna olanak sağlar ve özellikle tekrarlayan deplasman vakalarında güvenilir bir yöntemdir. Ancak operasyonun uygulanabilmesi için hayvanın dorsal pozisyonda yatabilmesi gerekir, bu da bazı sistemik hastalığı olan hayvanlarda kontrendikasyon oluşturabilir (Guard, 1996). Ayrıca, postoperatif dönemde karın içi basınç artışı ve iyileşme süresi göz önüne alındığında, dikkatli postoperatif bakım gerektirir. Bununla birlikte, nüks oranlarının oldukça düşük olması bu tekniğin uzun vadeli başarısını göstermektedir (Grünberg ve ark., 2005).

Kaynaklar

- Bartlett, P. C., Kopcha, M., Coc, P. H., Ames, N. K., & Ruegg, P. L. (1995). Economic evaluation of farm and veterinary strategies to reduce the incidence of displaced abomasum in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 206(8), 1111–1115.
- Braun, U. (2003). Clinical findings and treatment of right displacement of the abomasum in 112 cows. *Veterinary Record*, 153(2), 65–69.
- Braun, U. (2005). Diagnostic investigation in cows with left displacement of the abomasum. *Veterinary Journal*, 170(3), 311–320.
- Braun, U. (2021). Disorders of the Abomasum in Cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 37(2), 327–350.
- Braun, U., Marmier, O., & Pospischil, A. (1997). Ultrasonographic findings in cows with left displacement of the abomasum. *Veterinary Record*, 140(17), 484–488.
- Chapinal, N., Carson, M. E., LeBlanc, S. J., Leslie, K. E., Godden, S., Capel, M., & Duffield, T. F. (2011). The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 94(10), 4897–4903.
- Christiansen, K., Madsen, M., & Jensen, N. E. (2002). Laparoscopic toggle-pin fixation of left displaced abomasum in standing cattle. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 43(1), 25–30.
- Constable, P. D., Hinchcliff, K. W., Done, S. H., & Grünberg, W. (2018). *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats* (11th ed.). Saunders Elsevier.
- Dezfouli, M. M., Eftekhari, Z., Sadeghian, S., Bahonar, A. R., & Jeloudari, M. (2013). Evaluation of metabolic profile in dairy cows with left displacement of the abomasum. *Veterinary Research Forum*, 4(1), 27–32.
- Dirksen, G. (1993). Digestive system. In *Diseases of Cattle* (7th ed., pp. 322–361). Paul Parey Scientific.
- Dirksen, G., Gründer, H. D., & Stöber, M. (1978). *Chirurgische Operative Behandlung des Blinddarm-Bar-Suture bei Rindern*. Berlin: Verlag.
- Dirksen, G., Gründer, H. D., & Stöber, M. (1980). *Krankheiten des Rindes*. Paul Parey Verlag.
- Dirksen, G., Gründer, H. D., & Stöber, M. (1993). *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. Parey Buchverlag.
- Doll, K., Sickinger, M., & Seeger, T. (2009). New aspects in the pathogenesis of abomasal displacement. *Veterinary Journal*, 181(2), 90–96.
- Durgut, R., Kaya, S., & Yaman, G. (2016). Evaluation of oxidative stress parameters in cows with left and right displaced abomasum. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 67(4), 321–326.

- Fransson, R. D., Wilke, W. L., & Fails, A. D. (2009). *Anatomy and Physiology of Farm Animals* (7th ed.). Wiley-Blackwell.
- Fubini, S. L., & Ducharme, N. G. (2004). *Farm Animal Surgery*. Saunders Elsevier.
- Fürll, M. (2002). Biochemical evaluation of abomasal wall damage in cows with abomasal displacement. *Archiv für Tierzucht*, 45(1), 69–79.
- Garry, F. B. (2002). Indigestion in ruminants. In B. P. Smith (Ed.), *Large Animal Internal Medicine* (3rd ed., pp. 836–856). Mosby.
- Geishauser, T. (1995). Abomasal displacement in the cow: Causes and pathogenesis. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 17, 1185–1191.
- Geishauser, T. (2000). Abomasal displacement in the bovine—a review. *Veterinary Bulletin*.
- Geishauser, T., Leslie, K. E., Duffield, T. F., & Edge, V. L. (2000). An epidemiological study of disease risk in first lactation dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 83(12), 2763–2769.
- Geishauser, T., Leslie, K. E., Duffield, T. F., & Tenhag, J. H. (2000). Prevention and diagnosis of abomasal displacement in dairy cows. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 22(5), S82–S88.
- Geishauser, T., Leslie, K. E., Duffield, T., & Edge, V. (2000). An evaluation of an anionic supplement for the prevention of left displaced abomasum. *Journal of Dairy Science*, 83(9), 1817–1822.
- Geishauser, T., Leslie, K. E., Duffield, T., & Edge, V. L. (2000). An evaluation of an anionic supplement for the prevention of left displaced abomasum. *Journal of Dairy Science*, 83(9), 1817–1822.
- Goff, J. P. (2006). Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *Journal of Dairy Science*, 89(4), 1292–1301.
- Goff, J. P., & Horst, R. L. (1997). Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1260–1268.
- Göçmen, H., Türkmenoğlu, İ., & Kaya, Ş. (2022). Ultrasonographic and clinical findings in a calf with right displaced abomasum and ulceration. *Turkish Journal of Veterinary Research*, 1(2), 34–39.
- Grünberg, W., Constable, P. D., & Staufenbiel, R. (2005). Clinical signs and laboratory findings in 503 dairy cows with abomasal displacement. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 19(6), 899–904.
- Grünberg, W., Constable, P. D., & Staufenbiel, R. (2005). Clinical signs and outcome of surgical correction of left displaced abomasum in 100 cows. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 19(5), 652–657.

- Grymer, J., & Sterner, K. E. (1982). Percutaneous fixation of left displaced abomasum in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 180(12), 1458–1461.
- Guard, C. (1996). Displaced abomasum in dairy cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 12(2), 379–398.
- Hamana, K., Haritani, M., & Tsuka, T. (2010). Clinical observations of abomasal displacement in calves. *Japanese Journal of Veterinary Research*, 58(1), 43–49.
- Hamana, K., Sato, K., & Higuchi, H. (2010). Abomasal disorders in calves: Clinical and pathological aspects. *Journal of Veterinary Medical Science*, 72(2), 217–221.
- Han, L., Duan, W., Li, X., Wang, C., Jin, Z., Zhai, Y., ... & Li, C. (2019). Surface-enhanced resonance Raman scattering-guided brain tumor surgery showing prognostic benefit in rat models. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 11(17), 15241–15250.
- Herd, T. H. (2000). Ruminant adaptation to negative energy balance: Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 16(2), 215–230.
- Iso, H., Ueda, F., & Tsuji, T. (2022). One-step laparoscopic abomasopexy for left displacement of the abomasum in pregnant Holstein cattle. *Animals*, 12(23), Article 3264.
- Jorgensen, R. J., Nyengaard, J. R., Hara, S., & Enemark, J. M. D. (1998). Rumen motility during hypocalcemia induced by Na2EDTA. *Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A*, 45(11), 673–680.
- LeBlanc, S. J. (2010). Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *Journal of Reproduction and Development*, 56(Suppl), S29–S35.
- Liptak, W. A. (1952). A percutaneous test for determining the site of gastrointestinal obstruction in ruminants. *Canadian Veterinary Journal*, 24, 15–18.
- Melendez, P., Donovan, G. A., & Hernandez, J. (2004). Environmental factors associated with lameness in high producing Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 87(10), 2829–2835.
- Miglior, F., Muir, B. L., & Van Doormaal, B. J. (2005). Selection indices in Holstein cattle of various countries. *Journal of Dairy Science*, 88(3), 1255–1263.
- Nagel, C., Truyen, U., & Kofler, J. (2016). A new laparoscopic abomasopexy technique using a two-portal method in cows with left abomasal displacement. *Tierärztliche Praxis Großtiere*, 44(01), 15–22.
- Newman, S. J., et al. (2005). One-step laparoscopic abomasopexy using a ventral paramedian approach. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227(7), 1142–1145.

- Overton, T. R., & Waldron, M. R. (2004). Nutritional management of transition dairy cows: Strategies to optimize metabolic health. *Journal of Dairy Science*, 87(E. Suppl), E105–E119.
- Pravettoni, D., Ferré, N., & Fusetti, L. (2004). Insulin resistance and abomasal displacement in high-yielding dairy cows. *Veterinary Research Communications*, 28(Suppl 1), 315–317.
- Pravettoni, D., Guglielmetti, C., Gorni, G., & Minero, M. (2004). Evaluation of glucose, insulin, and insulin resistance in dairy cows with displaced abomasum. *Veterinary Research Communications*, 28(Suppl 1), 367–369.
- Pravettoni, D., Straffi, L., & Villa, L. (2004). Insulin resistance and hyperinsulinemia in cows with left displaced abomasum. *Veterinary Research Communications*, 28(2), 119–122.
- Pravettoni, D., Villa, L., & Ravasio, G. (2004). Clinical and metabolic profile in dairy cows affected by left displaced abomasum. *Veterinary Research Communications*, 28(5), 393–395.
- Pravettoni, D., Villa, L., & Ravasio, G. (2004). Clinical and metabolic profile in dairy cows affected by left displaced abomasum. *Veterinary Research Communications*, 28(5), 393–395.
- Radostits, O. M., Gay, C. C., Hinchcliff, K. W., & Constable, P. D. (2007). *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats* (10th ed.). Saunders Elsevier.
- Reece, W. O., & Erickson, H. H. (2014). *Dukes' Physiology of Domestic Animals* (13th ed.). Wiley-Blackwell.
- Rutten, C. J., Velthuis, A. G. J., Steeneveld, W., & Hogeveen, H. (2013). Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 96(4), 1928–1952.
- Schären-Bannert, M., Bittner-Schwerda, L., Rachidi, F., Starke, A., & diğerleri. (2024). Case report: Complications after using the “blind-stitch” method in a dairy cow with a left displaced abomasum: treatment, outcome, and economic evaluation. *Frontiers in Veterinary Science*.
- Seeger, T., et al. (2006). Comparison of laparoscopic-guided abomasopexy versus omentopexy via right flank laparotomy for the treatment of dairy cows. *American Journal of Veterinary Research*, 67(3), 472–476.
- Seeger, T., Wünsche, H., & Klee, W. (2006). Success rates of two different laparoscopic abomasopexy techniques in cows with left displaced abomasum. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 53(10), 488–493.
- Sen, I., Ok, M., & Constable, P. D. (2002). Serum gastrin concentrations in dairy cows with abomasal displacement. *Research in Veterinary Science*, 73(1), 23–28.

- Sen, I., Ok, M., & Kiral, F. (2015). Biochemical and oxidative stress changes in dairy cows with left or right abomasal displacement. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 70(1), 16–23.
- Sen, I., Ustuner, H., & Gokce, G. (2015). Metabolic and haematological profile of dairy cows with abomasal displacement. *Veterinari Medicina*, 60(5), 263–270.
- Sevinç, M., Civelek, T., & Karapehlivan, M. (2003). Serum lipoprotein, cholesterol, and triglyceride concentrations in dairy cows with fatty liver. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27(2), 295–299.
- Smith, B. P. (2002). *Large Animal Internal Medicine* (3rd ed.). Mosby Elsevier.
- Smith, B. P. (2009). *Large Animal Internal Medicine* (4th ed.). Mosby Elsevier.
- Song, X., Xu, L., Yan, Z., Guo, Q., Zhou, J., & Xu, B. (2020). Alterations of energy metabolic parameters and oxidative stress status in dairy cows with left displaced abomasum. *Animals*, 10(4), 667.
- Song, Y., Cai, C., Xie, Y., Wu, Y., & Zhang, J. (2020). Comparative analysis of biochemical indices in dairy cows with left displacement of the abomasum. *Animals*, 10(10), 1781.
- Van Loon, J. P. A. M., et al. (2003). Laparoscopic abomasopexy in dairy cattle with left displacement of the abomasum. *Veterinary Surgery*, 32(5), 488–492.
- Van Loon, J. P. A. M., Jonker, F. H., & Nikkels, P. G. (2004). Use of toggle-pin suture abomasopexy through a right paramedian approach in cows with left displacement of the abomasum. *Veterinary Surgery*, 33(2), 164–168.
- Van Winden, S. C. L., & Kuiper, R. (2003). Left displacement of the abomasum in dairy cattle: Recent developments in epidemiological and etiological aspects. *Veterinary Research Communications*, 27(3), 135–145.
- Zadnik, T. (2003). A comparative study of metabolic alkalosis in dairy cows with left or right abomasal displacement. *Veterinary Research Communications*, 27(4), 311–320.
- Han, L., Duan, W., Li, X., Wang, C., Jin, Z., Zhai, Y., ... & Li, C. (2019). Surface-enhanced resonance Raman scattering-guided brain tumor surgery showing prognostic benefit in rat models. *ACS applied materials & interfaces*, 11(17), 15241–15250.

Mavidil (Bluetongue) Hastalığı

Erdal Polat¹

Ayfer Fındık Pakrooh²

Özet

Mavidil (Bluetongue) hastalığı, sokucu sinekler (*Culicoides spp.*) ile taşınan, hayvandan hayvana doğrudan temasla bulaşmayan ve özellikle geniş getiren hayvanları etkileyen viral bir enfeksiyondur. Hastalık etkeni Bluetongue virüsü (BTV), Orbivirus cinsinden, çift sarmallı RNA içeren segmentli bir virüstür ve dünya genelinde farklı bölgelerde 29'ya kadar serotipi tanımlanmıştır; ayrıca son yıllarda tespit edilen atipik serotiplerle toplam tür sayısının 36'ya ulaştığı bildirilmektedir. Hastalık çoğu hayvanda belirti vermeden seyretse de özellikle koyunlarda ve bazı yabancı ruminantlarda ağır klinik tablolar ve ölümler görülebilir. Klinik belirtiler arasında ateş, ağız ve burun mukozasında yangı ve yaralar, yüz ve dilde ödem (ileri vakalarda dilin morarması, “mavi dil”), aşırı salya, topallık ve solunum güçlüğü yer alır. BTV'nin epidemiyolojisi, vektör konakçıları olan *Culicoides* türlerinin coğrafi yayılımı ve iklim koşulları ile yakından ilişkilidir. Hastalık vektörün bulunduğu Afrika, Asya, Amerika, Avustralya ve Avrupa gibi bölgelerde görülür. Patogenez temelinde virüsün damar endotelinde hasar yapmasıyla gelişen yaygın ödem ve kanamalar vardır. Patoloji incelemesinde özellikle solunum yolları ve kalpte karakteristik lezyonlar görülür. Klinik bulgular en belirgin koyunlarda olup sığırlarda ve keçilerde çoğunlukla hafif seyrederek; ancak BTV-8 gibi bazı suşlar sığırlarda dahi ciddi hastalığa yol açmıştır. Bağışıklık cevabı serotip-spesifik nötralizan antikorlarla uzun süreli olsa da farklı serotiplere karşı çapraz koruma zayıftır. Virüsün mevsimsel olarak kışlama (vektörsüz dönemde hayatta kalma) mekanizmaları arasında latent enfeksiyonlar, transplasental geçiş ve enfekte vektör erginlerinin korunaklı ortamlarda kışı geçirmesi sayılmaktadır. Teşhis için moleküler yöntemler (RT-PCR) ve virüs izolasyonu ile serolojik testler (ELISA, VN, AGID) kullanılır. Bu derlemede mavidil hastalığının etiyolojisi, epidemiyolojisi, patogenezi, klinik ve patolojik bulguları, bağışıklığı, kışlama stratejileri, teşhisi ve kontrol önlemleri güncel bilimsel veriler ışığında ele alınmaktadır.

- 1 Arş. Gör., Siirt üniversitesi Veteriner Fakültesi, Viroloji Anabilim Dalı, erdal.polat@siirt.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-3234-2083
- 2 Dr. Öğr. Üyesi, Siirt üniversitesi Veteriner Fakültesi, Viroloji Anabilim Dalı, dr.findik@gmail.com ORCID No: 0009-0000-5929-9594

1. GİRİŞ

Mavidil (Bluetongue, BT), başlıca koyunlar olmak üzere evcil ve yabani geviş getiren hayvanlarda görülen, vektör kaynaklı viral bir hemorajik hastalıktır (Maclachlan ve ark., 2011). Hastalığa adını veren “mavi dil” belirtisi, ağır vakalarda dilde siyanoz oluşmasından kaynaklanır ancak bu bulgu her zaman görülmez. Mavidil ilk kez 19. yüzyılda Güney Afrika’da Merinos koyunlarında tanımlanmış ve etkenin süzgeçten geçebilen bir ajan (virüs) olduğu 1906’da Theiler tarafından gösterilmiştir (Thabet ve Lajnef, 2024). Tarihsel olarak hastalık tropikal ve subtropikal bölgelerle sınırlı kalmıştır; ancak 2000’li yıllardan itibaren iklim değişikliği, vektör yayılımı ve uluslararası hayvan hareketleri nedeniyle coğrafi sınırlarını genişleterek Avrupa’nın kuzeyi gibi daha önce görülmediği bölgelere de ulaşmıştır (Alkhamis ve ark., 2020; Bellone ve ark., 2023; Barua ve ark., 2024) Özellikle 2006 yılında Kuzey Avrupa’da ortaya çıkan BTV-8 serotipi salgını, daha önce mavidil virüsüne maruz kalmamış sığır ve koyun popülasyonlarında yüksek morbiditeye ve ekonomik kayıplara yol açmıştır (Darpel ve ark., 2007). Bu gelişmeler, mavidil hastalığının Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü (WOAH, eski adı OIE) listesinde zorunlu bildirim gereken bir hastalık olarak önemini pekiştirmiştir. Mavidil insanlara bulaşmaz (zoonoz değildir) ve doğrudan temasta yayılmaz; enfeksiyonun yayılımı yalnızca *Culicoides* cinsi kan emici vektörlerle olmaktadır (Gould ve Higgs, 2009). Bu nedenle mavidil ile mücadelede vektör kontrolü ve aşılama temel önlemlerdi. Bu derlemenin amacı, mavidil virüs hastalığını etiyolojiden teşhise kadar kapsamlı biçimde ele almaktır.

2. ETİYOLOJİ

Bluetongue virüsü (BTV), *Reovirales* takımında *Sedoreoviridae* familyası içinde *Orbivirus* cinsinde bir virüstür (Matthijnsens ve ark., 2022). BTV, zarfsız, ikozahedral simetrik bir virüstür ve genomu 10 segmentli, çift sarmallı RNA’dan (dsRNA) oluşur. Her bir virion, dış kapsid tabakasında VP2 ve VP5 proteinlerini, iç çekirdekte ise VP7 ve VP3 proteinlerini barındırır; bunlar virüsün grup-spesifik ve tip-spesifik antijenitesini belirler (Eaton ve ark., 1990; Saminathan ve ark., 2020; Maan ark., 2020; Sung ve Roy 2021; Rojas ve ark., 2021; El-Sebelgy ve ark., 2021; Thabet ve Lajnef, 2024; Gondard ve ark., 2024). BTV’nin farklı suşları, bu segmentlerden özellikle Segment-2 üzerindeki VP2 genindeki farklılıklara göre serotip olarak sınıflandırılır. Uzun yıllar 24 klasik serotipi tanımlı olan BTV’nin, 2000’li yıllardan sonra keşfedilen ‘atipik’ serotiplerle birlikte toplam serotip sayısı 36’ya ulaşmıştır. (Van Rijn ve ark., 2016; Yang ve ark., 2020; Thabet ve Lajnef, 2024). Bu atipik serotipler geleneksel serotiplerden farklı

olarak *Culicoides* vektörlerinde çoğalamama veya zayıf çoğalma neden olup doğrudan temas veya aerosol ile bulaşabilmeleri gibi sıra dışı özelliklere sahiptir (Chaignat ve ark., 2009; Bumbarov ve ark., 2019). Ancak bu atipik suşlar genellikle hafif seyirli enfeksiyonlar yapmakta ve şimdiye kadar klasik BTV serotipleri kadar büyük salgınlara yol açmamıştır.

BTV, antijenik değişkenlik potansiyeli yüksek bir virüstür. Reassortment ve nokta mutasyonlar sayesinde yeni serotip veya varyantlar ortaya çıkabilir (Clavijo ve ark., 2000). Farklı BTV serotipleri aynı konakçıda veya vektörde eş zamanlı enfeksiyon yaptığında genom segmentlerini takas ederek antijenik kayma oluşturabilir. Örneğin, Avrupa’da 2008 yılında BTV-1 ve BTV-8’in reassortment ile melez bir suş oluşturduğu rapor edilmiştir (Pozzo ve ark., 2009; Thabet ve Lajnef, 2024). Bu durum, saha suşları ile canlı aşı suşları arasında da gerçekleşebilir; nitekim attenüe BTV-6 ve BTV-11 aşı viruslarının Avrupa’da sirkülasyona girerek hastalık yaptığı gözlenmiştir (Zientara ve ark., 2010). Farklı coğrafi kökenlere göre BTV genotipleri de “topotip” olarak ayrılır; doğu (Avustralya, Asya) ve batı (Afrika, Amerika) topotipleri aynı serotip içinde genetik farklılık gösterebilir. Tüm bu genetik çeşitlilik, BTV’nin evrimsel uyum yeteneğini ve yeni ortamlarda ortaya çıkabilme potansiyelini artırmaktadır (Carpi ve ark., 2010).

3. EPİDEMİYOLOJİ

3.1. Coğrafi Dağılım

Mavidil hastalığı, vektörlerinin bulunabildiği tüm kıtalarda (Antarktika hariç) görülmektedir (Samyve ark., 2016). Küresel dağılımı, *Culicoides* cinsi sokucu sineklerin yayılış alanlarıyla örtüşür (Coetzee ve ark., 2012). Afrika kıtası, özellikle Sahra altı bölgeler, BTV’nin tarihsel olarak endemik olduğu alanlardır ve burada çoğunlukla yerel yaban hayatında enzootik olarak sirküle olur. Avrupa’da ise hastalık uzun yıllar yalnızca Akdeniz havzasıyla sınırlıyken, 2006 sonrası Kuzey ve Orta Avrupa’ya da yayılmıştır. Benzer şekilde, Asya’nın güneyi, Orta Doğu ve Amerikan kıtalarında BTV çeşitli serotiplerle yerleşiktir. Türkiye de dahil olmak üzere Akdeniz çevresindeki ülkelerde başlıca BTV-4 ve BTV-1 gibi serotipler dönemsel salgınlar yapmıştır. İklim ve mevsimsellik, mavidil epidemiyolojisinde kritik rol oynar: Vektörlerin üreme ve kan emme faaliyetleri sıcak ve yağışlı mevsimde zirve yapar, soğuk aylarda ise aktivite durur (Karaoğlu ve ark., 2012; Belbis ve ark., 2017). Salgınlar (epizootiler) genellikle ilkbahar sonu ve yaz aylarında başlayıp sonbahar başına dek sürer; ilk donlar ile vektör popülasyonu azalır ve bulaşma geçici olarak kesilir (Carpenter ve ark., 2024). Tropikal bölgelerde ise yıl boyu vektör aktivitesi olduğundan BTV sürekli döngüde

kalabilir (Carpenter ve ark., 2024). Rüzgârla taşınan enfekte *Culicoides*ler, virüsün kısa sürede yüzlerce kilometre ötede yeni bölgelere taşınmasına neden olabilir. Ayrıca enfekte hayvanların ticareti de virüsü yeni coğrafyalara taşıyan bir etkidir.

3.2. Konakçı Spektrumu

Mavidil başta koyun olmak üzere, keçi, sığır, manda, deve ve çeşitli yabani ruminant türlerini (geyik, antilop, ceylan vb.) etkiler (Muntzer, 2017; Bréard ve ark., 2018; Valéria , 2019; Cappai ve ark., 2019; Medrouh ve ark., 2024). Koyunlar, özellikle Avrupa ırkları, hastalığa en duyarlı türdür; morbidite %100'e, mortalite ise %30'lara ulaşabilir, bazı şiddetli salgınlarda ölüm oranı %70'e yaklaştığı da kaydedilmiştir (Filho ve ark., 2019). Sığırlar genellikle enfekte olduğunda klinik belirti göstermeden atlatır ve virüse uzun süreli taşıyıcı (rezervuar) olarak hizmet eder (Van Den Brom ve ark., 2024). Sığırlarda BTV'ye bağlı belirgin hastalık tablosu nadir olmakla birlikte, BTV-8'in 2006 Avrupa salgınında sığırlarda da ciddi klinik bulgular görülmüştür (Pozzo ve ark., 2009; Sailleau ve ark., 2017). Keçiler ve develer çoğunlukla subklinik enfeksiyon geçirirler. Yabani gevişgetirenler arasında geyik ve ceylan türleri bazı BTV serotiplerine karşı çok hassastır ve Amerika'da beyaz kuyruklu geyiklerde BTV nedeniyle %90'a varan ölümler bildirilmiştir (Efrain, 2019). Afrika antilopları ise virüsle tarihsel uyum sonucu genelde hastalanmadan enfeksiyonu taşır. Etçil hayvanlar BTV'den etkilenmez, ancak gebe köpeklerin enfekte plasenta yemesi sonucu yavrularında anomali vakaları nadiren rapor edilmiştir (Hanekom ve ark., 2024).

3.3. Bulaşma ve Vektörler

BTV'nin doğadaki dolaşımı, *Culicoides* cinsi sokucu vektörler yoluyla gerçekleşir. Bu çok küçük (1-3 mm) kan emici sineklerin dişileri, enfekte bir hayvandan kan emerken virüsü alır ve midelerinde çoğalan virüsü sonraki kan emmelerinde sağlıklı hayvanlara aktarır (Dik ve ark., 2006). Doğrudan hayvandan hayvana bulaşma olağan koşullarda olmaz; aynı sürüdeki hayvanlar arasında temas, solunum, süt veya çiftleşme yoluyla yayılım ihmal edilebilir düzeydedir (Burgin ve ark., 2013). Ancak transplasental geçiş mümkündür: Özellikle BTV-8 enfeksiyonunda gebe hayvanların fetuslarına virüsü aktardığı ve ölü doğumlar ile beyin anomalilerine neden olduğu gösterilmiştir (Thabet ve Lajnef, 2024). Diğer taraftan, BTV-25, 26 gibi atipik suşların direkt temasla veya aerosol ile bulaşabileceği deneysel olarak saptanmıştır (Belbis ve ark., 2017). Virus, enfekte boğaların menisinde de bulunabilmektedir; suni tohumlama ile venereal bulaş nadir de olsa rapor edilmiştir (Bowen ve ark., 1983).

3.4. Başlıca Vektör Türleri ve Bölgeler

Dünyada 1.300'den fazla *Culicoides* türü tanımlanmışsa da bunların yalnızca yaklaşık 30 kadarı BTV'yi bulaştırabilen kompetan vektörler olarak kabul edilir (Calvete ve ark., 2008; Maclachlan ve ark., 2013). Önemli vektör türler ve coğrafi dağılımları Tablo 1'de özetlenmiştir (Borkent ve Dominiak, 2020).

Tablo 1: Önemli vektör türler ve coğrafi dağılımları

Bölge	Culicoides Türleri	Notlar
Afrika ve Orta Doğu	<i>C. imicola</i> , <i>C. bolitinos</i> , <i>C. milnei</i>	En yaygın Afrika vektörü <i>C. imicola</i> ; Sahra-altı bölgede başlıca sorumlu türdür. <i>C. bolitinos</i> gibi türler de Güney Afrika'da etkindir.
Avrupa (Akdeniz)	<i>C. imicola</i> , <i>C. obsoletus</i> kompleksi, <i>C. pulicaris</i> kompleksi	Güney Avrupa'da Afro-Asyatik kökenli <i>C. imicola</i> hakimdir. Kuzey ve Orta Avrupa'da <i>C. obsoletus</i> / <i>C. scoticus</i> ve <i>C. pulicaris</i> grubu lokal vektörler önemli rol oynar. 2006 salgınında <i>C. obsoletus</i> grubu BTV-8'i yaymıştır.
Asya (Güney ve Okyanusya)	<i>C. imicola</i> , <i>C. brevitarsis</i> , <i>C. wadai</i>	Orta ve Güney Asya'da <i>C. imicola</i> etkindir. Avustralya'da <i>C. brevitarsis</i> ve <i>C. wadai</i> BTV'nin başlıca vektörleridir.
Kuzey Amerika	<i>C. sonorensis</i> , <i>C. insignis</i>	ABD'nin çoğu bölgesinde BTV'nin başlıca vektörü <i>C. sonorensis</i> 'tir. <i>C. insignis</i> Florida ve Karayiplerde BTV ve EHDV taşıyıcısıdır.
Orta/Güney Amerika	<i>C. insignis</i> , <i>C. pusillus</i> ve diğerleri	Latin Amerika'da çeşitli <i>Culicoides</i> türleri (örn. <i>C. insignis</i>) lokal olarak bulaşmada rol oynar ancak veri sınırlıdır.

Culicoides vektörleri genellikle alacakaranlıkta (gün batımı ve şafak) aktiftir ve nemli, rüzgârsız ortamlarda yoğun bulunurlar (Tabachnick, 2004; Groschupp ve ark., 2023). Ahır ve ağılların içine de girebildiklerinden, sadece hayvanları kapalı tutmak tam koruma sağlamaz (Meiswinkel ve ark., 2008). BTV, kanda yüksek düzeyde ve uzun süre viremi yaptığından (özellikle sığırlarda 9 hafta) bir enfekte hayvan birçok vektörü enfekte edebilir. Sığırlarda uzun süreli viremi, klinik belirti göstermeseler bile, salgınların sürmesi için kritik kabul edilir; bu nedenle sığırlar “sessiz rezervuar” rolüyle bölgesel virüs devamlılığını sağlarlar (Hourrigan ve Klingsporn, 1975; Liendo ve Castro 1981; Ferrara ve ark., 2023; Van Den Brom ve ark., 2024). Endemik bölgelerde koyun dışındaki türlerde hastalık genelde fark edilmeyecek kadar hafif seyrettiği halde, daha önce BTV ile karşılaşmamış popülasyonlarda yeni bir serotip ortaya çıktığında yüksek morbidite ve mortaliteyle seyredebilen

ciddi salgınlar görülebilir (Mintiens ve ark., 2008; Elbers ve ark., 2008; Liu ve ark., 2021).

4. PATOGENEZ

BTV enfeksiyonunun patogenezi, virüsün konağın damar endoteli ve immün hücrelerini hedef alarak yaygın vasküler hasara yol açmasıyla şekillenir (MacLachlan ve ark., 2013). Enfekte vektör sineğin ısırmasıyla virüs deri altına bırakılır ve drene olan lenf düğümlerinde ilk replikasyonunu gerçekleştirir. Burada başlıca dendritik hücreler, makrofajlar ve lenfositlerde çoğalan virüs, kısa sürede primer viremi ile kana karışır. Virüsün endotel hücrelerine tropizmi sonucunda, özellikle ağız, burun, sindirim sistemi ve ekstremitelerdeki küçük damarlar zarar görür; damar geçirgenliğinin artması ve damar duvarında iltihaplanma neticesinde plazma sızıntısı ve kanamalar meydana gelir (Forzan ve ark., 2007; Schwartz-Cornil ve ark., 2008). Bu patolojik süreç, klinikte görülen ödem, kızarıklık, peteşi ve ekimozlarla kendini gösterir. Yaygın vaskülit tablosu nedeniyle organ ve dokular oksijenlenemez, en uç noktalarda siyanoz gelişir. Patogenezin önemli bir yönü de BTV'nin bağışıklık sistemiyle etkileşimidir; virüs, konak savunmasını zayıflatmak için NS1, NS2, NS4 gibi non-structure(yapısal olmayan) proteinleri aracılığıyla hücresel süreçleri manipüle edebilir (örn. interferon yanıtını baskılaması) (Thabet ve Lajnef, 2024).

4.1. Persistans ve Kışlama Mekanizmaları

BTV'nin konakçı vücudunda kalıcı enfeksiyon oluşturmaları klasik serotiplerde nadir olmakla birlikte, bazı mekanizmalar virüsün uzun süreli varlığını mümkün kılar. Özellikle sığırlarda 2 aya kadar canlı virüs, 4 aya kadar viral RNA kanda saptanabilmektedir (Aguilar-Vega ve ark., 2020; Thabet ve Lajne 2024). Bu durum, enfeksiyonun vektör mevsimi ötesine sarkmasına katkı sağlar. Öte yandan 2006-2007 Kuzey Avrupa BTV-8 deneyimi, virüsün sert kış koşullarında da sonraki yıla aktarılabilirdiğini gösterdi. “Kışlama” olarak adlandırılan bu olgu için birkaç olası mekanizma ileri sürülmüştür.

4.2. Kışlama

Mavidil virüsünün vektörlerin aktif olmadığı kış dönemlerinde hayatta kalma stratejileri, hastalığın epidemiolojisi açısından kritik ve aynı zamanda tam olarak açıklığa kavuşmamış bir konudur. Ilıman iklimli bölgelerde *Culicoides* sinekleri sonbahar sonunda ortadan kaybolur ve ilkbahara kadar ortamda bulunmazlar; bu durumda virüsün sonraki baharda tekrar ortaya çıkması için bir “köprü” mekanizması gereklidir. Yukarıda Patogenez

bölümünde tartışılan bazı mekanizmalar (persistan enfeksiyon, transplasental bulaş, vb.) bu açıdan önem kazanır. Tablo 2 de bu mekanizmalar özetlenmiştir (Takamatsu ve ark., 2003).

Tablo 2: Önemli bulaşma mekanizmaları.

Başlık / Mekanizma	Açıklama
Enfekte ergin vektörlerin kışı geçirmesi	Bazı ergin <i>Culicoides</i> dişileri barınaklarda veya uygun mikroiklimlerde kışı atlatabilir. Mavidil virüsünün kış döneminde devamlılığında en olası nedenin bu enfekte sinekler olduğu bildirilmiştir. İlkbaharda kan emerek yeniden bulaştırabilirler.
Persistan enfeksiyon (gizli enfeksiyon)	BTV, koyunlarda gama-delta T lenfositlerini in vitro kalıcı olarak enfekte edebilir (Takamatsu ve ark., 2003). Bu hücreler virüsü uzun süre barındırıp bağışıklık sisteminden saklayabilir. Aktivasyon (ör. yara, vektör ısırığı) sonrası virüs tekrar çoğalabilir. Atipik serotiplerde uzun taşıyıcılık görülmüştür.
Transplasental ve neonatal taşıyıcılık	Gebelikte enfeksiyonla yavruya virüs geçebilir. Erken gebelikte beyin anomalileri (hidranensefali) görülebilir. BTV pozitif yavrular kısa süre viremi taşıyabilir. Transplasental geçiş salgınlarda ikincil önemdedir.
Atipik direkt bulaşma yolları	Bazı atipik BTV'ler (örn. BTV-26, BTV-27) vektörsüz sınırlı bulaşma gösterebilir. Kışın kapalı ahırlarda yakın temasla ağız salgıları veya aerosol ile bulaşma mümkün olabilir. Vektör aracılı yayılıma kıyasla çok nadirdir.

5. KLİNİK BULGULAR

Mavidil hastalığının klinik seyri, hayvan türüne, virüs serotipine ve virülansına bağlı olarak hafif ateşli hastalıktan perakut ölüme kadar geniş bir yelpazede değişir. En belirgin klinik belirtiler koyunlarda gözlenmiştir. Diğer evcil türler genellikle ya hiç belirti vermez ya da hafif seyredir. Temel bulgular türlere göre Tablo 3 te gösterilmiştir (Caporale ve ark., 2014; Herder ve ark., 2024).

Tablo 3: Hayvan türlerine göre klinik belirtiler.

Tür	Duyarlılık / Genel Özellik	Klinik Bulgular	Hastalık Seyri / Sonuç
Koyun	En duyarlı evcil tür; kuluçka süresi 4-7 gün	Yüksek ateş (40-42°C), iştahsızlık, depresyon, salya ve burun akıntısı, yüz-dudak ödemi, ağız lezyonları, dil şişmesi/mavi dil, ülserler, konjunktivitis, solunum güçlüğü, öksürük, tortikollis, ayak ve tırnak lezyonları, topallık, kambur duruş, memede kabuklanma, nadiren kanlı ishal/hematüri	Perakut (7-48 saatte ölüm), akut (1-2 haftada iyileşme), kronik (uzamış topallık, zayıflama, yapağı dökülmesi, geçici infertilite, yavru anomalileri)
Sığır	Genelde subklinik; naif popülasyon veya yüksek virulensli suşlarda klinik hastalık	Ateş, iştahsızlık, süt veriminde azalma, hafif ağız yaraları, dudak/dil/çene ödemi, burun akıntısı, göz yaşarması, nadiren dil lezyonları, deri nekrotik plakları (pseudo-LSD benzeri), topallık, tırnak lezyonları, memede ödem, genç buzağılarda yüksek ateş ve depresyon.	Düşük mortalite (%0 civarı), 1-2 haftada iyileşme, diş eti nekrozu ve diş dökülmesi görülebilir
Keçi	Genelde belirtisiz; atipik serotiplerde dahi klinik bulgu nadir	Nadir vakalarda hafif ateş, iştahsızlık, ağız lezyonları, süt veriminde azalma, salya akıntısı, arka bacak topallığı	Çoğunlukla asemptomatik, antikor gelişimi; rezervuar rolü
Deve / Alpaka / Lama	Genelde subklinik; bazı raporlarda hafif klinik bulgular	Nadir olarak yüksek ateş, ağız lezyonları	Genellikle asemptomatik; bazı serotiplerde (BTV-25) klinik yok
Yaban Hayatı (Geyik, Antilop vb.)	Türlere göre değişken duyarlılık	Bazı türlerde (Avrupa alageyiğı, mouflon) ağır tablo ve ölüm; beyaz kuyruklu geyik, pronghorn antilobu toplu ölümler; Afrika yaban hayvanları genelde asemptomatik	Epidemiyolojik olarak evcil popülasyonlarla bağlantılı; taşıyıcı rolü
Etçiller	BTV hastalık yapmaz; çok nadir özel durumlar	Kontamine aşı veya enfekte fetus yeme sonrası hastalık (nadiren fatal)	2008'de bir köpekte BTV-8 sonrası ciddi hastalık (Oura & El Harrak, 2011)

6. PROGNOZ

Koyunlarda ciddi vakalarda ölüm oranı %30'lar civarında seyretse de daha hafif suşlarla enfeksiyon veya kısmen bağışık popülasyonlarda ölüm %2-5 düzeyinde kalabilir (Jahanroshan ve ark., 2023). Koyunlar için ortalama ölüm oranı %2-30 arası verilmiştir fakat duyarlı ırklarda kötü koşullarda %70'e varabilir (Kirkland ve ark., 2023). Sığırlarda ölüm nadirdir ($\% < 1$) (Gasparini ve ark., 2021; Zhigailov ve ark., 2022). Yaban geyik popülasyonlarında ise virüs yeni girdiyse yüksek kayıplar görülebilir. İyileşen koyunlarda kondüsyon kaybı birkaç hafta sürebilir, yapağı kaybı ekonomik değeri etkiler (Efrain, 2019). Genç hayvanlar ve zayıf bireyler hastalığa karşı daha hassastır. Bu nedenle, sürü bazında BTV salgını verim kayıpları ve üreme performansında düşüş şeklinde indirekt etkiler de oluşturur.

7. İMMÜNİTE

BTV enfeksiyonuna karşı gelişen bağışıklık yanıtı, humoral (antikor aracılı) ve hücrel immünitenin kombinasyonu ile şekillenir. Nötralize edici antikorlar, özellikle virüsün dış kapsid proteini VP2'ye yönelik olarak enfeksiyonu takiben 1-2 hafta içinde üretilmeye başlar. Bu antikorlar enfeksiyonu kontrol altına almada kritik olup hayvanın iyileşmesini sağlar. Oluşan bağışıklık tip-spesifiktir. Bir serotipe karşı gelişen antikorlar, aynı serotipte uzun süreli (muhtemelen ömür boyu) bağışıklık bırakırken, diğer serotiplere karşı genellikle koruma sağlamaz (Xie ve ark., 2018). Örneğin BTV-4 geçiren bir koyun, tekrar BTV-4'e dirençli olur fakat BTV-1 veya BTV-8'e karşı duyarlı kalır. Az da olsa bazı yakın serotipler arasında kısmi çapraz koruma rapor edilmiştir (Bissett ve Roy, 2024). Kolostral antikorlar, doğan kuzulara/buzağılara birkaç ay süreyle pasif bağışıklık kazandırır; yaklaşık 2-3 ay anneden gelen maternal antikorlar yavruyu korur ancak bu süreden sonra yavru duyarlı hale gelir (anne antikorları bu sürede düşerken aktif aşılardan da bu dönemde yapılması planlanır). Maternal antikorların varlığında yapılacak aşılamalarda bu antikorların nötralizasyon testiyle takip edilmesi önerilir, zira yüksek maternal antikor varlığı aşı virüsünü etkisiz hale getirip etkin bağışıklık oluşmasını engelleyebilir (Fukusho ve ark., 1987; Bhattacharya ve ark., 2007).

7.1. Hücrel Bağışıklık

Hücrel bağışıklık da BTV'ye karşı önemli rol oynar. CD8+ sitotoksik T lenfositleri, BTV ile enfekte hücreleri öldürerek virüsün yayılımını sınırlar. Ayrıca, geviş getiren hayvanlarda bol bulunan gama-delta T hücreleri, BTV enfeksiyonunda hem kalıcı enfeksiyon deposu olma potansiyeli nedeniyle hem de enfeksiyonun kontrolünde interferon- γ üretimiyle önemli görülmektedir.

Deneyisel çalışmalarda, BTV'ye karşı interferon tipi I salgısının erken evrelerde virüs replikasyonunu baskıladığı gösterilmiştir. NK (Doğal öldürücü) hücreler de enfekte hücreleri tanıyıp yok eder (Utrilla-Wheat ve ark., 2020).

8. TEŞHİS

Mavidil hastalığının teşhisi, klinik şüphe ile başlayan ve laboratuvar yöntemleriyle doğrulanan bir süreçtir. Klinik olarak, özellikle endemik bölgelerde yaz-sonbahar döneminde koyunlarda ateş, ağız lezyonları, topallık ve yüz ödemi görülmesi mavidil hastalığından şüphelendirmelidir (Piramanayagam ve ark., 2000). Ancak kesin tanı için etkenin veya bağışıklık yanıtının laboratuvarında gösterilmesi şarttır. Teşhis yaklaşımları aşağıda kategorize edilmiştir:

8.1. Laboratuvar Tanı Yöntemleri

Mavidil hastalığının tanısı, klinik bulgulara ek olarak laboratuvar testlerine dayanır. Çünkü enfeksiyon çoğu zaman subklinik seyreder ve benzer semptomlara sahip diğer hastalıklarla karışabilir. Doğru ve hızlı tanı, hastalığın kontrolü ve hayvan ticareti açısından kritik öneme sahiptir. Tablo 4 te serolojik ve moleküler tanı yöntemleri özetlenmiştir (Afshar,1994; Rao ve ark., 2017; Saminathan ve ark., 2020).

Tablo 4: Serolojik ve moleküler tanı yöntemleri.

Kategori	Yöntem / Teknikler	Notlar / Avantaj & Dezavantajlar
Viral antijen veya genomun gösterilmesi	RT-PCR, RT-qPCR (pan-BTV ve serotip-spesifik), Antijen ELISA (VP7), Viral izolasyon (Vero, BHK, KC hücreleri, embriyolu tavuk yumurtası), AGID doğrulama, PCR/sekanslama (Segment-2 VP2 geni)	Yüksek duyarlılık (PCR), antijen ELISA daha az duyarlı, izolasyon 7-10 gün sürebilir, atipik BTV izolasyonu zor, serotip tayininde VP2 geni altın standart
Serolojik testler (Antikor tespiti)	cELISA (grup-spesifik antikor), Monoklonal antikor bazlı rekabetçi ELISA (BTV/ EHDV ayrımı), AGID, Virüs nötralizasyon testi (VN), Hızlı immunokromatografik kitler	cELISA yüksek duyarlılık/ özgüllük, AGID düşük duyarlılık ve EHDV ayrımı yapmaz, VN altın standart (serotip tayini) ancak zahmetli/pahalı, hızlı testler arazi taramalarında kullanılabilir

8.2. Örneklem ve Zamanlama

Mavidil hastalığından şüphelenmesi durumunda, hastalık belirtilerinin başladığı ilk hafta kan örnekleri (EDTA'lı tam kan) alınması idealdir; çünkü viremi en yüksektir ve PCR/izolasyon şansı yüksektir. Ateş düşüp iyileşmeye döndükten sonra viremi azalır, 14-21 gün sonra genelde virüs kanda bulunmaz (bazı sığırlarda daha uzun sürebilir). Ölü hayvanlardan dalak, lenf bezleri, akciğer, kalp, karaciğer örnekleri virolojik inceleme için alınabilir. Dalak, virüs tespiti için en uygun organdır. Fetüslerde ise beyin ve dalak gibi organlar önemlidir. Serolojik testler için, şüpheli temas veya aşılama sonrası 14 günden itibaren serumda antikor aranabilir; 28. günde antikor titresi zirve yapar. Bu nedenle, sürü bazında son 1 ay içinde ateşli hastalık geçiren hayvanlarda serum ELISA taraması mavidil hastalığına maruziyetini ortaya koyabilir. Çift serum örneği (akut ve konvelesan dönemde, 21 gün arayla) alıp antikor titre artışını göstermek de tanıda faydalıdır (Ambagala ve ark., 2017; Holwerda ve ark., 2024).

8.3. Ayırıcı Tanı

Mavidil, özellikle koyunlarda, benzer klinik belirtilere yol açabilen diğer hastalıklarla karıştırılmamalıdır. Ayırıcı tanıda düşünülmesi gereken başlıca hastalıklar Tablo 5'te gösterilmiştir (Bates, 2007; Bexiga ve ark., 2008; Williamson ve ark., 2008).

Tablo 5: Mavidil ile karışabilen hastalıklar.

Hastalık	Belirtiler	Mavidil ile Farklar / Ayırıcı Özellikler
Şap Hastalığı	Ağızda vezikül ve yaralar, topallık, çok bulaşıcı, doğrudan temasla yayılır, sığırlarda ağır lezyonlar	Mavidilde ağız lezyonları hemorajik/crozyon tarzında, sığırlarda hafif; RT-PCR ile ayrılır
EHD (Epizootic Hemorrhagic Disease)	BTV ile yakın akraba orbivirus, geyiklerde ve sığırlarda benzer klinik tablo	Klinik olarak ayırt edilemez; cELISA BTV/EHD ayrımı veya RT-PCR ile kesin tanı
PPR (Küçük Ruminant Vebası)	Koyun-keçide ağız yaraları, göz-burun akıntısı, nekrotik ağız lezyonları, kötü kokulu ishal, zatürre	Mavidilde ishal nadir, dilde siyanoz olmaz; PCR ile ayrılır
Enterotoksemi (Clostridial enfeksiyonlar)	Ani ölümler, hemorajik bağırsak lezyonları	Genelde ateşsiz, çok perakut; mavidilden farklı
Zehirlenmeler / Fotodermatitis	Yüzde ödem, toksik etkenlere bağlı durumlar	Sistemik enfeksiyon bulgusu (ateş vb.) olmadığından ayrılır
LSD (Lumpy Skin Disease)	Sığırlarda deri nodülleri, yüksek ateş, yaygın nodüller	BTV'de hafif pseudolumpy skin benzeri nodüller olabilir ancak yaygın değil; LSD'den klinik olarak ayrılır

8.9.Bağıışıklık Süresi

Doğal enfeksiyonu atlatan hayvanlarda serotip-spesifik bağıışıklık genellikle yıllarca devam eder. Bazı çalışmalarda koyunların en az 3-4 yıl koruyucu titrede antikor taşıdığı belirlenmiştir. Bu kalıcı bağıışıklık, aynı serotiple yeniden enfeksiyonu engeller. Ancak antikor düzeyleri zamanla düşebilir; yine de hafıza bağıışıklığı sayesinde tekrar aynı virüsle karşılaşınca hastalık gelişmez veya çok hafif seyrederek (Zhugunissov ve ark., 2018).

8.10.Aşılar ve Yapay Bağıışıklık

Mavdil hastalığına karşı mevcut aşılar bağıışıklık sağlamada önemli araçlardır. Canlı attenüe (zayıflatılmış) aşılar, tek dozla uzun süreli (yıllarca) koruma sağlayabilmektedir ancak dezavantajları vardır: Aşı virüsü kanla vektörlere bulaşabilir, immün yetmezlik durumu olan hayvanlarda hastalığa yol açabilir ve gebelerde fetal enfeksiyon yapabilir (Bamouh ve ark., 2021). Bu nedenle birçok bölgede inaktif (öldürölmüş) aşılar tercih edilmektedir. İnaktif aşılar, genellikle 2 doz uygulamayı takiben 1 yıl kadar süren koruma sağlar ve güvenlidir ancak bunlarda da korunacak serotiplerin hepsini içermek önem taşır. Aşılamayla oluşan immünite de serotip-spesifiktir; bu nedenle bölgede hangi serotipler varsa ona yönelik aşı kullanılmalıdır (Eschbaumer ve ark., 2009). Yeni nesil aşı çalışmalarında, BTV'nin tüm serotiplerinde ortak olan NS1 gibi kor proteinlerini hedefleyen evrensel aşı adayları araştırılmaktadır (Thabet ve Lajnef, 2024). Böylece çapraz koruma sağlanması amaçlanmaktadır. Henüz ticari olarak böyle bir aşı bulunmasa da deneysel sonuçlar umut vericidir (Jiménez-Cabello ve ark., 2020).

BTV enfeksiyonuna karşı kazanılan doğal bağıışıklık uzun ömürlü ve güçlüdür ama yalnız enfeksiyonun serotipine özğüdür. Bu durum, mavdil hastalığının kontrolünde çok sayıda serotip için ayrı ayrı aşıların geliştirilmesini zorunlu kılar. Enfeksiyonu geçiren hayvanların aynı serotiple yeniden enfekte olmayışı, saha gözlemleriyle de doğrulanmıştır; örneğin Güney Afrika'da bir bölgedeki sürü BTV-4 salgınını atlattıktan sonra yıllarca BTV-4 yeniden klinik hastalık yapmamıştır. Fakat BTV'nin global çeşitliliğı, her yıl yeni salgınlarda farklı serotiplerin ortaya çıkmasına neden olmakta; bu da sürü bağıışıklığının her yeni serotiple kırıldığı anlamına gelmektedir (Steyn ve ark., 2016).

BTV'nin kışlama mekanizması muhtemelen çok faktörlüdür ve her bölgede farklılık gösterebilir. ılıman kış şartları virüsün atlatmasını kolaylaştırırken, çok sert kışlar viral varlığı ciddi ölçüde azaltır. Ancak günümüzde ılıman kuşakta artan sıcaklıklar ve vektörlerin kuzeye doğru yayılması ile mavdil hastalığının kışlaması daha sık gözlenen bir olgu haline gelmiştir. Bu nedenle, vektör mevsimi dışında da sürülerin izlemi (sentinel hayvan takibi, PCR taramaları) önerilir (Foxi ve ark., 2016). Kışlamanın

anlaşılması, hastalığın eradikasyonu açısından da önem taşır; zira kışı atlatan virüs odakları, kapsamlı aşılama kampanyalarına rağmen enfeksiyonun tekrar baş göstermesine yol açabilir. Aşılama yapılsa dahi BTV'nin tamamen eradike edilemeyeceğini, kışlama mekanizmaları nedeniyle yeniden ortaya çıkabileceğini vurgulamıştır (Kundlacz ve ark., 2019). Bu bağlamda, mavidil kontrol stratejileri kışlama olgusunu da dikkate almalıdır.

9. SONUÇ

Mavidil (Bluetongue) virüs hastalığı, çok sayıda serotipi ve vektör aracılığıyla yayılması nedeniyle küresel hayvancılık için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Elde edilen veriler, BTV'nin tamamen ortadan kaldırılmasının zorluğunu ortaya koymaktadır. Bu zorluk, virüsün kışlama yeteneği, rezervuar konakçıların varlığı ve vektör popülasyonlarının geniş coğrafi yayılımı gibi etkenlerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, hastalığa karşı mücadele stratejileri, tam eradikasyondan ziyade, hastalığın ekonomik etkilerini ve yayılımını kontrol altına almaya odaklanmaktadır.

Mücadele stratejilerinin başında, mevcut epidemiyolojik duruma uygun aşılamanın etkin bir şekilde uygulanması gelmektedir. Özellikle endemik bölgelerde canlı attenüe aşılar ve salgın durumlarında inaktive aşılar önemli başarılar sağlamıştır. Ancak, virüsün sürekli evrim geçirmesi ve yeni serotiplerin ortaya çıkması, DIVA (Aşılı/Enfekte Ayrımı) yeteneğine sahip yenilikçi aşı teknolojilerinin (viral vektör aşıları, mRNA aşıları) geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Aşılamaya ek olarak, vektör kontrolü ve hayvan hareketlerinin kısıtlanması gibi tamamlayıcı önlemler, salgın yönetimi için kritik öneme sahiptir.

Uluslararası iş birliği ve sürveyans, hastalığın küresel yayılımını yönetmek için temel bir unsurdur. Vaka bildirimleri, bölgesel erken uyarı sistemleri ve entomolojik/serolojik izleme ağları, salgınların erken tespiti ve hızlı müdahalesi için hayati bir rol oynamaktadır. İklim değişikliğinin vektör coğrafyasını genişletmesi riski göz önüne alındığında, gelecekteki yayılım senaryolarını öngörmek amacıyla yapılan modelleme çalışmaları büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, mavidil hastalığının yönetimi, çok disiplinli bir yaklaşım gerektirmektedir. Sürveyans, etkili aşılama programları ve uluslararası iş birliğinin güçlendirilmesi, hastalığın etkilerinin en aza indirilmesi için elzemdir. Tek Sağlık (One Health) konsepti çerçevesinde, hayvancılık, ekosistem ve iklim arasındaki dinamik ilişkinin anlaşılması, gelecekteki salgın risklerine karşı proaktif önlemler alınmasına olanak tanıyacaktır. Mavidil, muhtemelen daima mevcut bir risk olarak kalmaya devam edecek olsa da güncel bilimsel bilgi ve saha uygulamalarının entegrasyonu ile yönetilebilir bir tehdit haline getirilebilir.

10. Kaynakça

- Afshar, A. (1994). Bluetongue: laboratory diagnosis. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 17(3-4), 221-242.
- Aguilar-Vega, C., Fernández-Carrión, E., Lucientes, J., & Sánchez-Vizcaíno, J. M. (2020). A model for the assessment of bluetongue virus serotype 1 persistence in Spain. *PLoS One*, 15(4), e0232534.
- Alkhamis, M. A., Aguilar-Vega, C., Fountain-Jones, N. M., Lin, K., Perez, A. M., & Sánchez-Vizcaíno, J. M. (2020). Global emergence and evolutionary dynamics of bluetongue virus. *Scientific Reports*, 10(1), 21677.
- Ambagala, A., Pahari, S., Fisher, M., Lee, P. Y., Pasick, J., Ostlund, E. N., ... & Lung, O. (2017). A rapid field-deployable reverse transcription-insulated isothermal polymerase chain reaction assay for sensitive and specific detection of bluetongue virus. *Transboundary and Emerging Diseases*, 64(2), 476-486.
- Bamouh, Z., Es-Sadeqy, Y., Safini, N., Douieb, L., Tadlaoui, K. O., Martínez, R. V., ... & Elharrak, M. (2021). Safety and efficacy of a Bluetongue inactivated vaccine (serotypes 1 and 4) in sheep. *Veterinary Microbiology*, 261, 109212.
- Barua, S., Rana, E. A., Prodhan, M. A., Akter, S. H., Gogoi-Tiwari, J., Sarker, S., ... & Uddin, J. M. (2024). The global burden of emerging and re-emerging orbiviruses in livestock: An emphasis on Bluetongue virus and epizootic hemorrhagic disease virus. *Viruses*, 17(1), 20.
- Bates, P. (2007). Sheep nasal bot fly and differential diagnosis of bluetongue. *The Veterinary Record*, 160(19), 671.
- Bellone, R., Lechat, P., Mousson, L., Gilbert, V., Piorkowski, G., Bohers, C., ... & Failloux, A. B. (2023). Climate change and vector-borne diseases: a multi-omics approach of temperature-induced changes in the mosquito. *Journal of Travel Medicine*, 30(4), taad062.
- Bexiga, R., Guyot, H., Saegerman, C., Mauroy, A., Rollin, F., Thiry, E., ... & Ellis, K. (2007). Clinical differentiation of malignant catarrhal fever, mucosal disease and bluetongue. *The Veterinary Record*, 161(25), 858.
- Gray, L., Churchill, M. J., Sterjovski, J., Witlox, K., Learmont, J. C., Sullivan, J. S., ... & Gorry, P. R. (2007). Phenotype and envelope gene diversity of nef-deleted HIV-1 isolated from long-term survivors infected from a single source. *Virology journal*, 4(1), 75.
- Bibard, A., Martinetti, D., Giraud, A., Picado, A., Chalvet-Monfray, K., & Porphyre, T. (2025). Quantitative risk assessment for the introduction of bluetongue virus into mainland Europe by long-distance wind dispersal of *Culicoides* spp.: A case study from Sardinia. *Risk Analysis*, 45(1), 108-127.

- Bissett, S. L., & Roy, P. (2024). Impact of VP2 structure on antigenicity: Comparison of BTV1 and the highly virulent BTV8 serotype. *Journal of virology*, 98(10), e00953-24.
- Borkent, A. R. T., & Dominiak, P. (2020). Catalog of the biting midges of the world (Diptera: Ceratopogonidae). *Zootaxa*, 4787(1), 1-377.
- Bowen, R. A., Howard, T. H., Entwistle, K. W., & Pickett, B. W. (1983). Seminal shedding of bluetongue virus in experimentally infected mature bulls. *American journal of veterinary research*, 44(12), 2268-2270.
- Bréard, E., Schulz, C., Sailleau, C., Bernelin-Cottet, C., Viarouge, C., Vitour, D., ... & Beer, M. (2018). Bluetongue virus serotype 27: Experimental infection of goats, sheep and cattle with three BTV-27 variants reveal atypical characteristics and likely direct contact transmission BTV-27 between goats. *Transboundary and emerging diseases*, 65(2), e251-e263.
- Bumbarov, V., Golender, N., Jenckel, M., Wernike, K., Beer, M., Khinich, E., ... & Erster, O. (2020). Characterization of bluetongue virus serotype 28. *Transboundary and emerging diseases*, 67(1), 171-182.
- Calvete, C., Estrada, R., Miranda, M. A., Borrás, D., Calvo, J. H., & Lucientes, J. (2009). Ecological correlates of bluetongue virus in Spain: predicted spatial occurrence and its relationship with the observed abundance of the potential Culicoides spp. vector. *The Veterinary Journal*, 182(2), 235-243.
- Caporale, M., Di Gialleonardo, L., Janowicz, A., Wilkie, G., Shaw, A., Savini, G., ... & Palmarini, M. (2014). Virus and host factors affecting the clinical outcome of bluetongue virus infection. *Journal of virology*, 88(18), 10399-10411.
- Carpenter, M., Kopanke, J., Lee, J., Rodgers, C., Reed, K., Sherman, T. J., ... & Mayo, C. (2024). Evaluating temperature effects on bluetongue virus serotype 10 and 17 coinfection in Culicoides sonorensis. *International journal of molecular sciences*, 25(5), 3063.
- Carpi, G., Holmes, E. C., & Kitchen, A. (2010). The evolutionary dynamics of bluetongue virus. *Journal of molecular evolution*, 70(6), 583-592.
- Chaignat, V., Worwa, G., Scherrer, N., Hilbe, M., Ehrensperger, F., Batten, C., ... & Thuer, B. (2009). Toggenburg Orbivirus, a new bluetongue virus: initial detection, first observations in field and experimental infection of goats and sheep. *Veterinary microbiology*, 138(1-2), 11-19.
- Clavijo, A., Heckert, R. A., Dulac, G. C., & Afshar, A. (2000). Isolation and identification of bluetongue virus. *Journal of virological methods*, 87(1-2), 13-23.
- Coetzee, P., Van Vuuren, M., Stokstad, M., Myrmel, M., & Venter, E. H. (2012). Bluetongue virus genetic and phenotypic diversity: towards identifying the molecular determinants that influence virulence and transmission potential. *Veterinary Microbiology*, 161(1-2), 1-12.

- Darpe, K. E., Batten, C. A., Veronesi, E., Shaw, A. E., Anthony, S., Bachanek-Bankowska, K., ... & Oura, C. A. L. (2007). Clinical signs and pathology shown by British sheep and cattle infected with bluetongue virus serotype 8 derived from the 2006 outbreak in northern Europe. *Veterinary Record*, 161(8), 253-261.
- Dik, B., Yağci, Ş., & Linton, Y. M. (2006). A review of species diversity and distribution of *Culicoides* Latreille, 1809 (Diptera: Ceratopogonidae) in Turkey. *Journal of Natural History*, 40(32-34), 1947-1967.
- Eaton, B. T., Hyatt, A. D., & Brookes, S. M. (1990). The replication of bluetongue virus. *Bluetongue Viruses*, 89-118.
- Efrain, L., Cláudia, R., & Deonísio, D. (2019). Observations on blue-tongue virus infection in deer.
- El-Sebelgy, M., Madbouly, H., Tamam, S., Ata, N., & Zaher, K. (2021). Studies on Bluetongue Virus (BTV) Isolated from Clinical Field Specimens of Ruminants during 2016 in Egypt. *Journal of Veterinary Medical Research*, 28(2), 76-89.
- Eschbaumer, M., Hoffmann, B., König, P., Teifke, J. P., Gethmann, J. M., Conraths, F. J., ... & Beer, M. (2009). Efficacy of three inactivated vaccines against bluetongue virus serotype 8 in sheep. *Vaccine*, 27(31), 4169-4175.
- Ferrara, G., Improda, E., Piscopo, F., Esposito, R., Iovane, G., Pagnini, U., & Montagnaro, S. (2024). *Bluetongue virus seroprevalence and risk factor analysis in cattle and water buffalo in southern Italy (Campania region)*. *Veterinary Research Communications*, 48(1), 579-584.
- Filho, L. F. C. D. C., Sbizzera, M. C. R., Barreto, J. V. P., Pituco, E. M., Lorenzetti, E., Lunardi, M., ... & Matias, B. F. (2019). Bluetongue disease in sheep: a review. *Arquivos do Instituto Biológico*, 86, e1342018.
- Forzan, M., Marsh, M., & Roy, P. (2007). Bluetongue virus entry into cells. *Journal of virology*, 81(9), 4819-4827.
- Foxi, C., Delrio, G., Falchi, G., Marche, M. G., Satta, G., & Ruiu, L. (2016). Role of different *Culicoides* vectors (Diptera: Ceratopogonidae) in bluetongue virus transmission and overwintering in Sardinia (Italy). *Parasites & Vectors*, 9(1), 440.
- Fukusho, A., Ritter, G. D., & Roy, P. (1987). Variation in the bluetongue virus neutralization protein VP2. *Journal of general virology*, 68(11), 2967-2973.
- Gasparini, M., Laguardia-Nascimento, M., Sales, É. B., Oliveira, A. G. G., Lobato, Z. I., Camargos, M. F., & Fonseca Júnior, A. A. (2021). Study of molecular diagnosis and viremia of bluetongue virus in sheep and cattle. *Brazilian Journal of Microbiology*, 52(3), 1623-1626.
- Gethmann, J., Probst, C., & Conraths, F. J. (2020). Economic impact of a bluetongue serotype 8 epidemic in Germany. *Frontiers in veterinary science*, 7, 65.

- Gondard, M., Postic, L., Garin, E., Turpaud, M., Vorimore, F., Ngwa-Mbot, D., ... & Bréard, E. (2024). Exceptional bluetongue virus (BTV) and epizootic hemorrhagic disease virus (EHDV) circulation in France in 2023. *Virus research*, 350, 199489.
- Gould, E. A., & Higgs, S. (2009). Impact of climate change and other factors on emerging arbovirus diseases. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 103(2), 109-121.
- Groschupp, S., Kampen, H., & Werner, D. (2023). Occurrence of putative *Culicoides* biting midge vectors (Diptera: Ceratopogonidae) inside and outside barns in Germany and factors influencing their activity. *Parasites & Vectors*, 16(1), 307
- Herder, V., Caporale, M., MacLean, O. A., Pintus, D., Huang, X., Nomikou, K., ... & Palmarini, M. (2024). A Machine Learning Framework to Identify the Correlates of Disease Severity in Acute Arbovirus Infection. *bioRxiv*, 2024-02.
- Holwerda, M., Santman-Berends, I. M., Harders, F., Engelsma, M., Vloet, R. P., Dijkstra, E., ... & van Rijn, P. A. (2024). Emergence of bluetongue virus serotype 3, the Netherlands, September 2023. *Emerging Infectious Diseases*, 30(8), 1552.
- Hourrigan, J. L., & Klingsporn, A. L. (1975). Bluetongue: the disease in cattle. *Australian veterinary journal*, 51(4), 170-174.
- Jahanroshan, N., Dalir-Naghadeh, B., Lotfollahzadeh, S., Abdollahi, M., Azarmi, S., & Moosakhani, F. (2023). Bluetongue outbreak in a sheep flock from Iran. *Veterinary Medicine and Science*, 9(6), 2791-2795.
- Karaoğlu, T., Özgünlük, İ., Yıldırım, Y., Güngör, E., Oğuzoğlu, Ç., Dağalp, S., Özkul, A., Alkan, F., Akça, Y. ve Burgu, I. (2012). Kuzeydoğu ve Güneydoğu Anadolu'da mavi dil virüsü enfeksiyonunun seroepidemiolojisi, Türkiye. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 59, 289-294. http://doi.org/10.1501/VETFAK_0000002540.
- Kirkland, P. D., Finlaison, D. S., Biddle, A., Parsons, M., Austin, H., Boland, S., ... & Britton, S. (2024). Bluetongue disease in sheep in New South Wales–April 2023. *Australian Veterinary Journal*, 102(1-2), 26-29.
- Kundlacz, C., Caignard, G., Sailleau, C., Viarouge, C., Postic, L., Vitour, D., ... & Breard, E. (2019). Bluetongue virus in France: An Illustration of the European and Mediterranean Context since the 2000s. *Viruses*, 11(7), 672.
- Liendo, G., & Castro, A. E. (1981). Bluetongue in cattle: diagnosis and virus isolation. *The Bovine Practitioner*, 87-95.
- Liu, F., Gong, Q. L., Zhang, R., Chen, Z. Y., Wang, Q., Sun, Y. H., ... & Du, R. (2021). Prevalence and risk factors of bluetongue virus infection in

- sheep and goats in China: a systematic review and meta-analysis. *Microbial Pathogenesis*, 161, 105170.
- Maan, S., Belaganahalli, M. N., Maan, N. S., Attoui, H., & Mertens, P. P. (2020). Orbiviruses. In *Emerging and Transboundary Animal Viruses* (pp. 161-214). Singapore: Springer Singapore.
- Maclachlan, N. (2011). Mavi dil: tarih, küresel epidemiyoloji ve patogenez. *Önleyici Veteriner Hekimliği*, 102 2, 107-11 . <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.04.005> .
- Maclachlan, N. J., & Mayo, C. E. (2013). Potential strategies for control of bluetongue, a globally emerging, Culicoides-transmitted viral disease of ruminant livestock and wildlife. *Antiviral Research*, 99(2), 79-90.
- Matthijnssens, J., Attoui, H., Bányai, K., Brussaard, C. P. D., Danthi, P., Del Vas, M., ... & Duncan, R. (2022). Fāng (方勤) Q, Johne R, Mertens PPC, Mohd Jaafar F, Patton JT, Sasaya (笹谷孝英) T, Suzuki (鈴木信弘) N, Wei (魏太云) T. 2022. ICTV virus taxonomy profile: Sedorecoviridae 2022. *J Gen Virol*, 103(10).
- Medrouh, B., Abdelli, A., Belkessa, S., Ouinten, Y., Brahimi, M., Hakem, A., ... & Pasolli, E. (2024). Seroprevalence and risk factors of bluetongue virus in domestic cattle, sheep, goats and camels in Africa: a systematic review and meta-analysis. *Veterinary Quarterly*, 44(1), 1-12.
- Meiswinkel, R., Goffredo, M., Leijts, P., & Conte, A. (2008). The Culicoides ‘snapshot’: a novel approach used to assess vector densities widely and rapidly during the 2006 outbreak of bluetongue (BT) in The Netherlands. *Preventive Veterinary Medicine*, 87(1-2), 98-118.
- Mintiens, K., Meroc, E., Mellor, P. S., Staubach, C., Gerbier, G., Elbers, A. R., ... & De Clercq, K. (2008). Possible routes of introduction of bluetongue virus serotype 8 into the epicentre of the 2006 epidemic in north-western Europe. *Preventive veterinary medicine*, 87(1-2), 131-144.
- Muntzer, A. A. (2017). *Tropism of bluetongue virus in Culicoides midges* (Doctoral dissertation, University of Glasgow).
- Napp, S., Gubbins, S., Calistri, P., Allepuz, A., Alba, A., García-Bocanegra, I., ... & Casal, J. (2011). Quantitative assessment of the probability of bluetongue virus overwintering by horizontal transmission: application to Germany. *Veterinary research*, 42(1), 4.
- Piramanayagam, S., Subramanian, K. S., Balachandran, S., Chellapandian, M., & Balakrishnan, G. (2000). Some Observanons On The Clinical Symptoms Of Bluetongue In Sheep. *Indian Journal of Small Ruminants*, 6(2), 98-99.
- Dal Pozzo, F., Saegerman, C., & Thiry, E. (2009). Bovine infection with bluetongue virus with special emphasis on European serotype 8. *The Veterinary Journal*, 182(2), 142-151.

- Rao, P. P., Hegde, N. R., Singh, K. P., Putty, K., Hemadri, D., Maan, N. S., ... & Mertens, P. P. (2017). Bluetongue: Aetiology, epidemiology, pathogenesis, diagnosis and control. In *Emerging and Re-emerging Infectious Diseases of Livestock* (pp. 3-54). Cham: Springer International Publishing.
- Rojas, J. M., Avia, M., Martín, V., & Sevilla, N. (2021). Inhibition of the IFN response by bluetongue virus: the story so far. *Frontiers in microbiology*, 12, 692069.
- Sailleau, C., Breard, E., Viarouge, C., Vitour, D., Romey, A., Garnier, A., ... & Zientara, S. (2017). Re-emergence of bluetongue virus serotype 8 in France, 2015. *Transboundary and emerging diseases*, 64(3), 998-1000.
- Saminathan, M., Singh, K. P., Khorajiya, J. H., Dinesh, M., Vincetha, S., Maity, M., ... & Dhama, K. (2020). An updated review on bluetongue virus: epidemiology, pathobiology, and advances in diagnosis and control with special reference to India. *Veterinary Quarterly*, 40(1), 258-321.
- Saminathan, M., Singh, K. P., Khorajiya, J. H., Dinesh, M., Vincetha, S., Maity, M., ... & Dhama, K. (2020). An updated review on bluetongue virus: epidemiology, pathobiology, and advances in diagnosis and control with special reference to India. *Veterinary Quarterly*, 40(1), 258-321.
- Steyn, J., Venter, G. J., Labuschagne, K., Majatladi, D., Boikanyo, S. N., Lourens, C., ... & Venter, E. H. (2016). Possible over-wintering of bluetongue virus in *Culicoides* populations in the Onderstepoort area, Gauteng, South Africa. *Journal of the South African Veterinary Association*, 87(1), 1-5.
- Sung, P. Y., & Roy, P. (2021). RNA origami: packaging a segmented genome in orbivirus assembly and replication. *Viruses*, 13(9), 1841.
- Tabachnick, W. J. (2004). *Culicoides* and the global epidemiology of bluetongue virus infection. *Vet Ital*, 40(3), 144-50.
- Takamatsu, H., Mellor, P. S., Mertens, P. P. C., Kirkham, P. A., Burroughs, J. N., & Parkhouse, R. M. E. (2003). A possible overwintering mechanism for bluetongue virus in the absence of the insect vector. *Journal of general Virology*, 84(1), 227-235.
- Thabet, S., & Lajnef, R. (2024). Potential mechanisms underlying bluetongue virus emergence and spread. *Frontiers in Virology*, 4, 1448192.
- Utrilla-Trigo, S., Jiménez-Cabello, L., Alonso-Ravelo, R., Calvo-Pinilla, E., Marín-López, A., Moreno, S., ... & Ortego, J. (2020). Heterologous combination of chAdOx1 and MVA vectors expressing protein NS1 as vaccination strategy to induce durable and cross-protective CD8+ T cell immunity to bluetongue virus. *Vaccines*, 8(3), 346.
- Valeria, F., Antonio, S., & Lúcia, F. (2019). Molecular detection of bluetongue virus in cattle and sheep.

- van den Brom, R., Santman-Berends, I., van der Heijden, M. G., Harders, F., Engelsma, M., van Gennip, R. G., ... & Holwerda, M. (2025). Bluetongue virus serotype 12 in sheep and cattle in the Netherlands in 2024–A BTV serotype reported in Europe for the first time. *Veterinary Microbiology*, 301, 110365.
- Van Rijn, P. A., Van de Water, S. G., Maris-Veldhuis, M. A., & Van Gennip, R. G. (2016). Experimental infection of small ruminants with bluetongue virus expressing Toggenburg Orbivirus proteins. *Veterinary Microbiology*, 192, 145-151.
- Williamson, S., Woodger, N., & Darpel, K. (2008). Differential diagnosis of bluetongue in cattle and sheep. *In Practice*, 30(5), 242-251.
- Xie, S., Shi, Y., Gong, R., Cui, W., Jiang, Y., Liu, M., ... & Tang, L. (2018). Identification of antigenic epitopes of monoclonal antibodies against the VP2 protein of the 25 serotype of bluetongue virus. *Veterinary microbiology*, 219, 136-143.
- Zhigailov, A. V., Perfilyeva, Y. V., Maltseva, E. R., Ostapchuk, Y. O., Cherusheva, A. S., Naizabayeva, D. A., ... & Mamadaliyev, S. M. (2022). Identification and characterization of bluetongue virus in *Culicoides* spp. and clinically healthy livestock in southeastern Kazakhstan. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 90, 101895.
- Zhugunissov, K., Bulatov, Y., Taranov, D., Yershebulov, Z., Koshemetov, Z., Zhunushov, A., ... & Abduraimov, Y. (2018). Beta-propiolactone inactivated bivalent bluetongue virus vaccine containing Montanide ISA-71VG adjuvant induces long-term immune response in sheep against serotypes 4 and 16 even after 3 years of controlled vaccine storage. *Veterinary microbiology*, 226, 23-30.
- Zientara, S., MacLachlan, N. J., Calistri, P., Sanchez-Vizcaino, J. M., & Savini, G. (2010). Bluetongue vaccination in Europe. *Expert review of vaccines*, 9(9), 989-991.

Köpeklerde Kataraktın Tanı ve Tedavisi¹

Berfin Petek²

Büşra Kibar Kurt³

Özet

Lens, sinir ve damar içermeyen, saydam ve bikonveks bir yapıdır. Işığı kırarak retina üzerine odaklar; %65 su, %34 protein içerir. Yaşla birlikte çözünmeyen proteinler artar, bu da katarakt gelişimine katkı sağlar. Katarakt, lensin saydamlığını kaybetmesiyle oluşur; genetik, travma, diyabet, toksin, radyasyon ve elektrik gibi faktörlerle ilişkilidir. Kataraktlar etiyojoloji, yaş, konum ve evreye göre sınıflandırılır. Tanıda oftalmik muayene, pupilla dilatasyonu ve B-mod ultrasonografi kullanılır; ultrasonografide lensin ekojenitesi artmış ve şişkin görünümde olur. Katarakt tedavisinde medikal yöntemler sınırlı etki gösterir; atropinle pupil dilatasyonu sağlanabilir, antioksidanlar hastalığın ilerlemesini yavaşlatabilir. Cerrahi tedavi ise daha etkilidir ve fakoemülsifikasyon, diskizyon-aspirasyon, ekstrakapsüler ve intrakapsüler ekstraksiyon gibi teknikleri içerir. Fakoemülsifikasyon, ultrasonla lensin parçalanarak aspire edildiği, minimal invaziv ve yüksek başarı oranına sahip bir yöntemdir. İntrakapsüler ekstraksiyonda lens kapsülü bozulmadan çıkarılır; retina dekolmanı riski nedeniyle vitrektomi veya intraoküler implant uygulanabilir. Cerrahi sonrası oluşan hipermetropiyi düzeltmek için intraoküler lensler (PMMA, silikon, akrilik) kullanılır; katlanabilir lensler daha az inflamasyon oluşturur ve cerrahi kolaylık sağlar.

- 1 Bu kitap bölümü 1. yazarın 'Köpeklerde Kataraktın Tanı ve Tedavisi' başlıklı yüksek lisans semineri eserinin bir kısmından özetlenmiştir.
- 2 Veteriner Hekim, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, berfinpetek@gmail.com Orcid No: 0009-0003-1088-7514
- 3 Doç. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı, busra.kibar@adu.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-1490-8832

1. GİRİŞ

Katarakt, köpeklerde lensin opaklaşmasıyla görmeyi azaltmasına veya kaybına yol açan yaygın bir göz hastalığıdır. Görme işlevini ve yaşam kalitesini korumak için doğru tanı ve zamanında müdahale esastır (Wang ve ark., 2021). Etkenler arasında kalıtım, genetik yatkınlık, yaş, metabolik bozukluklar, toksikasyon, radyasyon, travma ve lens kaynaklı üveit sayılabilir (Donzel ve ark., 2017). Klinik tanı, slit lamba biyomikroskopi, oftalmoskopi ve ultrasonografi gibi yöntemlerle konur (Kim ve ark., 2023).

Tedavide en etkili yöntem cerrahi yaklaşımdır bunun için 4 çeşit yöntem kullanılmaktadır. Bunlar; diskizyon ve aspirasyon, ekstrakapsüler ekstraksiyon, fakoemülsifikasyon ve intrakapsüler ekstraksiyondur. Fakoemülsifikasyon ve intraoküler lens implantasyonu görmeyi geri kazandırabilir. Cerrahi uygun olmayan vakalarda ise anti-inflamatuvar ve destekleyici tıbbi tedavi uygulanır (Brown ve ark., 2023). Son yıllarda yapay zekâ destekli görüntüleme teknikleri, katarakt tanısı ve evrelemede hekime yardımcı olmaktadır (Li ve ark., 2024).

Bu bölümde köpeklerde kataraktın etiyolojisi, sınıflandırılması, tanısı, medikal ve cerrahi tedavisi anlatılmıştır.

2. LENSİN ANATOMİK VE FİZYOLOJİK YAPISI

Lens; sinirsel iletimi, kan ve lenfatik dolaşımı olmayan, renksiz, saydam, bikonveks bir yapıdadır. İris ile korpus vitreus arasında patellar fossada yer alır ve fibra zonularisler aracılığıyla korpus siliareye asılı halde bulunur. Gözdeki en güçlü ikinci kırıcı yapı lenstir. Lens göze gelen ışınları akomodasyon ve saydam olması sebebiyle daha fazla kırarak görme noktasına ulaştırır (Akın ve Samsar, 2005; Martin, 2010).

Lens yüzeyi göz küresine benzer şekilde anterior kutup, posterior kutup ve çember şeklinde lensin çevresi olan ön ve arka yüzleri birbirinden ayıran ekvatoran oluşmaktadır. Lensin posterior yüzeyi anterior yüzeyine göre daha fazla eğimlidir. Anterior kısmı irisin posterior kısmı ile temas halindedir ve pupillayı doldurur; posterior kısmı ise vitreusla temas halindedir. Lens transversal kesitte daireseldir fakat sagittal veya dorsal kesitlerde hafif elipsoidal bir yapıdadır (Ofri, 2018; Meekins ve ark., 2021).

Köpek lensinin ortalama hacmi 0.5 ml'dir. Lensin kalınlığı yaklaşık 10,5 mm çapında ve 7,5 mm aksiyal kalınlığındadır. Ön kapsülün kalınlığının 50-70 μ m, arka kapsül kalınlığının ise 2-4 μ m kadar olduğu bildirilmiştir (Akın ve Samsar, 2005; Martin, 2010).

Lensin %65'i su, %34'ü protein %1'i ise lipid, inorganik iyon, karbonhidrat, askorbik asit, glutatyon ve aminoasitten oluşmaktadır. Lens proteinleri suda eriyen ve suda erimeyen (ürede eriyen ve erimeyen) olmak üzere iki gruba ayrılır (Martin, 2010). Lensin suda çözünemeyen proteinleri membran yapısı proteinleri ve hücre çatısındaki proteinlerdir. İlerleyen yaşlarda lensin toplam protein miktarı azalmasına rağmen katarakta sahip gözlerde çözünemeyen proteinlerin miktarında artış görülür. Çözünebilen proteinler lensin korteksinde yoğun miktarda yer alırken çözünemeyen proteinler çoğunlukla lens nükleusunda yer alır (Weingeist ve ark., 2001; Gum ve Mackay, 2012).

Lens, ışığa ve oksidanlara sürekli maruz kalması nedeniyle büyük bir oksidatif stres oluşturur. Oksidatif stresin sebep olduğu hasara karşı lenste yüksek konsantrasyonlarda bulunan glutatyon, karnitin ve askorbik asit gibi antioksidanlar koruma sağlar. Bu koruyucu mekanizmaların eksikliği kataraktojenik değişikliklere yol açabilir (Andley ve Clark, 1989).

3. KATARAKT

Katarakt, lens fibrillerinin beslenmesinde, enerji veya protein sentezi metabolizmasında, ozmotik dengede farklı sebeplerden kaynaklı meydana gelen bozulmalar sonucunda lensin saydamlığını kaybetmesi, opaklaşmasıyla oluşan görme bozukluğudur (Petersen- Jones, 2000).

3.1. Kataraktın Etiyolojisi

3.1.1. Kalıtım

Konjenital veya edinsel olmak üzere iki formda görülebilir. Konjenital katarakt, doğumdan sonra gözler ilk kez açıldığında mevcut olan bir lens opasitesini ifade eder. Konjenital olarak kabul edilebilmesi için 8 haftalıktan önce teşhis edilmesi gerekir. Edinsel olan kataraktların ise oluşum nedenleri arasında gebelik sırasındaki hastalıklar, teratojenik ilaçlar, radyasyona maruziyet, metabolik hastalıklar ve gebelik sırasında yetersiz beslenme yer almaktadır (Ofri, 2018; Martin, 2010).

Yapılan bir çalışmada, katarakt operasyonu geçiren köpeklerin cinsiyet ve kısırlaştırma durumu 158/309'un (%51,1) kısırlaştırılmış erkek, 24/309'un (%7,8) tüm erkek, 105/309'un (%34,0) kısırlaştırılmış dişi ve 22/309'un (%7,1) dişi olduğunu ortaya koydu. Köpeklerin 44/309'u (%14,2) melezdi. Jack Russell Terrier en yüksek oranla incelenen köpeklerin 25/309'unu (%8,1) oluşturuyordu. Diğer yaygın ırklar arasında Batı Highland Beyaz Teriyeri (24/309, %7,8), Labrador Retriever (22/309, %7,1), Bichon Frise

(22/309, %7,1) ve Minyatür Schnauzer (20/309, %6,5) yer aldı. Çalışma popülasyonunun 165/309'unda (%53,4) eş zamanlı diyabet mellitusu görüldü (Andrews ve ark., 2025).

Kalıtsal katarakt, Avustralya Çoban Köpeği ve Minyatür Amerikan Çoban Köpeklerinde de görülen ilerleyici bir göz rahatsızlığıdır ve esas olarak *HSF4* genindeki bir mutasyondan kaynaklanır (De Iorio ve ark., 2025). Sibiry kurdunda ise ekvatorial ve posterior subkapsüler katarakt görülür. Bu kataraktlar 6-18 aylıkken ortaya çıktıkları ve genel olarak yavaş ilerledikleri için juvenil başlangıçlı olarak kabul edilir (Gentilini ve ark., 2008).

3.1.2. Travma

Kedi tırnağı, tüy, diken, bitkisel materyaller veya ateşli silah mühimmatı gibi delici yabancı cisimler penetre olarak künt ya da kesici delici travmatik katarakta neden olabilir. Künt travma kaynaklı kataraktlar değişken derecelerde subkapsüler katarakt oluşturarak yaralanma bölgesine bitişik yıldız şeklinde bir şekil ortaya çıkarabilir. Lens kapsülü yırtıldığında veya delindiğinde humor aköz lensin içine girebilir. Lens kapsülündeki perforasyon küçükse ve içerik sızmiyorsa lens üveal kanal yoluyla lens epitelini sayesinde iyileşebilir sadece fokal rezidüel katarakt olarak kalabilir (Buschmann ve ark., 1987; Maggs ve ark., 2007).

3.1.3. Metabolik Bozukluklar

Metabolik bozukluklara bağlı olarak gelişen katarakta konjenital ve edinsel metabolik bozukluklar sebep olabilir. Diabetes mellitus köpeklerde metabolik bozukluklar sonucu oluşan kataraktın en yaygın nedenidir ve katarakt cerrahisi için başvuranlarda ikinci sıradadır (Beam ve ark., 1999; Lee ve ark., 2023).

3.1.4. Toksikasyon

Köpeklerde toksik katarakt iki şekilde tanımlanmıştır. Birincisi, ekvator ve periferik arka kortekste bir bant halinde vakuollerin gelişmesidir. Bu vakuoller aksiyel olarak anterior ve subkapsüler bölgede posteriora uzanabilir. İkincisi ise posterior suturelar ve birleşim yerleri boyunca gözlenen opasifikasyon oluşumlarıdır (Heywood, 1971).

Aseton, dinitrofenol, dimetilsülfoksit, kresol ve paradiklorobenzolün yanı sıra çok sayıda kimyasal ve çözücü de dahil olmak üzere bir dizi toksik maddenin kataraktı tetiklediği bilinmektedir (Gupta ve ark., 2014).

3.1.5. Radyasyon

Röntgen ışınlarının radyasyon enerjisi ekvatorial bölgede bölünen hücreleri etkileyerek katarakta neden olabilir. Radyasyon kaynaklı inflamasyon, hücrenin rejenerasyon yeteneğini olumsuz etkilenmesi sonucu mitotik aktivitenin bozulmasından kaynaklanabilir (Pinard ve ark., 2012).

3.1.6. Elektrik

Elektrik çarpan hayvanlarda, şoktan aylar sonra tipik bir aksiyal ön subkapsüler katarakt gelişebilir (Brightman ve ark., 1984).

3.2. Kataraktın Sınıflandırılması

Katarakt, farklı boyut ve şekillerde, lens içindeki farklı konumlarda ve ilerleme hızında olabilir. Kataraktların değişken doğası ve görünümü nedeniyle çeşitli sınıflandırma yöntemleri kullanılmaktadır (Tablo 1) (Davidson ve Nelms, 2012; Mancuso ve Hendrix, 2016).

Tablo 1. Kataraktın sınıflandırılması (Davidson ve Nelms, 2012; Mancuso ve Hendrix, 2016; Ofri, 2018).

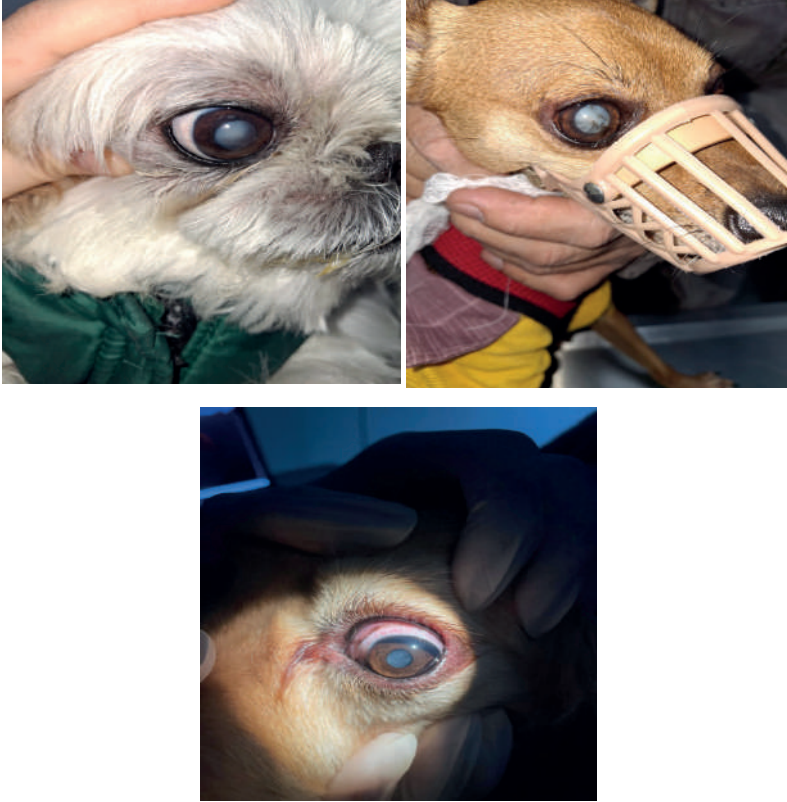
Etiyolojiye göre	Lensteki pozisyonuna göre	Yaşa göre	Oluşum aşamalarına göre
Kalıtım	Anterior kapsular/ subkapsular	Juvenil	İnsipient
Travma	Kortikal	Senil	Immatur
Metabolik bozukluklar	Nuklear		Matur
Toksikasyon	Posterior kapsular/ subkapsular		Hipermatur
Radyasyon			Morgagnian
Elektrik			

3.3. Katarakt Tanısı

Katarakt kaynaklı görüş kaybının derecesi opasitenin derecesine ve konumuna bağlı olarak değişmektedir. Hastalar; yabancı ortamlarda nesnelere çarpma, çekingenlik, kişilik değişimi, gündüz ve gece görüşü arasında farklılık gibi görme yetersizliği veya tam körlükten kaynaklanan davranış değişiklikleri üzerine göz muayenesine getirilmektedir. Hastanın anamnezi alınır ve hastalık geçmişi öğrenilir. Genel fiziksel muayenesi gerçekleştirilir. Direkt ve indirekt oftalmik muayenesi yapılır. Schirmer gözyaşı testi, Slit lamp muayenesi yapılır. Flurescein, oftalmoskopik muayene, tonometri

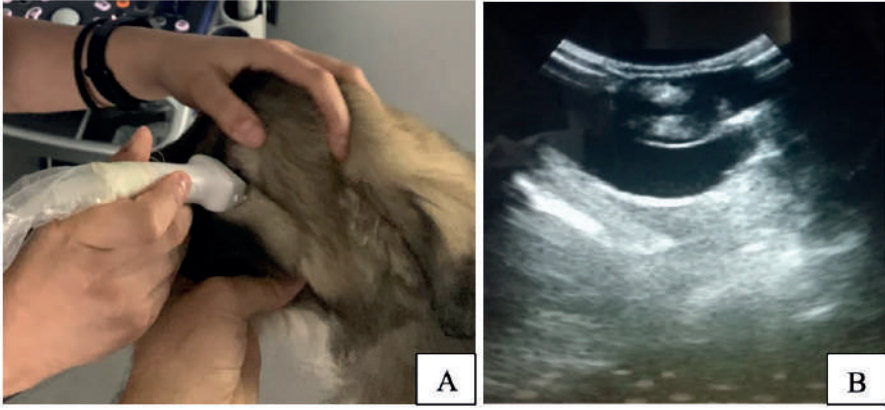
ve fundoskopi yapılır. Lensin yeterli düzeyde muayenesinin yapılabilmesi amacıyla pupillar dilatasyon sağlanmalıdır (Ofri, 2008; Mancuso ve Hendrix, 2016).

Pupillar dilatasyonun sağlanmaması, periferik kortikal değişimlerin ve ekvator yakınındaki kapsüler opasitelerin gözden kaçmasına neden olmaktadır. Pupillar dilatasyon aynı zamanda katarakt ve nükleer sklerozisin ayrımının yapılmasında yardımcı olmaktadır (Şekil 1) (Ofri, 2008).



Şekil 1. Kataraktın klinik görünümü

Tanı koymak için en yaygın oküler ultrasonografi kullanılır. B-mod ultrasonografi ile göz küresinin değerlendirilmesinde, yüksek çözünürlüğe ve küçük temas alanına sahip (1-4 cm) orta frekanslı (7.5-10 MHz) sektör, mikrokonveks veya lineer prob kullanımı uygundur. Lensin merkezi anormal derece ekojenite artışı, korteksi hiperekoik, nükleus kısmı da anekoik yapıda ve lens sağlıklı göze oranla şişkin görünüyor (Şekil 2) (Dar ve ark., 2014; Park ve ark., 2025).



Şekil 2. A) Gözün ultrasonografik muayenesi. B) Kataraktın ultrasonografik görüntüsü.

3.4. Katarakt Sağaltımı

3.4.1. Medikal Sağaltım

Katarakt tedavisi için çeşitli tedavi yöntemleri denenmektedir fakat tam anlamıyla etkili bir tedavi bulunmamaktadır. Nukleustaki lens opasitelerinin medikal tedavisi, pupil dilatasyonunu korumak ve santral opasite çevresinde görmeyi sağlamak için haftada 2-3 kez %1'lik topikal atropin damlatılarak opasitenin çevresindeki periferik görüşün etkinleştirilmesidir. Ancak bu tedavi uzun süreli bir tedavi olarak veya cerrahiye alternatif olarak sunulmamalı ve hasta cerrahi değerlendirmesi ve tedavisi için sevk edilmelidir. Benzer midriyatik tedavi, rezorpsiyonun ileri aşamalarında olan ve cerrahi planlanmayan hipermatür kataraktlarda da uygulanabilir. Lens kaynaklı üveit gelişirse veya lens kaynaklı üveiti önlemek için topikal glukokortikoidler ve/veya NSAİİ'ler uygulanır (Gelatt, 2012; Ofri, 2018).

Oksidasyon kataraktın patogeneğinde rol oynadığı için antioksidanların köpeklerde kataraktın ilerlemesini durdurabileceği ve geriletebileceği öne sürülmüştür. Selenyum, E vitamini, orgotein (süperoksit dismutaz), çinko askorbat ve karnosin dahil olmak üzere çeşitli sistemik ve topikal ajanlar üzerinde çalışılmış ve “katarakt karşıtı ilaçlar” olarak pazarlanmıştır (Wilkie ve Colitz, 2008; Ofri, 2021).

3.4.2. Cerrahi Sağaltım

Katarakt cerrahisi son yıllarda değişime uğramıştır. Cerrahi tekniklerin değişmesi, oküler farmakoloji, viskoelastik ajanların erişilebilirliği,

fakoemülsifikasyon ve intraoküler lens implantasyonunun uygulanabilirliği katarakt cerrahisinin gelişmesini sağlamıştır. Fakoemülsifikasyon veya ultrason ile lensin parçalanması ve parçaların aspire edilmesi, küçük hayvanlarda katarakt cerrahisi için standart teknik haline gelmiştir. Preoperatif olarak antinflamatuar ajanların kullanımı, preoperatif ve intraoperatif midriyazisin sağlanması, hastaya uygun pozisyon verilmesi, uygun büyütmenin sağlanması ve viskoelastik ve nondepolarizan nöromusküler blokör kullanımı komplikasyon riskini düşürmektedir (Wilkie ve Colitz, 2012).

Kataraktı olan tüm hayvanlar cerrahi müdahale için uygun değildir. Kataraktın evresi ve görme kaybının derecesi kayda değer bir seviyede olmalıdır. Hastanın yeniden görebilmesi için retinanın sağlıklı ve işlevsel olması gerekir. İmmatur kataraktların cerrahi olarak çıkarılmasında başarı oranı matur kataraktların çıkarılmasından daha yüksektir çünkü bu aşamada daha az lens kaynaklı üveit vardır ve cerrahi teknik olarak daha kolaydır. Üveitin şiddeti arttıkça prognoz kötü etkilenir. Kataraktın ilerleme hızı öngörülemeyeceği için diyabetik hastalar hariç, cerrahi müdahale en erken şekilde yapılmalıdır (Wilkie ve Colitz, 2008; Lim ve ark., 2011).

Kataraktın tedavisinde yaygın olarak kullanılan dört cerrahi düzeltme yöntemi bulunmaktadır. Bunlar; diskizyon ve aspirasyon, ekstrakapsüler ekstraksiyon, fakoemülsifikasyon ve intrakapsüler ekstraksiyondur (Davidson ve ark., 1990; Akın ve Samsar, 2005; Maggs ve ark., 2007).

3.4.3. Diskizyon ve Aspirasyon

Diskizyon ve aspirasyon, kornea ve anterior lens kapsülünün açılarak irrigasyon ve aspirasyon yoluyla lens içeriğinin uzaklaştırılmasıdır. Bu yöntem, likid kataraktı olan genç hayvanlar ve çok küçük gözleri olan hayvanlarla (egzotik evcil) sınırlıdır (Wilkie ve Colitz, 2008; Ofri, 2021).

3.4.3.1. Ekstrakapsüler Ekstraksiyon (EKKE)

Köpeklerde yıllar boyunca standart ve en popüler lens çıkarma yöntemi olan ekstra kapsüler katarakt ekstraksiyonu (EKKE), anterior lens kapsülünün küçük bir kısmının çıkarılması (kapsülotomi) dışında limbusa geniş (180 derece) bir ensizyon yapılarak anterior lens kapsülü, nukleus ve korteksin manuel olarak ekstraksiyonu gerçekleştirilir. Ardından kalan lens partikülleri irrigasyon ve aspirasyonla temizlenerek vitreusa bağlı posterior lens kapsülünün bozulmadan kalması sağlanmış olur. (Maggs ve ark., 2007; Bjerckås, 2009). EKKE, iki farklı teknikle yapılabilir. Bu tekniklerinden ilkinde ön kamaraya girildikten sonra anterior lens kapsülü merkezi kısımdan makas kullanılarak kesilmekte sonra forceps kullanılarak kapsüloreksis

işlemi yapılmaktadır. İkinci teknikte ise Kornea üzerinde 15 numaralı bıçak kullanılarak V şeklinde ensizyon yapılır ve ön kamaraya girdikten sonra kornea makası ile saat 2 ve 10 yönünde ensizyon uzatılabilir. Kapsül, yatay olarak geçirilen daha sonra kapsüloreksis ve kapsulotomi yapmak için 90° döndürülebilen çift bükülmüş 23 G iğne ile lensin en zayıf olan ekvatorial bölgesinden yırtılır. Ön kapsül çıkarıldıktan sonra, lensin kortikal ve nükleer materyali, küçük bir lens lupu ve bir kas kancası kullanılarak posterior lens kapsülünü bozmadan çıkarılır. Kas kancasının basıncı artırılarak ön kamaradaki lens materyali yukarı doğru hareket ettirilerek ekstrakapsüler lens materyali dışarı çıkarılır. Korneal ensizyonun kapatılması için ipek 10-0 ile sütür uygulanır (Bigelbach, 1994; Beteg ve ark., 2008).

3.4.3.2. Fakoemülsifikasyon

Fakoemülsifikasyon, ultrason aracılığıyla lens materyalinin parçalara ayrılarak temizlenmesini sağlayan kapalı sistem EKKE yöntemidir. Anatomik olarak hayvan türlerine göre göz yapılarında farklılıklar insan gözüne nazaran tekniğin uygulanmasında ufak zorluklar oluşturabilirse de fako tekniği prensipleri beşerî hekimlikteki ile aynıdır. Çeşitli ekstraksiyon yöntemleri olmakla birlikte göz içi lens uygulamalarıyla beraber fakoemülsifikasyon işlemi şu anda cerrahlar arasında en seçkin tedavi olarak kabul edilmektedir (Fichman, 1996; Gelatt, 2000).

Fakoemülsifikasyon, ultrason aracılığıyla lens materyalinin parçalara ayrılarak temizlenmesini sağlayan kapalı sistem EKKE yöntemidir. Fakoemülsifikasyon limbusa küçük bir ensizyon yapılması ve anterior lens kapsülünün yırtılması ile başlar. Ultrason enerjisi sayesinde, küçük parçalara ayrılarak lense aspire eden ve ön kamara derinliğini korumak için gerekli olan sıvı irrigasyonunu sağlayan ve lens materyalini fako probunun ucundan ayrılmasını önleyerek emen aspirasyon sistemi bulunur. Ön kamarayı korumak için ön kamara viskoelastik madde ile doldurulur. Kataraktlı lens materyalinin çoğu parçalanıp aspire edildikten sonra, kalan materyal arka lens kapsülünün yırtılmasından kaçınarak dikkatlice çıkarılır. Kısa korneal insizyon iki veya üç adet 8/0 ila 9/0 basit kesintili emilebilir sütür ile yapılandırılır ve ön kamara laktatlı ringer solüsyonu ile yeniden şekillendirilir (Gelatt, 2000; Gould, 2002).

Korneaya dikiş atarken hem korneaya hem de irise zarar vermemek için operasyon mikroskobu kullanılarak dikkatli bir şekilde dikilmelidir. Köpeklerde en çok 8/0-10/0 polipropilen (emilmeyen) veya poligalaktin-910 (emilebilir) ipler tercih edilmektedir. Veteriner pratikte en çok tercih edilen 8/0 emilebilen ipliklerdir. Basit ayrı ya da basit sürekli şeklinde duruma göre

tek ya da birkaç dikiş atılabilir. Dikişlerin arası 1-1.5 mm olmalıdır. İğne kornea'nın üst 2/3'ünden geçmeli tam katlı perforasyon oluşturulmamasına dikkat edilmelidir (Davidson ve ark.,1991; Harrington ve ark., 2013).

Fakoemülsifikasyon işlemleri sırasında kaybedilen humör aköz yerine her vakada farklı miktarda olacak şekilde genel olarak 0.5-1.5 ml viskoelastik madde kullanılmaktadır. Viskoelastik materyaller hidroksimetil selüloz, sodyum hiyoluranat ve kondroitin sülfat olmak üzere 3 grupta toplanmaktadır. Bu maddelerden sodyum hiyoluranat korpus vitreus ve trabeküler ağda yüksek konsantrasyonda; kornea endotelyumu ve humor aközde daha düşük konsantrasyonda kondroitin sülfat ise kornea yapılarında bulunduğu için daha güvenle kullanılmaktadır (Mitchell, 2013).

Operasyon sonrası intraoküler yangıyı azaltmak enfeksiyonu ve intraoküler adezyonları önlemek için topikal kortikosteroidler, atropin ve antibiyotikler 4-6 hafta süre ile uygulanmaktadır. Bazı şiddetli vakalarda sistemik kortikosteroidler ve antibiyotiklerde kullanılmaktadır (Gelatt, 2000).

Fakoemülsifikasyonla katarakt cerrahisi sonrası prognoz ve başarı oranı %90-95 iken ekstrakapsüler ekstraksiyon tekniğindeki başarı oranı ise ortalama %80 olarak bildirilmektedir (Ofri, 2013; Gelatt, 2018).

3.4.3.3. İntrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu

Lens kapsülü açılmadan veya yırtılmadan ensizyon hattından lensin tamamının çıkarılmasına intrakapsüler ekstraksiyon denir. Bu yöntem iki şekilde yapılabilmektedir. İlk teknikte lens fibra zonularislerden kurtararak serbest hale getirilir. İkinci yöntemde ise zonuler ligamentler alfa-ketotripsin enziminin proteolitik etkisiyle lensten ayrılır. Zonüllerin yırtılmasını takiben lükse lenslerin çıkarılması gerçekleştirilir. Cerrahi müdahale sırasında kapsüler kese açılmadığı için lenste protein kaçağı gerçekleşmez bu yüzden inflamasyon minimal düzeydedir (Bjerkås, 2009).

Lens çıkarıldığında vitreus ön kamaradan ayrıldığı için vitreus gövdesi öne doğru hareket edebilir ve olası sekonder retina dekolmanı veya glokoma yol açabilir. Bu nedenle bazen operasyon sırasında profilaktik vitrektomi (vitreus gövdesinin çıkarılması) de gerçekleştirilebilir. Diğer bir yöntem ise vitreus hareketine karşı bir bariyer olarak ve operasyon sonrası görüşü iyileştirmek için siliyer sulkusa dikişlerle sabitlenmiş sentetik bir intraoküler implante edilmesidir (Maggs ve ark., 2007).

3.4.3.4. İntraoküler Lens Uygulamaları

Katarakt ekstraksiyonu sonrası hastalarda lensin refraktif güç kaybına bağlı olarak görüş ciddi hipermetrop ile sonuçlanmaktadır. Hastanın postoperatif emmetropisine (odaklı görüş) yardımcı olmak amacıyla İOL implante edilmesi bu durumun düzeltilmesine yardımcı olmaktadır (Ofri, 2018).

Bu tip lenslerin ilk materyali silikon olmuştur ardından akrilik ve hidrojel materyallerde üretiminde kullanılmıştır. Katlanabilir lensler daha kolay yerleştirilmesi ve daha az yangı oluşturması sebebiyle günümüzde de sıklıkla kullanılmaktadır (Aslan, 2015).

İntraoküler lenslerin materyalleri katlanma özelliğine göre ikiye ayrılmaktadır. İlk kullanılmaya başlanan göz içi lens materyali polimetil metakrilat katlanamayan özelliktedir. Daha sonra kullanılmaya başlanan silikon ve akrilik lensler PMMA'nın aksine katlanabilir özelliktedir. Akrilik lenslerde kendi içerisinde hidrofilik ve hidrofobik materyaller olarak ikiye ayrılmaktadır. İntraoküler lens implantasyonunun yapılmaya başlandığı ilk yıllarda genellikle EKKE ve İKKE teknikleri tercih edildiği için PMMA materyali ile üretilmiş İOL'ler diğer lenslere oranlara daha çok kullanılmaktaydı. Veteriner pratikte en yaygın olarak kullanılan İOL materyali PMMA'dır (Glover ve Constantinescu, 1997; Davidson, 2001).

4. Kaynaklar

- Akın, F., & Samsar, E. (2005). Anatomi ve Fizyoloji. *Göz Hastalıkları*. Ankara, Medipres matbaacılık, 49-50.
- Andley, U. P., & Clark, B. A. (1989). Generation of oxidants in the near-UV photooxidation of human lens alpha-crystallin. *Investigative ophthalmology & visual science*, 30(4), 706-713.
- Andrews, A. L., Kafarnik, C., & Fischer, M. C. (2025). Prevalence and outcome of lens capsule disruption in routine canine cataract surgery: A retrospective study of 520 eyes (2012–2019). *Veterinary Ophthalmology*, 28(2), 141-149.
- Aslan BS. (2005). Katarakt ve göz içi lensi cerrahisi. *Temel Göz Hastalıkları*.
- Beam, Correa, & Davidson. (1999). A retrospective-cohort study on the development of cataracts in dogs with diabetes mellitus: 200 cases. *Veterinary Ophthalmology*, 2(3), 169-172.
- Beteg, F., Muste, A., Mateş, N., & Oană, L. (2008). Cataracts surgery in dog by extracapsular extraction, mini-nuc method. 519-525.
- Bigelbach, A. (1994). For or against lens implantation in dogs. *Veterinary Quarterly*, 16(sup1), 58-59.
- Bjerkås, E., Ekesten, B., Narfström, K., & Grahn, B. (2009). Visual impairment. In *Small animal ophthalmology* (pp. 116-202). WB Saunders.
- Brightman, A. H., Brogdon, J. D., Helper, L. C., & Everds, N. (1984). Electric cataracts in the canine: a case report. *Journal of the American Animal Hospital Association* 20,895–898.
- Buschmann, W. (1987). Microsurgical treatment of lens capsule perforations-Part II: Clinical applications and results. *Ophthalmic Surgery, Lasers and Imaging Retina*, 18(4), 276-282.
- Davidson M, Nasisse M, Rusnak R, Corbett W, English R (1990). Success rates of unilateral versus bilateral cataract extraction in dogs. *Veterinary Surgery* 19, 232–236.
- Davidson, M. G. (2001). Towards a better canine intraocular lens. *Veterinary ophthalmology*, 4(1), 1-1.
- Davidson M, Nelms S (2007). Diseases of the lens and cataract formation. In: *Veterinary Ophthalmology*, 4th edn. (ed. Gelatt K) Blackwell Publishing, Oxford, 859–887.
- Dar, M., Tiwari, D. K., Patil, D. B., & Parikh, P. V. (2014). B-scan ultrasonography of ocular abnormalities: a review of 182 dogs. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 15(2), 122-126.
- De Iorio, M. G., Minozzi, G., Ghilardi, S., Frattini, S., Bagardi, M., Brambilla, P. G., ... & Polli, M. (2025). Genotypic and Allelic Frequencies of He-

- editary Cataract in the Italian Population of Australian Shepherd and Miniature American Shepherd Dogs. *Animals*, 15(12), 1778.
- Donzel, E., Arti, L., & Chahory, S. (2017). Epidemiology and clinical presentation of canine cataracts in France: a retrospective study of 404 cases. *Veterinary ophthalmology*, 20(2), 131-139.
- Gelatt, KN. (2012). *Essentials of Veterinary Ophthalmology*. 2nd Edition. Oxford, Blackwell Publishing.
- Gelatt, K. N. (2000). Cataract formation and surgery in dogs: our Progress and future. *Animal Eye Research*, 19, 11-19.
- Gentilini, F., Rovesti, G.L. & Turba, M. E. (2008) Known insertion/deletion mutations in exon 9 of heat shock transcription factor 4 are not responsible for juvenile hereditary cataract in Siberian Husky dogs. *Animal Genetics*, 39, 575-576.
- Gum GG, Mackay EO. (2012). Physiology of the Eye. In: *Veterinary Ophthalmology*, Ed.: K.N. Gelatt, B.C. Gilger, T.J. Kern USA: Wiley, Blackwell.
- Glover, T. D., & Constantinescu, G. M. (1997). Surgery for cataracts. *Veterinary Clinics of North America: small animal practice*, 27(5), 1143-1173.
- Gould, D. (2002). Clinical assessment of cataracts in dogs. *In Practice*, 24(1), 28-34.
- Gupta, V.B., Rajagopala, M. & Ravishankar, B. (2014) Etiopathogenesis of cataract: an appraisal. *Indian Journal of Ophthalmology*, 62, 103-110.
- Heywood, R., (1971). Drug-induced lenticular lesions in the dog. *British Veterinary Journal*, 127,301-303.
- Kim, D., Goh, Y. S., Kim, H., Park, S. E., Hwang, J., Kang, N., ... & Park, K. M. (2023). Evaluation of ciliary cleft changes after phacoemulsification using ultrasound biomicroscopy in dogs with cataracts. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 124-127.
- Lee, E., Kang, S., Jeong, D., & Seo, K. (2023). Comparison of the outcomes of phacoemulsification versus topical medication alone in canine diabetic cataracts: a retrospective study. *Journal of Veterinary Science*, 24(6), c86.
- Lim, C.C., Bakker, S.C., Waldner, C.L., Sandmeyer, L.S., & Grahn, B.H. (2011). Cataracts in 44 dogs (77 eyes): A comparison of outcomes for no treatment, topical medical management, or phacoemulsification with intraocular lens implantation. *The Canadian Veterinary Journal*, 52(3), 283.
- Mancuso, L., & Hendrix, D. (2016). Cataracts in dogs. *Clinicians Brief*, 79-91.
- Maggs, D. J., Miller, P., Dacvo, D. V. M., & Ofri, R. (2013). *Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology*. Elsevier Health Sciences.
- Maggs, D., Miller, P., & Ofri, R. (2007). *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology* (Fourth). Saunders.

- Martin, C. L. (2010). Ophthalmic disease in veterinary medicine Softcover edition, with revisions, London: Manson. 113-140.
- Meckins, J. M., Rankin, A. J., & Samuelson, D. A. (2021). Ophthalmic anatomy. *Veterinary ophthalmology*, 1, 41-123.
- Mitchell, N. (2013). Lens disorders in dogs and cats. *Veterinary Ireland Journal*, 3(6).
- Ofri R. Lens. (2008). In: Slatters Fundamentals of Veterinary Ophthalmology, Ed.: D.J. Maggs, P.E. Miller, R. Ofri. 4th Ed. Philadelphia: Saunders, Elsevier.
- Ofri R. Lens. (2018). In: Slatters Fundamentals of Veterinary Ophthalmology, Ed.: D.J. Maggs, P.E. Miller, R. Ofri. 6th Ed. Philadelphia: Saunders, Elsevier.
- Park, S., Go, S., Kim, S., & Shim, J. (2025). Deep Learning-Based Classification of Canine Cataracts from Ocular B-Mode Ultrasound Images. *Animals*, 15(9), 1327.
- Petersen-Jones, S. M. (2000). Diseases of the eye. Textbook of Small Animal Medicine. Saunders, 824-846.
- Wang, Y., Tang, C., Wang, J., Sang, Y., & Lv, J. (2021). Cataract detection based on ocular B-ultrasound images by collaborative monitoring deep learning. *Knowledge-based systems*, 231, 107442.
- Weingeist, T. A., Liesegang, T. J., & Grand, M. G. (2000). Lens and cataract biochemistry. *American Academy of Ophthalmology, Basic and Clinical Science Course*, 10-17.
- Wilkie DA, Colitz CM. (2008). Diseases of the canine lens and cataract formation. In: Veterinary Ophthalmology, Ed.: K.N. Gelatt, B.C. Gilger, T.J. Kern USA: Wiley, Blackwell publishing.
- Wilkie DA, Colitz CM (2012). Surgery of Lens. In: Veterinary Ophthalmology, Ed.: K.N. Gelatt, B.C. Gilger, T.J. Kern. 5th Ed. USA: Wiley, Blackwell.

Blood-Derived Products in the Treatment of Corneal Ulcers: Therapeutic Potential of PRP and PRF

Ceyda Çakar¹

Tolga Meriç Dömbek²

Abstract

Corneal ulcers are among the most critical ophthalmic disorders requiring urgent intervention, as they pose a significant risk of vision loss and ocular integrity disruption. Conventional treatment strategies primarily aim to reduce pain, prevent secondary infections, control collagen degradation, and support epithelial regeneration. Medical therapy, including topical antibiotics, anticollagenase agents, cycloplegics, and analgesics, forms the cornerstone of initial management. However, in cases resistant to standard approaches or associated with delayed healing, biological products have recently emerged as promising adjunctive options.

Blood-derived preparations such as autologous serum, platelet-rich plasma (PRP), and platelet-rich fibrin (PRF) have gained increasing attention in both human and veterinary ophthalmology due to their natural biological composition and regenerative potential. Autologous serum contains essential growth factors, vitamins, and antimicrobial components that nourish epithelial cells and support their migration and proliferation. PRP, characterized by its high platelet concentration, delivers a rapid release of growth factors including PDGF, VEGF, IGF, and EGF, thereby stimulating angiogenesis, fibroblast activation, and epithelial repair. In contrast, PRF represents a second-generation product that incorporates platelets and leukocytes within a fibrin matrix, allowing for a slower and more sustained

- 1 VM.; Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, ceydaacakarr@gmail.com ORCID No: 0000-0002-1057-1523
- 2 DVM.; Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Milas Veterinary Medicine, Department of Surgery, tolgamericdumbek@mu.edu.tr ORCID No: 0000-0003-1734-3491

release of bioactive molecules. This unique feature enhances its effectiveness in chronic and deep corneal ulcers.

Overall, blood-derived therapies offer safe, accessible, and biologically compatible alternatives or complements to conventional medical and surgical interventions. Although their clinical potential has been demonstrated in various studies, further standardized and controlled trials are required to establish their long-term efficacy and optimize their use in both veterinary and human ophthalmology.

1. INTRODUCTION

The corneal epithelium is one of the most important barriers protecting the eye from environmental factors. When the integrity of this layer is disrupted, microorganisms can easily reach the stroma, and this condition often results in corneal ulceration. In clinical practice, corneal injuries may occur due to mechanical factors such as entropion, ectropion, trichiasis, eyelid tumors, foreign bodies, chemical and thermal burns, as well as bacterial, viral, or fungal infections (Liu & Kao, 2015; Ljubimov & Saghizadeh, 2015; Wilson, 2020; Bulut et al., 2023).

Corneal injuries may be limited to the loss of the superficial epithelial layer, but they can also extend into the stroma and deeper layers. In advanced lesions, permanent opacities, vascularization, and vision loss may develop due to the degradation of collagen fibers and the loss of keratocytes. Clinically, they may present with signs such as pain, photophobia, epiphora, blepharospasm, and corneal edema (Dua, 1998; Lu et al., 2001).

The main goal of treatment is to reduce pain, prevent secondary infections, control collagen degradation, decrease the risk of perforation, and support epithelialization. To achieve these goals, medical, biological, and surgical methods are used. Antibiotics, anticollagenase agents (such as EDTA, N-acetylcysteine), cycloplegics, and topical analgesics form the basis of medical treatment. However, in recent years, biological products, especially blood-derived preparations, have attracted attention as effective adjuvant treatment options that support corneal healing (Saika, 2004; Carrington et al., 2006; Tsai et al., 2015).

Among biological products, those most emphasized are blood-derived preparations such as autologous serum drops, platelet-rich plasma (PRP), and platelet-rich fibrin (PRF). Owing to their content of growth factors and cytokines, these products accelerate tissue healing, support epithelial cell migration and proliferation, and exert anti-inflammatory effects (Schultz et al., 1992; Esquenazi et al., 2005; Akyol-Salman, 2006; Yu et al., 2010; Shahi & Mishra, 2022; Airlangga et al., 2023; Bahar et al., 2025).

2. TREATMENT METHODS FOR CORNEAL ULCERS

Corneal ulcers are among the significant ophthalmic conditions that require urgent intervention. The treatment approach is planned according to the depth, width, etiology, and complication status of the ulcer. The main objectives here are to achieve rapid healing, prevent vision loss, and preserve ocular integrity (Foster & Pavan-Langston, 1977; Dang et al., 2022; Netto et al., 2005; Khosravimelal et al., 2021).

Medical therapy is prioritized as the first-line management of ulcers. Topical antibiotics, particularly broad-spectrum agents, are widely used to suppress bacterial pathogens. The use of combinations effective against both gram-positive and gram-negative bacteria increases the success of treatment. Antiviral drugs are employed in ulcers of viral origin, while antifungal preparations are administered in fungal cases. In addition, anticollagenase agents, particularly compounds such as EDTA and N-acetylcysteine, slow down stromal collagen degradation and prevent the progression of the ulcer. The use of cycloplegic drugs is important for reducing pain and preventing iridocorneal adhesions. Topical analgesics may also improve patient comfort; however, it should be remembered that their long-term use may cause toxic effects on the corneal epithelium (Dua et al., 1994; Lu et al., 2001; Thiel et al., 2017; Eghtedari et al., 2022; Wei et al., 2023).

In addition to medical therapy, biological and surgical methods are also among the treatment options. In recent years, biological products have attracted increasing interest. Among these, blood-derived products such as autologous serum, PRP, and PRF are prominent. Through their content of growth factors, cytokines, and other biologically active molecules, these preparations accelerate corneal epithelial repair, support stromal healing, and suppress inflammation. Furthermore, by enhancing epithelial cell migration and proliferation, they facilitate faster closure of defects (Akyol-Salman, 2006; Yu et al., 2010; Khaksar et al., 2013; Freire et al., 2014; Dang et al., 2022; Airlangga et al., 2023; Kumar et al., 2024).

Surgical methods are considered mainly in ulcers that are resistant to treatment, advanced, or at risk of perforation. Surgical options such as conjunctival flap, lamellar keratoplasty, or penetrating keratoplasty may be applied as a last resort to preserve ocular integrity. However, it is known that surgery is generally preferred for cases with a serious risk of vision loss, whereas medical and biological therapies are prioritized in the early stages (Netto et al., 2005; Wang et al., 2018; Zemba et al., 2020).

3. BLOOD PRODUCTS AND THE CHARACTERISTICS OF PRP/PRF

In recent years, blood products have been increasingly used in ophthalmology and veterinary ophthalmic diseases. The main reason for this is that these products are obtained from the patient's own blood and contain natural biological components. Due to these properties, they are considered both safe and effective treatment options that accelerate tissue healing. They provide significant advantages particularly in the repair of epithelial defects, in chronic and refractory corneal ulcers, in dry eye disease, and in trauma-related healing processes (Freire et al., 2014; Giannaccare et al., 2017; Rushton et al., 2018; Kumar et al., 2024).

Blood products can generally be classified as autologous serum, platelet-rich plasma (PRP), and platelet-rich fibrin (PRF). These products support healing through different mechanisms thanks to their content of growth factors, cytokines, vitamins, and other biological molecules. For example, autologous serum contains components such as EGF (epidermal growth factor), TGF- β (transforming growth factor-beta), and vitamin A, which promote epithelial cell migration and proliferation. In addition, through lactoferrin and immunoglobulins, it exerts antimicrobial effects and contributes to the prevention of secondary infections. Owing to these properties, it is widely used particularly in the treatment of dry eye syndrome and superficial epithelial defects (Geerling et al., 2004; Akyol-Salman, 2006; Tanidir et al., 2010; Yu et al., 2010; Khaksar et al., 2013; Giannaccare et al., 2017; Demir et al., 2022; Demir et al., 2022).

PRP is a product obtained from whole blood and contains a much higher concentration of platelets compared to normal plasma. During its preparation, platelets are concentrated from blood by centrifugation at a specific speed and duration. The most important feature of PRP is its strong stimulation of tissue regeneration due to its high content of growth factors. Platelets store numerous growth factors in their alpha granules, including PDGF (platelet-derived growth factor), VEGF (vascular endothelial growth factor), IGF (insulin-like growth factor), and EGF. These factors promote neovascularization, enhance fibroblast activity, and help epithelial cells proliferate rapidly. Therefore, PRP is applied in many fields such as orthopedics, dentistry, dermatology, and ophthalmology. In corneal diseases, it is particularly preferred in the treatment of persistent epithelial defects because of its healing-accelerating effect (Miron et al., 2017; Pitzurra et al., 2020; Demir et al., 2022; Demir et al., 2022).

PRF, unlike PRP, is a second-generation blood product. It is also obtained by centrifuging blood collected from the patient; however, its preparation technique is simpler than PRP and generally does not involve the use of any anticoagulants or additional chemical substances. For this reason, it has a more natural structure. During centrifugation, not only platelets but also leukocytes are retained within the fibrin matrix. The resulting three-dimensional fibrin network enables the slower and more prolonged release of growth factors. This is one of the most important advantages enhancing the biological effectiveness of PRF. While PRP provides a rapid and short-term release of growth factors, PRF can continue this release for days or even weeks. This feature supports tissue healing in a more sustained manner, particularly in chronic and deep corneal ulcers (Masuki et al., 2016; Alpan & Cin, 2020; Choi et al., 2022; Demir et al., 2022; Hosny et al., 2023).

The preparation of PRF is also quite practical. Whole blood collected from the patient is subjected to low-speed centrifugation. In the obtained tube, three layers are separated: plasma at the top, a gel-like PRF layer in the middle, and erythrocytes at the bottom. The PRF layer can be separated and converted into a topical drop form or applied directly onto the tissue in gel/plaque form. Thanks to this versatile use, PRF is widely preferred not only in ophthalmology but also in orthopedics, oral and maxillofacial surgery, wound healing, and the treatment of skin lesions (Can et al., 2016; Miron et al., 2017; Shahi & Mishra, 2022).

There are some distinct differences among autologous serum, PRP, and PRF. Autologous serum mainly exerts a nourishing and supportive effect on epithelial cells, while PRP and PRF strongly stimulate the regenerative process. PRP provides a faster but shorter-term effect, whereas PRF offers a longer lasting and more sustainable healing process. In addition, since anticoagulants are not used in the preparation of PRF, additional chemical risks during application are eliminated (Can et al., 2016; Miron et al., 2017; Kumar et al., 2024).

In conclusion, blood products, particularly PRP and PRF, are promising biological agents in the treatment of challenging ocular diseases such as corneal ulcers. With their natural content, ease of application, and low side effect profile, they stand out as a strong alternative or adjunct to classical medical and surgical treatments. Although studies using these products are currently available, future clinical trials will further clarify their efficacy and potential applications, paving the way for their much broader use in both veterinary medicine and human medicine (Tanidir et al., 2010; Shahi & Mishra, 2022).

4. CONCLUSION

Blood-derived products, particularly PRP and PRF, represent an important advancement in the management of corneal ulcers and other ocular surface disorders. Their natural origin, ease of preparation, and regenerative potential make them attractive alternatives or adjuncts to conventional medical and surgical therapies. While autologous serum provides nutritional and supportive effects for epithelial cells, PRP and PRF offer stronger regenerative stimulation, with PRF ensuring a more sustained release of growth factors. Despite the growing number of experimental and clinical studies demonstrating their efficacy, further controlled trials are needed to establish standardized protocols, determine long-term outcomes, and expand their clinical applications. Ultimately, these products hold significant promise for both human and veterinary ophthalmology as safe, effective, and biologically compatible therapeutic options.

References

- Airlangga, M. S., Prastyani, R., Nurwasid, Plumeriastuti, H., & Utomo, B. (2023). The effectiveness of platelet rich fibrin (PRF) graft to expression of IL-1 and TNF- α in cornea post NaOH exposure: an experimental study. *Bali Medical Journal*, 12(2), 1347–1352. <https://doi.org/10.15562/bmj.v12i2.4389>
- Akyol-Salman, İ. (2006). Effects of Autologous Serum Eye Drops on Corneal Wound Healing After Superficial Keratectomy in Rabbits. *Cornea*, 25(10), 1178–1181. <https://doi.org/10.1097/01.ico.0000208817.40237.8c>
- Bahar, A., Sabur, H., & Acar, M. (2025). Injectable platelet-rich fibrin for corneal epithelium healing: An in vivo confocal microscopy study after crosslinking. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 88(5), 1–9. <https://doi.org/10.5935/0004-2749.2024-0326>
- Bulut, O., Sorucu, A., Dümbeek, T. M., & Avcı, Z. (2023). Effects of propolis-containing nanofibers on corneal wound in rats. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*. <https://doi.org/10.31797/vetbio.1322118>
- Can, M. E., Dereli Can, G., Cagil, N., Cakmak, H. B., & Sungu, N. (2016). Urgent Therapeutic Grafting of Platelet-Rich Fibrin Membrane in Descemetocoele. *Cornea*, 35(9), 1245–1249. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000917>
- Carrington, L. M., Albon, J., Anderson, I., Kamma, C., & Boulton, M. (2006). Differential Regulation of Key Stages in Early Corneal Wound Healing by TGF- β Isoforms and Their Inhibitors. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 47(5), 1886. <https://doi.org/10.1167/iovs.05-0635>
- Choi, S.-Y., Kim, S., & Park, K.-M. (2022). Initial Healing Effects of Platelet-Rich Plasma (PRP) Gel and Platelet-Rich Fibrin (PRF) in the Deep Corneal Wound in Rabbits. *Bioengineering*, 9(8), 405. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9080405>
- Dang, D. H., Riaz, K. M., & Karamichos, D. (2022). Treatment of Non-Infectious Corneal Injury: Review of Diagnostic Agents, Therapeutic Medications, and Future Targets. *Drugs*, 82(2), 145–167. <https://doi.org/10.1007/s40265-021-01660-5>
- Demir, A., Erdikmen, D. O., Sevim, Z. T., & Altundağ, Y. (2022). The use of an autologous platelet-rich fibrin (PRF) membrane for the treatment of deep corneal ulcers in dogs. *Veterinarski Arhiv*, 92(443–458).
- Demir, A., Olgun Erdikmen, D., Altundağ, Y., & Tol Sevim, Z. (2022). Evaluation of Surgical Treatment Using PRF Membrane in Deep Corneal Ulcers Accompanied by a Descemetocoele in Cats: Retrospective Study (2019-2021). *Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2021.26738>

- Dua, H. S. (1998). The conjunctiva in corneal epithelial wound healing. *British Journal of Ophthalmology*, 82(12), 1407–1411. <https://doi.org/10.1136/bjo.82.12.1407>
- Dua, H. S., Gomes, J. A., & Singh, A. (1994). Corneal epithelial wound healing. *British Journal of Ophthalmology*, 78(5), 401–408. <https://doi.org/10.1136/bjo.78.5.401>
- Eghtedari, Y., Oh, L. J., Girolamo, N. Di, & Watson, S. L. (2022). The role of topical N-acetylcysteine in ocular therapeutics. *Survey of Ophthalmology*, 67(2), 608–622. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2021.07.008>
- Esquenazi, S., He, J., Bazan, H. E. P., & Bazan, N. G. (2005). Use of Autologous Serum in Corneal Epithelial Defects Post-Lamellar Surgery. *Cornea*, 24(8), 992–997. <https://doi.org/10.1097/01.ico.0000160967.65953.ca>
- Foster, C. S., & Pavan-Langston, D. (1977). Corneal Wound Healing and Antiviral Medication. *Archives of Ophthalmology*, 95(11), 2062–2067. <https://doi.org/10.1001/archophth.1977.04450110156022>
- Freire, V., Andollo, N., Etxebarria, J., Hernáez-Moya, R., Durán, J. A., & Morales, M.-C. (2014). Corneal Wound Healing Promoted by 3 Blood Derivatives. *Cornea*, 33(6), 614–620. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000109>
- Geerling, G., MacLennan, S., & Hartwig, D. (2004). Autologous serum eye drops for ocular surface disorders. *British Journal of Ophthalmology*, 88(11), 1467–1474.
- Giannaccare, G., Versura, P., Buzzi, M., Primavera, L., Pellegrini, M., & Campos, E. C. (2017). Blood derived eye drops for the treatment of cornea and ocular surface diseases. *Transfusion and Apheresis Science*, 56(4), 595–604. <https://doi.org/10.1016/j.transci.2017.07.023>
- Hosny, O. H., Abd-Elkareem, M., Ali, M. M., & Ahmed, A. F. (2023). Advanced platelet-rich fibrin promotes healing of induced corneal ulcer in donkeys (*Equus asinus*). *Scientific Reports*, 13(1), 21824. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48933-5>
- Khaksar, E., Aldavood, S. J., Abedi, G. R., Sedaghat, R., Nekoui, O., & Zamani-ahmadmahmudi, M. (2013). The effect of sub-conjunctival platelet-rich plasma in combination with topical acetylcysteine on corneal alkali burn ulcer in rabbits. *Comparative Clinical Pathology*, 22(1), 107–112. <https://doi.org/10.1007/s00580-011-1374-5>
- Khosravimelal, S., Mobaraki, M., Eftekhari, S., Ahearne, M., Seifalian, A. M., & Gholipourmalekabadi, M. (2021). Hydrogels as Emerging Materials for Cornea Wound Healing. *Small*, 17(30). <https://doi.org/10.1002/smll.202006335>
- Kumar, A. S., Venugopal, S. K., Ramankutty, S., Philip, L. M., Martin, K. D. J., & Prasanna, K. S. (2024). Management of deep corneal ulcer in a dog

- using autologous platelet rich fibrin (PRF) membrane. *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 55(2), 312–316. <https://doi.org/10.51966/jvas.2024.55.2.312-316>
- Lektemur Alpan, A., & Torumtay Cin, G. (2020). PRF improves wound healing and postoperative discomfort after harvesting subepithelial connective tissue graft from palate: a randomized controlled trial. *Clinical Oral Investigations*, 24(1), 425–436. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-02934-9>
- Liu, C.-Y., & Kao, W. W.-Y. (2015). *Corneal Epithelial Wound Healing* (pp. 61–71). <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.05.002>
- Ljubimov, A. V., & Saghizadeh, M. (2015). Progress in corneal wound healing. *Progress in Retinal and Eye Research*, 49, 17–45. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2015.07.002>
- Lu, L., Reinach, P. S., & Kao, W. W.-Y. (2001). Corneal Epithelial Wound Healing. *Experimental Biology and Medicine*, 226(7), 653–664. <https://doi.org/10.1177/153537020222600711>
- Masuki, H., Okudera, T., Watanebe, T., Suzuki, M., Nishiyama, K., Okudera, H., Nakata, K., Uematsu, K., Su, C.-Y., & Kawase, T. (2016). Growth factor and pro-inflammatory cytokine contents in platelet-rich plasma (PRP), plasma rich in growth factors (PRGF), advanced platelet-rich fibrin (A-PRF), and concentrated growth factors (CGF). *International Journal of Implant Dentistry*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40729-016-0052-4>
- Miron, R. J., Fujioka-Kobayashi, M., Bishara, M., Zhang, Y., Hernandez, M., & Choukroun, J. (2017). Platelet-Rich Fibrin and Soft Tissue Wound Healing: A Systematic Review. In *Tissue Engineering - Part B: Reviews* (Vol. 23, Issue 1, pp. 83–99). Mary Ann Liebert Inc. <https://doi.org/10.1089/ten.teb.2016.0233>
- Miron, R. J., Fujioka-Kobayashi, M., Hernandez, M., Kandalam, U., Zhang, Y., Ghanaati, S., & Choukroun, J. (2017). Injectable platelet rich fibrin (i-PRF): opportunities in regenerative dentistry? *Clinical Oral Investigations*, 21(8), 2619–2627. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2063-9>
- Netto, M. V., Mohan, R. R., Ambrósio, R., Hutcheon, A. E. K., Zieske, J. D., & Wilson, S. E. (2005). Wound Healing in the Cornea. *Cornea*, 24(5), 509–522. <https://doi.org/10.1097/01.ico.0000151544.23360.17>
- Pitzurra, L., Jansen, I. D. C., de Vries, T. J., Hoogenkamp, M. A., & Loos, B. G. (2020). Effects of L-PRF and A-PRF+ on periodontal fibroblasts in in vitro wound healing experiments. *Journal of Periodontal Research*, 55(2), 287–295. <https://doi.org/10.1111/jre.12714>
- Rushton, J. O., Kammergruber, E., Tichy, A., Egerbacher, M., Nell, B., & Gabner, S. (2018). Effects of three blood derived products on equine corneal cells, an *in vitro* study. *Equine Veterinary Journal*, 50(3), 356–362. <https://doi.org/10.1111/evj.12770>

- Saika, S. (2004). TGF- β Signal Transduction in Corneal Wound Healing as a Therapeutic Target. *Cornea*, 23(8), S25–S30. <https://doi.org/10.1097/01.icc.0000136668.41000.73>
- Schultz, G., Chegini, N., Grant, M., Khaw, P., & MacKay, S. (1992). Effects Of Growth Factors On Corneal Wound Healing. *Acta Ophthalmologica*, 70(S202), 60–66. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.1992.tb02170.x>
- Shahi, A., & Mishra, A. (2022). *Homologous Platelet-Rich Plasma and Leucocyte-Platelet-Rich Fibrin as a Regenerative Therapy for Corneal Ulcers* (pp. 459–476). https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2425-8_35
- Tanidir, S. T., Yuksel, N., Altintas, O., Yildiz, D. K., Sener, E., & Caglar, Y. (2010). The Effect of Subconjunctival Platelet-Rich Plasma on Corneal Epithelial Wound Healing. *Cornea*, 29(6), 664–669. <https://doi.org/10.1097/ICO.0b013e3181c29633>
- Thiel, B., Sarau, A., & Ng, D. (2017). Efficacy of Topical Analgesics in Pain Control for Corneal Abrasions: A Systematic Review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.1121>
- Tsai, I.-L., Hsu, C.-C., Hung, K.-H., Chang, C.-W., & Cheng, Y.-H. (2015). Applications of biomaterials in corneal wound healing. *Journal of the Chinese Medical Association*, 78(4), 212–217. <https://doi.org/10.1016/j.jcma.2014.09.011>
- Wang, X., Liu, T., Zhang, S., Qi, X., Li, S., Shi, W., & Gao, H. (2018). Outcomes of Wound Dehiscence after Penetrating Keratoplasty and Lamellar Keratoplasty. *Journal of Ophthalmology*, 2018, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2018/1435389>
- Wei, Q., Qu, C., Jiang, J., & Zhang, G. (2023). The effect of EDTA solution on corneal endothelial cells in rabbits. *Heliyon*, 9(6), e16532. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16532>
- Wilson, S. E. (2020). Corneal wound healing. *Experimental Eye Research*, 197, 108089. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2020.108089>
- Yu, F.-S. X., Yin, J., Xu, K., & Huang, J. (2010). Growth factors and corneal epithelial wound healing. *Brain Research Bulletin*, 81(2–3), 229–235. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2009.08.024>
- Zemba, M., Stamate, A.-C., Tataru, C., Branisteanu, D., & Balta, F. (2020). Conjunctival flap surgery in the management of ocular surface disease (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine*. <https://doi.org/10.3892/etm.2020.8964>

Veteriner Hekimlikte Temel ve Klinik Çalışmalar-II

Editörler

Doç. Dr. Özgül GÜLAYDIN

Dr. Öğr. Üyesi Muazzez YEŞİLYURT

Dr. Öğr. Üyesi Onur YILDIRIM