

SAĞLIK BİLİMLERİ ALANINDA ULUSLARARASI AKADEMİK ÇALIŞMALAR VE TEORİK BİLGİLER-VIII

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN

Doç. Dr. Özgül GÜLAYDIN

Doç. Dr. H.Turan AKKOYUN

Dr. Öğr. Üyesi Muazzez YEŞİLYURT



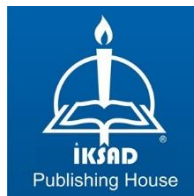
SAĞLIK BİLİMLERİ ALANINDA ULUSLARARASI AKADEMİK ÇALIŞMALAR VE TEORİK BİLGİLER-VIII

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN
Doç. Dr. Özgül GÜLAYDIN, Doç. Dr. H.Turan AKKOYUN
Dr. Öğr. Üyesi Muazzez YEŞİLYURT

YAZARLAR

Prof. Dr. Mehmet Zeki YILDIRIM
Prof. Dr. Ümit KEBAPÇI
Doç. Dr. Bülent BÜLBÜL
Doç. Dr. Büşra KİBAR KURT
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ESER
Dr. Öğr. Üyesi Yasemin ÜSTÜNDAĞ
Öğr. Gör. Murat ÇALIŞ
Op. Dr. Melih YETEMEN
Uzm. Dr. Mehmet MODA
Uzm. Dr. Mustafa Seçkin ÖZYAYLA
Uzm. Dr. Yavuz ARSLANOĞLU
Uzm. Dr. Tahir OLGAÇ
Uzm. Dr. Uğur ŞENER
Arş. Gör. Dr. Aslıhan ÇAKIR CİHANGİROĞLU
Arş. Gör. Abdurrahman ALAKUŞ
Arş. Gör. Kemal BAĞCI
Arş. Gör. Muhammed Zahid ATLI
Bilim Uzmanı Leyla GÜNDÜZ
Veteriner Hekim Ezgi Sude AYBAK



Copyright © 2024 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TURKEY TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2024©

ISBN: 978-625-378-060-9
Cover Design: İbrahim KAYA
December / 2024
Ankara / Türkiye
Size = 16x24 cm

Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluğu da yazarlara aittir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

Doç. Dr. Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN, Doç. Dr. Özgül
GÜLAYDIN, Doç. Dr. H. Turan AKKOYUN, Dr. Öğr. Üyesi Muazzez
YEŞİLYURT.....1

BÖLÜM 1

TÜRKİYE'DE BULUNAN *FASCIOLA* TÜRLERİ VE SALYANGOZ VEKTÖRLERİ

Prof. Dr. Mehmet Zeki YILDIRIM
Prof. Dr. Ümit KEBAPÇI.....3

BÖLÜM 2

YENİ BİR ZOONOTİK HASTALIK OLAN SERKARYAL DERMATİT VE SALYANGOZ VEKTÖRLERİ

Prof. Dr. Ümit KEBAPÇI.....19

BÖLÜM 3

SPERMATOOZON İYON KANALLARI

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin ÜSTÜNDAĞ
Doç. Dr. Bülent BÜLBÜL.....31

BÖLÜM 4

YAPAY ZEKANIN ÜROLOJİDE KULLANIMI

Op. Dr. Melih YETEMEN..... 45

BÖLÜM 5

POSTMORTEM DÖNEMDE ARTROPODLARIN VÜCUDA YERLEŞME SIRALAMASI

Uzm. Dr. Mustafa Seçkin ÖZYAYLA.....55

BÖLÜM 6

VENÖZ YETMEZLİKTE SKLEROTERAPİNİN YERİ

Uzm. Dr. Uğur ŞENER
Uzm. Dr. Yavuz ARSLANOĞLU
Uzm. Dr. Mehmet MODA.....63

BÖLÜM 7

KARDİYAK KİST HİDATİK: KLİNİK GÖRÜNÜM, TANI VE TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Uzm. Dr. Uğur ŞENER

Bilim Uzm. Leyla GÜNDÜZ

Uzm. Dr. Mehmet MODA

Uzm. Dr. Tahir OLGAÇ.....73

BÖLÜM 8

HAYVANLARDA ÜREME BİYOTEKNOLOJİSİNDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMI

Arş. Gör. Kemal BAĞCI

Öğr. Gör. Murat ÇALIŞ

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ESER

Arş. Gör. Dr. Aslıhan ÇAKIR CİHANGİROĞLU

Arş. Gör. Abdurrahman ALAKUŞ.....85

BÖLÜM 9

VETERİNER ANATOMİ'DE KULLANILAN MORFOMETRİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Arş. Gör. Muhammed Zahid ATLI.....97

BÖLÜM 10

PARAZİTLERİN PERİFER DAMAR HASTALIKLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

Bilim Uzm. Leyla GÜNDÜZ

Uzm. Dr. Uğur ŞENER.....119

BÖLÜM 11

ÇOCUKLARDA EN SIK GÖRÜLEN İNTESTİNAL PARAZİTLER VE KLİNİKTEKİ BELİRTİLER

Bilim Uzmanı Leyla GÜNDÜZ.....129

BÖLÜM 12

KEDİ VE KÖPEKLERDE KORNEA ÜLSERİ TANIMI VE TEDAVİSİ

Veteriner Hekim Ezgi Sude AYBAK

Doç. Dr. Büşra KİBAR KURT.....141

ÖNSÖZ

"Sağlık Bilimleri Alanında Uluslararası Akademik Çalışmalar ve Teorik Bilgiler VIII" isimli kitabımız 12 bölümden oluşmaktadır.

Tıp ve veterinerlik alanındaki çalışmalarını içeren bu kitap araştırmalara farklı bir boyut kazandıracaktır. Birbirinde farklı bölümlerin bir araya gelmesinde emeği olan kıymetli akademisyenlere, ayrıca eserin yayınlanmasında katkıları olan İKSAD yayınevine teşekkür ederiz.

Yer alan bölüm yazılarıyla ilgili tüm akademik ve hukuki sorumluluğun yazarlara ait olduğunu ifade ederek, aynı zamanda yeni ufuk kazandıracak bu kitabın; bilim dünyasına katkı sağlamasını temenni ederiz.

Aralık 2024

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN

Doç. Dr. Özgül GÜLAYDIN

Doç. Dr. H. Turan AKKOYUN

Dr. Öğr. Üyesi Muazzez YEŞİLYURT

BÖLÜM 1

TÜRKİYE'DE BULUNAN *FASCIOLA* TÜRLERİ VE SALYANGOZ VEKTÖRLERİ

Prof. Dr. Mehmet Zeki YILDIRIM¹

Prof. Dr. Ümit KEBAPÇI²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14565284>

¹Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Sağlık Yüksekokulu, Bucak, Burdur, Türkiye, mzekiyildirim@gmail.com, Orcid ID: 0000-0003-0281-2232

²Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 15100, Burdur, Türkiye, kebacpi@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-4991-3356

GİRİŞ

İnsanda sporadik bir karaciğer ve safra yolu hastalığı olan fasioliasis, otçul memelilerde parazit olan *Fasciola* cinsine ait türlerin metaserkaryalarını içeren su teresi gibi sucul bitkilerinin yenmesi veya kontamine suların içilmesi ile bulaşmaktadır (Aksoy Gökmen ve ark., 2016; Ünsal ve ark., 2023), enfekte karaciğerin çiğ veya az pişmiş olarak tüketilmesiyle de bulaşma meydana gelebilmektedir.

Bağırsaklardan periton yoluyla karaciğere göç eden juvenil parazitler safra yollarına yerleşerek erişkin hale geçer. Akut fazda (karaciğer evresi) ateş, hepatomegali, karın ağrısı, kilo kaybı, anemi ve eozinofili (Ünsal ve ark., 2023), kronik fazda (safra kanalı dönemi) tıkanma sarılığı, kolesistit, kolanjit ve hatta portal siroza kadar giden tablolar görülebilir (Kaya ve ark., 2011; Aksoy Gökmen ve ark., 2016). Fasioliasis tanısında, dışkıda parazit yumurtasının saptanması ve serolojik testler önemli yer tutmaktadır. İlaç ile tedavisi mümkün ise de nadir oluşu ve erken tanının yapılamamasından ötürü güçlükler yaşanmaktadır.

Enfeksiyon Güney Amerika'da (özellikle Bolivya ve Peru), Batı Avrupa'da (özellikle Portekiz, Fransa, İspanya), Doğu Asya'da (özellikle Çin, Vietnam, Tayvan, Kore ve Tayland), Afrika ve Orta Doğu'da toplam 61 ülkede endemik olup yaygınlığı giderek artmaktadır (Ünsal ve ark., 2023). Hastalık 2,4 milyon insanı etkilemekte olup, 180 milyonu aşkın insan risk altındadır (Kaplan ve ark., 2001). Bolivya'nın Altiplano bölgesi gibi endemik alanlarda fekal prevalans %72, seroprevalans %100'lere ulaşabilmektedir (Samadi, 2000).

Ülkemizde Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Akdeniz ve Göller Bölgesi'nde rastlanılmaktadır (Aksoy Gökmen ve ark., 2016). Ülkemizde nadir görülen bir hastalık olarak nitelendirilmekle birlikte Elazığ ilinde yapılan bir çalışmada sağlıklı deneklerde seroprevalansın %2,78 olarak saptanmış olması ve benzeri çalışma sonuçları asemptomatik veya nonspesifik bulgulara sahip olan hastalığın zannedildiğinden daha yaygın olduğunu düşündürmektedir.

İnsanlar dışında evcil hayvanlarda yaygın olarak görülen hastalık ölümlere, et ve süt gibi ürünlerde kalite kaybına neden olabilmektedir (Mas-Coma ve ark., 2005).

Hastalık ılıman iklim koşullarında ve ağırlıklı olan keçi, koyun ve sığır yetiştiriciliği yapılan bölgelerde görülmekte olmakla birlikte (Kaplan ve ark., 2001), hastalığın görülme sıklığı ve yayılmasında esas itibariyle genel olarak parazitin ara konakçılığını yapan salyangoz türleri ve bu türlerin dağılımları etkilidir.

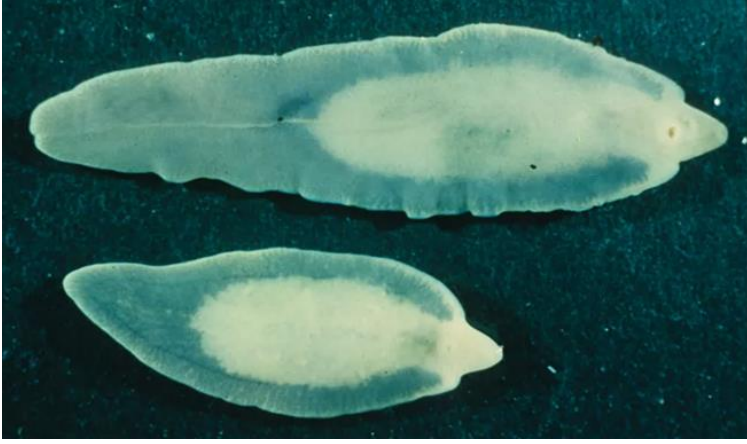
Bu nedenle ülkemizde görülen *Fasciola* türlerinin taşıyıcısı olan başlıca salyangoz türleri, bu türlerin ayırt edici özellikleri ve habitat özellikleri çalışmada konu edilmiştir.

1. *Fasciola* Türleri ve Yaşam Döngüleri

Hastalığın karakteri ve yayılması *Fasciola* türlerinin biyolojisiyle yakından ilintilidir. Parazitin biyolojisi Digenea'nın genel özelliklerini yansıtır. Bir aile dışında hermafrodit ve bütünüyle parazit özellikte olan Digenea üyelerinin yaşam döngüsünde 5 aşamalı larva gelişimi ve bir veya daha fazla ara konakçı mevcuttur. *Fasciola* türlerinde bir adet olan ara konakçı olan Lymnaeidae ailesinden bir veya birden çok türde olabilen tatlı su salyangozudur.

1.1. *Fasciola* Türleri

Digenea şubesi altında Echinostomida takımı ve Fasciolidae ailesine ait olan cinse ait 8 tür bilinmektedir: *Fasciola hepatica*, *F. gigantica*, *F. jacksoni*, *F. halli*, *F. nyanzae*, *F. indica*, *F. tragelaphi*, *F. californica* (Tınar ve Korkmaz, 2003). Bunlardan *Fasciola hepatica* ve *F. gigantica* türleri lokal dağılım gösteren diğer türlerin aksine dünyada ve Türkiye'de geniş dağılım göstermekte olup büyük karaciğer kelebeği olarak adlandırılmaktadırlar.



Şekil 1: *Fasciola gigantica* (üstte) ve *F. hepatica* (altta) (<https://hamachi-soft.ru/>)

1.1.1. *Fasciola hepatica*

F. hepatica diğer türe göre daha geniş yayılışlı olup Avrupa ve Güney Amerika'da hastalığın ana etkenidir, yanı sıra Afrika ve Asya'da da yaygın şekilde rastlanılabilmektedir.

Erişkinleri önden arkaya doğru daralan oval şekilli olup, uzunlukları 20-35 mm, enleri 8-13 mm kadardır, dorsalde petrol yeşili renklenme mevcuttur. Baş konisi belirgindir, bu kısmın uç kısmında küçük bir ağız çekmeni bulunur, omuzlar görece belirgindir, karın çekmeni (asetabulum) daha geniş olup vücudun ön orta kısmında konumlanmıştır. Tegüment üzerinde uçları arkaya dönük dikenler vardır. Beyaz renkli juvenil bireyler erişkinlere benzer şekilde olmakla birlikte uzun oval şekilli ve milimetrik boyutlardadır (Şeker, 2005).

Testis ve ovaryum dallanma göstermektedir, daha büyük boyutlu ve daha fazla dallanma gösteren testis ovaryumun arkasında konumlanmıştır, ovaryum karın çekmeninin biraz arkasında sağ tarafta yer alır. Lateral konumlu ve çift halinde olan büyük boyutlu vitellus folikülleri testisin arkasında konumlanmıştır. Yumurtaları oval ve sarı renklidir, bir kutbunda kapak bulunur. Boyutları ortalama 130-150 X 63-90 µm boyutlarındadır (Şeker, 2005).

1.1.2. *Fasciola gigantica*

Afrika' da geniş dağılım gösteren tür Türkiye dahil güney Asya'da da yaygındır.

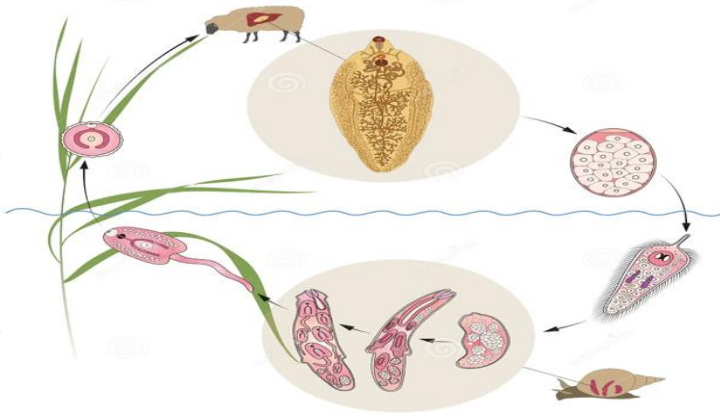
Erişkinler *F.hepatica* türüne göre daha büyük ve ince uzun yapıda, paralel kenarlı ve her iki uçta yuvarlakçadır. Uzunlukları 25–75 mm ve enleri 3-12 mm civarındadır. Baş konisi ayrıca daha kısa, karın çekmeni daha büyük testisler daha öndedir, bağırsaklar ve üreme organlarındaki dallanma biçimi de daha farklıdır (Rokni ve ark., 2009). Yumurtaları *F. hepatica* türüne şekilce benzer olmakla birlikte daha büyük olup, 156–197 X 90–104 µm boyutlarındadır.

Simpatrik oldukları bölgelerde iki tür arasında melezleşmeler ile farklı ploidi düzeyleri arasındaki gen alışverişleri yukarıdaki morfolojilerden sapmalar olmasına neden olmaktadır (Mas-Coma ve ark., 2001). Bu nedenle morfolojik ve serolojik yöntemlerin yanında moleküler yöntemler bu türlerin ayırımında kullanılır hale gelmiştir.

1.2. *Fasciola* Türlerinde Yaşam Döngüsü

Fasciola hepatica türünün ana konakçıları koyun, sığır, keçi, manda, deve, domuz, at, tavşan, fil, geyik, sincap, maymun gibi çeşitli otçul hayvanlardır. Ana konakçının safra yollarında yumurtlanan yumurtalar bağırsağa ulaşır, buradan da fekal yolla dışarı atılırlar. Yumurtanın gelişebilmesi için mutlaka su ortamı gereklidir. Yumurta içerisinde gelişen embriyonun aktifleşmesi sıcaklığa bağlı olarak gerçekleşir, 10 ile 30 derece arasında geniş bir aralıkta gerçekleşebilen embriyo gelişimini takiben ortam sıcaklığına bağlı olarak 15-45 gün içerisinde yumurtanın kapak kısmından silli bir mirasidyum larvası açığa çıkar. 24 saat kadar süreyle serbest halde hayatta kalabilen mirasidyum bir süre yüzerek bir uçta bulunan papilla benzeri bir uzantı sayesinde ara konakçı olan tatlı su salyangozuna ulaşır, deriyi aşarak iç organlara yerleşen larva sillerini kaybederek sporokiste dönüşürler. Sporokistler eşeysiz bir bölünme şekli olan poliembriyoni yoluyla çok sayıda partenogenetik redia larvası meydana getirir. Sporokist çeperinden ayrılan yaklaşık 25 gün sonra serbest yüzen serkarya larvası salyangozu terkederek dakikalar içerisinde su bitkilerine veya yüzen cisimlere yapışır ve kuyruğunu kaybederek mukus ile kaplı bir metaserkarya larvasına dönüşür. Bir salyangozdan 24 saatte 300–850 tane serkarya çıkabilmektedir. Salyangozdaki

gelişim süreci yaklaşık 50-80 gün, yumurtadan itibaren ise 70-100 gün sürmektedir. Kurumaya karşı dayanıklı olan metaserkaryaları içeren suların içilmesi veya sucul bitkilerin tüketilmesi ile son konakçıya geçen larvaların üzerindeki kılıf midede ayrışır ve larva duodenomdan geçerek karaciğere, oradan safra kanallarında göç eder. Bu göç 6-7 hafta sürmektedir. Yumurtaların atılması enfeksiyondan 3-4 ay sonra gerçekleşir.



Şekil 2: *Fasciola hepatica* türünde yaşam döngüsü (<https://lavidaanimal.com>)

Parazitin ömrü koyunda 5, insanda 9-13 yıl arasındadır.

F. gigantica türü ağırlıklı olarak son konakçısı olan evcil gevişgetirenlerde (sığır ve mandalarda, ara sıra koyun ve keçilerde), nadiren de tek toynaklılarda (eşek) fasiolasis etkenidir, nadiren de insanlarda tespit edilmişlerdir. Yabani gevişgetirenlerde (antiloplar) Afrika'da ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Yaşam döngüsü bir önceki türle bir hayli benzerlik taşımaktadır. Ancak gelişim üreci daha yavaştır ve metaserkarya larvaları kurumaya karşı görece daha hassastır.

Parazit için olduğu kadar sıcaklığın salyangozların gelişimine etkisi büyüktür (Dube ve ark., 2023). Bu nedenle iklime bağlı olarak hastalığın yayılmasında dalgalanmalar olasıdır. Her ne kadar farklı habitatlara uyum görülse de, sıcaklık başta olmak üzere iklim şartları vektörlerin dağılımında temel etkiye sahiptir (Saito ve ark., 2021).

2. Lymnaeidae ailesinde genel morfoloji

Kabuk yapısı tipik olarak konik şekilli olup, tentakülleri üçgen şekillidir. Morfoloji bakımından iki tip ortaya çıkmaktadır. Bunlardan ilki apertürün (kabuk açıklığı) kabuk yüksekliğinin yarısını aştığı oval şekilli *Radix* benzeri tip (Şekil 4), diğeri ise kabuğun ilk sarmallarının konik olduğu ve apertür yüksekliğinin kabuk yüksekliğinin yarısına eşit veya daha kısa olduğu *Lymnaea* benzeri tiptir (Şekil 3). Geçmişte bu iki ayrı morfolojiye sahip aile üyelerinin bir çoğu *Lymnaea* cinsine sokulmuş, sonraki evrede *Radix* benzeri morfolojiye ait türlerin neredeyse tamamı *Radix* cinsi altında sınıflandırılmıştır (Bargues ve ark., 2001; Lawton ve ark., 2015). Günümüzde moleküler sınıflama esaslarına göre *Radix* cinsi altında sınıflandırılmış olan gruplar farklı cins taksonlarına ayrılmıştır (Vinarski ve ark., 2020). Buna göre Türkiye’de rastlanılan cinsler aşağıdaki gibidir:

Radix benzeri cinsler (Amphipepleinae): *Ampullaceana*, *Peregriana*, *Radix* (Eskiden topluca *Radix*)

Lymnaea benzeri cinsler (Lymnaeinae): *Galba*, *Lymnaea*, *Stagnicola*.

3. *Fasciola hepatica* ve *F. gigantica* türlerinde ara konakçılar

Her iki tür birbirlerine yaşam döngüsü bakımından benzemekle birlikte doğadaki ara konakçı salyangoz türleri bakımından ayrışmaktadırlar. Ancak belirli bir türe ev sahipliği yapan bazı ara konakçı türleri diğer türe, normalde ara konakçı olarak bilinmeyen salyangoz türleri laboratuvar ortamında farklı *Fasciola* mirasidyumlarına pozitif yanıt verebilmektedirler.

Bu türlerin tamamı Lymnaeidae ailesinden salyangozlardır. Bu ailenin üyelerinde ekofenotipi nedeniyle farklı ortamlarda farklı kabuk morfolojileri ortaya çıkabilmekte (Vinarski, 2016), bu da sağlıklı bir şekilde tanımlanmalarını güçleştirmektedir.

Parazitin yaşam döngüsünde otçul hayvanlar ve vektör salyangoz türlerin yaşama ortamları kilit bir rol üstlenmektedir. Lymnaeidae türleri genellikle yavaş akışlı veya durgun sularda, kaynak sularında, bazen su birikintileri gibi geçici ortamlarda bulunabilmektedir. Dağılımlarında pasif taşınım büyük rol oynadığından normal şartlarda diğer salyangoz türlerinin yaşam imkanı bulamadığı ve avcı türlerin barınmadığı bu ortamları işgal edebilmeleri mümkün olmaktadır. Zookori yani hayvanlar aracılığı ile taşınım

tarihi süreç içerisinde yabancı ve evcil hayvanlarla salyangoz vektörlerin yayılışlarını genişletmesinde etkili olmuştur (Mirfendereski ve ark., 2021).

Salyangoz türleri genellikle yayılma yeteneklerinin zayıf olması nedeniyle dar yayılışlara sahiptirler. Buna karşın aile üyelerinde çoğu tür için pasif taşınımın katkısı ile görece geniş yayılış alanları mevzu bahistir. Buna karşın çoğu tür belirli bir coğrafya, iklim ve habitat ile sınırlıdır. Bu nedenle salyangoz türlerinin biyolojilerinin anlaşılması hastalık ile mücadelede öneme sahiptir.

Fasciola hepatica türünün doğa koşullarında ve laboratuvar ortamında taşıyıcısı olduğu bilinen türlerden bazıları şunlardır (Correa ve ark., 2010): *Ampullaceana lagotis*, *Austropeplea tomentosa*, *Galba bulimoides*, *Galba cousini*, *Galba cubensis*, *Galba humilis*, *Galba neotropica*, *Galba truncatula*, *Galba viator*, *Hinkleyia caperata*, *Ladislavella occulta*, *Lymnaea stagnalis*, *Omphiscola glabra*, *Orientogalba ollula*, *Orientogalba viridis*, *Pectinidens diaphanus*, *Peregriana labiata*, *Pseudosuccinea columella*, *Radix auricularia*, *Radix natalensis*, *Radix rubiginosa*, *Stagnicola fuscus*, *Stagnicola palustris*. Bahsi geçen türlerden *Galba truncatula* türü yaygınlığı ve farklı ortamlarda yaşayabilmesi bakımından en önemli türdür.

Fasciola gigantica türünün taşıyıcısı olan türler ise bulunulan bölgeye göre farklılık göstermektedir. Türün en yaygın taşıyıcısı *Radix auricularia* olmakla birlikte, Afrika'da bu rolü *Radix natalensis*, Güney ve Güneydoğu Asya'da ise çeşitli *Radix* türleri üstlenmektedir (Devkota ve ark., 2011; Dung ve ark., 2013; Dumidae et al., 2024). *Orientogalba ollula*, *Orientogalba viridis*, *Peregriana labiata*, *Cerasina luteola*, *Pseudosuccinea columella* ve *Galba truncatula* laboratuvar ortamındaki denemeler potansiyel olarak taşıyıcı olabildikleri tespit edilen diğer türler arasındadırlar. Benzer şekilde yerli olmayan Digenea türlerinin de yerli türleri enfekte edebilmektedirler (Leontovych ve ark., 2014).

3.1. *Galba truncatula*

Kabuk ailenin diğer türlerine göre ufak (6-7, en çok 11 mm), 5-6 yuvarlak samallı, apertür oval şekilli ve yüksekliği yaklaşık kabuğun yarısı kadardır (Şekil 3).



Şekil 3: *Galba truncatula* (<https://www.wikipedia.org>)

Türün yayılışı Avrupa, Asya'nın batı ve kuzey kısımları ile Kuzeybatı Afrika olup (Yıldırım ve ark., 2006; Mahulu ve ark., 2019), diğer bölgelere insan eliyle taşınmıştır. İspanya ve Bolivya'daki gen sekansları arasında fark bulunmamıştır (Mas-Coma ve ark., 2001), fasiolasis için endemik olan Bolivya'da hastalığın yegane taşıyıcısı olan salyangoz türünün hayvan ticareti ile kıtaya getirilmiş olabileceği düşünülmektedir (Vázquez et al., 2021).

Amfibik bir tür olup, çeşitli sığ su ortamlarında (kaynak suları, su birikintileri, gölcükler) ve dağ zirvelerine dek çeşitli yükseltilerde bulunabilir. Kendi kendini döleme eğilimi yeni habitatların işgalinde önemli bir faktördür (Hurtrez-Boussès ve ark., 2005).

Ülkemizde bulunan diğer aile üyeleri daha büyük boyutlara sahip olup, yalnızca juvenil bireyler bu türle karıştırılabilirler. Cinsin diğer türleri ile ayrımı ise kabuk morfolojisi bakımından oldukça güçtür ve moleküler karakterler aracılığı ile sağlanabilmektedir (Alda ve ark., 2021).

3.2. *Radix auricularia*

Kabuk görece büyük olup, 25-30 mm yüksekliğe erişebilir. İlk sarmallar ayırt edici şekilde kısa ve sivri, son sarmal baskın, apertür morfoljik varyasyona tabi olmakla birlikte enlice olup kulak benzeri bir görüntü alabilir

(Schniebs ve ark., 2022), kurak bölgelerde apertür daha dar yapıdadır (Stift ve ark., 2004).

Bitki bakımından zengin sığ dereler, ırmakların yavaş akışlı kesimleri ve gölcüklerde yaygın şekilde bulunan tür Avrupa, Anadolu ve Kuzey Asya'da bulunur (Yıldırım ve ark., 2006), Kuzey Amerika'nın doğusuna insan eliyle götürülmüştür.

Bu tür ülkemizdeki *Radix* benzeri türlerden kulak benzeri apertür ve sivri tepe kısmıyla ayırt edilebilirse de bazen varyasyon nedeniyle morfolojik ayırım güçleşebilir. Bu durumda anatomik karakterler net ayırmda yardımcıdır.



Şekil 4: *Radix auricularia* (<https://www.wikipedia.org>, <https://naturportal-suedwest.de/>)

4. Sonuç

Hastalığın günümüzde yayılmasında göçler ve iklim değişikliğinin rolü olduğu düşünülmektedir (Ünsal ve ark., 2023). Parazit ile mücadelede yaşam döngüsünü kırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında salyangozların eradikasyonu da yer almakla birlikte, bu amaçla kullanılan ilaçlama çözümleri çevre kirliliğine yol açan uzun vadeli etkileri yanında salyangozların pasif taşınımı yoluyla yeniden kolonizasyonu nedeniyle etkisiz kalmaktadır. Bu nedenle insan sağlığı bakımından tüketimi

yapılan sucul bitkilerin ve suyun sanitasyonuna özen göstermek isabetli olacaktır.

KAYNAKLAR

- Gökmen, A. A., Pektaş, B., Camcı, M., Buğdacı, C., Yula, E., Kaya, S., & Demirci, M. (2015). Fascioliasis tanısında hekimlerde ERCP yerine serolojik test farkındalığı yaratmak: Olgu sunumu. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 73(2), 157-160.
- Alda, P., Lounnas, M., Vázquez, A. A., Ayaqui, R., Calvopiña, M., Celi-Erazo, M., Dillon, R. T., Ramírez, L. C. G., Loker, E., Muzzio-Aroca, J., Nárvaez, A. O., Noya, O., Pereira, A. E., Robles, L. M., Rodríguez-Hidalgo, R., Uribe, N., David, P., Jarne, P., Pointier, J., & Hurtrez-Boussès, S. (2021). Systematics and geographical distribution of *Galba* species, a group of cryptic and worldwide freshwater snails. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 157, 107035. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.107035>
- Bargues, M., Vigo, M., Horak, P., Dvorak, J., Patzner, R., Pointier, J., Jackiewicz, M., Meier-Brook, C., & Mas-Coma, S. (2001). European Lymnaeidae (Mollusca: Gastropoda), intermediate hosts of trematodiasis, based on nuclear ribosomal DNA ITS-2 sequences. *Infection Genetics and Evolution*, 1(2), 85–107. [https://doi.org/10.1016/s1567-1348\(01\)00019-3](https://doi.org/10.1016/s1567-1348(01)00019-3)
- Correa, A. C., Escobar, J. S., Durand, P., Renaud, F., David, P., Jarne, P., Pointier, J., & Hurtrez-Boussès, S. (2010). Bridging gaps in the molecular phylogeny of the Lymnaeidae (Gastropoda: Pulmonata), vectors of Fascioliasis. *BMC Evolutionary Biology*, 10(1), 381. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-10-381>
- Devkota, R., Budha, P. B., & Gupta, R. (2011). Trematode cercariae infections in freshwater snails of Chitwan district, central Nepal. *Himalayan Journal of Sciences*, 7(9), 9–14. <https://doi.org/10.3126/hjs.v7i9.2183>
- Dube, A., Kalinda, C., Manyangadze, T., Mindu, T., & Chimbari, M. J. (2023). Effects of temperature on the life history traits of intermediate host snails of fascioliasis: A systematic review. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 17(12), e0011812. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011812>
- Dumidae, A., Subkrasae, C., Ardpairin, J., Pansri, S., Homkaew, C., Gordon, C. N., Mangkit, B., Thanwisai, A., & Vitta, A. (2024). Assessment of the genetic diversity of lymnaeid (Gastropoda: Pulmonata) snails and their infection status with trematode cercariae in different regions of

- Thailand. *Infection Genetics and Evolution*, 119, 105576. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2024.105576>
- Dung, B. T., Doanh, P. N., Tat, D., Loan, H. T., Losson, B., & Caron, Y. (2013). Morphological and Molecular Characterization of Lymnaeid Snails and Their Potential Role in Transmission of *Fasciola* spp. in Vietnam. *Korean Journal of Parasitology*, 51(6), 657–662. <https://doi.org/10.3347/kjp.2013.51.6.657>
- Hurtrez-Boussès, S., Pendino, A., Barnabé, C., Durand, P., Rondelaud, D., Durand, C., Meunier, C., Hurtrez, J., & Renaud, F. (2005). Comparison between shell morphology and genetic diversity in two sympatric lymnaeid snails, vectors of fasciolosis. *Canadian Journal of Zoology*, 83(12), 1643–1648. <https://doi.org/10.1139/z05-150>
- Kaplan, M., Kuk, S., Kalkan, A., Demirdağ, K., & Özdarendeli, A. (2001). Elazığ yöresinde *F. hepatica* seroprevalansının araştırılması. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 36, 337-42.
- Kaya, M., Beştaş, R., & Çetin, S. (2011). Clinical presentation and management of *Fasciola hepatica* infection: single-center experience. *World journal of gastroenterology: WJG*, 17(44), 4899.
- Lawton, S. P., Lim, R. M., Dukes, J. P., Kett, S. M., Cook, R. T., Walker, A. J., & Kirk, R. S. (2015). Unravelling the riddle of Radix: DNA barcoding for species identification of freshwater snail intermediate hosts of zoonotic digeneans and estimating their inter-population evolutionary relationships. *Infection, genetics and evolution*, 35, 63-74.
- Leontovyč, R., Košťáková, M., Siegelová, V., Melounová, K., Pankrác, J., Vrbová, K., ... & Kašný, M. (2014). Highland cattle and *Radix labiata*, the hosts of *Fascioloides magna*. *BMC veterinary research*, 10, 1-8.
- Mahulu, A., Clewing, C., Stelbrink, B., Chibwana, F. D., Tumwebaze, I., Stothard, J. R., & Albrecht, C. (2019). Cryptic intermediate snail host of the liver fluke *Fasciola hepatica* in Africa. *Parasites & Vectors*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3825-9>
- Mas-Coma, S., Bargues, M. D., & Valero, M. A. (2005). Fascioliasis and other plant-borne trematode zoonoses. *International journal for parasitology*, 35(11-12), 1255-1278.
- Mas-Coma, S., Funatsu, I. R., & Bargues, M. D. (2001). *Fasciola hepatica* and lymnaeid snails occurring at very high altitude in South America.

- Parasitology*, 123(7), 115–127.
<https://doi.org/10.1017/s0031182001008034>.
- Mirfendereski, R., Hashemi, S., Shirali, S., Shemshadi, B., & Lawton, S. P. (2021). DNA barcoding of Iranian radicine freshwater snails begins to untangle the taxonomy and phylogeography of intermediate hosts of schistosomiasis and fasciolosis from the Middle East and across Central Asia. *Infection Genetics and Evolution*, 89, 104728. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2021.104728>.
- Rokni, M. B., Mirhendi, H., Mizani, A., Mohebbi, M., Sharbatkhori, M., Kia, E. B., Abdoli, H., & Izadi, S. (2009). Identification and differentiation of *Fasciola hepatica* and *Fasciola gigantica* using a simple PCR-restriction enzyme method. *Experimental Parasitology*, 124(2), 209–213. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2009.09.015>.
- Saito, T., Hirano, T., Ye, B., Prozorova, L., Shovon, M. S., Van, T., DO, Kimura, K., Surenkhorloo, P., Kameda, Y., Morii, Y., Fukuda, H., & Chiba, S. (2021). A comprehensive phylogeography of the widespread pond snail genus *Radix* revealed restricted colonization due to niche conservatism. *Ecology and Evolution*, 11(24), 18446–18459. <https://doi.org/10.1002/ece3.8434>.
- Samadi, S. (2000). Morphological studies of lymnaeid snails from the human fascioliasis endemic zone of Bolivia. *Journal of Molluscan Studies*, 66(1), 31–44. <https://doi.org/10.1093/mollus/66.1.31>
- Schniebs, K., Sitnikova, T. Y., Vinarski, M. V., Müller, A., Khanaev, I. V., & Hundsdoerfer, A. K. (2022). Morphological and Genetic Variability in *Radix auricularia* (Mollusca: Gastropoda: Lymnaeidae) of Lake Baikal, Siberia: The Story of an Unfinished Invasion into the Ancient Deepest Lake. *Diversity*, 14(7), 527. <https://doi.org/10.3390/d14070527>.
- Stift, M., Michel, E., Sitnikova, T. Y., Mamonova, E. Y., & Sherbakov, D. Y. (2004). Palaearctic gastropod gains a foothold in the dominion of endemics: range expansion and morphological change of *Lymnaea (Radix) auricularia* in Lake Baikal. *Hydrobiologia*, 513(1), 101–108. <https://doi.org/10.1023/b:hydr.0000018175.37771.d6>.
- Şeker, Y. (2005). Adana ve çevresinde yaşayan insanlarda *Fasciola hepatica* antikorlarının serolojik yöntemle araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Parazitoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. 53 s.

- Tınar, R. & Korkmaz, M. (2003). Fasciolosis. 1. Baskı. Türkiye Parazitoloji Derneği Yayın No: 18. Meta Basım.
- Ünsal, Ö., Kurtuluş, E., Binicier, H., Altay, C., & Akpınar, H. (2023). *Fasciola hepatica*'nın neden olduğu karaciğer kitlesi: olgu sunumu. *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 36(3), 341-345. <https://doi.org/10.18614/deutip.1176907>.
- Vázquez, A. A., Alba, A., Alda, P., Vittecoq, M., & Hurtrez-Boussès, S. (2021). On the arrival of fasciolosis in the Americas. *Trends in Parasitology*, 38(3), 195–204. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2021.12.001>.
- Vinarski, M. V. (2016). On the reality of local and ecological races in lymnaeid snails (Mollusca, Gastropoda, Lymnaeidae). *Biology Bulletin*, 43(9), 1003–1017. <https://doi.org/10.1134/s1062359016090090>.
- Vinarski, M. V., Aksenova, O. V., & Bolotov, I. N. (2020). Taxonomic assessment of genetically-delineated species of radicine snails (Mollusca, Gastropoda, Lymnaeidae). *Zoosystematics and Evolution*, 96(2), 577–608. <https://doi.org/10.3897/zse.96.52860>.
- Yıldırım, M. Z., Gümüş, B. A., Kebapçı, Ü., & Bahadır Koca, S. (2006). The Basommatophoran pulmonate species (Mollusca: Gastropoda) of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 30(4), 445–458.

BÖLÜM 2

YENİ BİR ZOONOTİK HASTALIK OLAN SERKARYAL DERMATİT VE SALYANGOZ VEKTÖRLERİ

Prof. Dr. Ümit KEBAPÇI¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14565304>

¹Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 15100, Burdur, Türkiye, kebacpi@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-4991-3356

GİRİŞ

Sucul salyangozlar ve diğenetik parazitler arasında yaygın konakçı ilişkileri, salyangozların sucul ekosistemlerde geniş dağılımları zoonotik hastalıklar bakımından önemli canlı grupları arasında sayılmalarına neden olmaktadır. İnsanlar dahil olmak üzere kuş ve memelileri enfekte eden 279 tür salyangozları ara konakçı olarak kullanmaktadır (Wongpim ve ark., 2023).

Salyangozların vektörü olduğu çeşitli insan hastalıklarından serkaryal dermatit, Schistosomatidae ailesindeki kuş kan parazitleri olan şistozomların bulaşıcı larvalarının neden olduğu yeni ortaya çıkan zoonotik bir hastalıktır. Son konakçılarından ayrılan serkarya larvaları suya bırakılınca doğrudan konakçısına yönelir, bu esnada normalde konakçı olmayan insanların derilerinden salınan moleküllerin etkisiyle tesadüfi olarak deriye nüfuz eder ve tahrişe neden olurlar (Juhász ve ark., 2022). Bu nedenle özellikle yüzücülerde ortaya çıkan ve uzun süren kaşıntılara sebep olan alerjik reaksiyonlar nedeniyle yüzücü kaşıntısı adıyla da anılan hastalık özellikle turizm açısından olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Horák ve ark., 2015). Balıkçılar, kanatlı yetiştiricileri ve pirinç tarımı yapan insanlar da etki alanı içindedirler (Wongpim ve ark., 2023).

Dünya'nın farklı bölgeleri ile birlikte Avrupa genelinde belirli odakların ve yer yer salgınların varlığı bilinmektedir (Ferté ve ark., 2004), buna karşılık Türkiye'deki durumu konusunda bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle serkaryal dermatit ve salyangoz vektörleri konusunda bilgiler derlenerek çalışmada sunulmuştur.

1. Serkaryal Dermatit

Hastalık 1800'lerin başlarından itibaren bilinmesine karşın, hastalığın kaynağı olan şistozomlarla ilişkilendirilmesi 1928 yılında gerçekleşmiştir.

Parazit serkaryaları insanı enfekte edemez ve deriye girdiklerinden sonraki dakikalar içinde ölürlür. Ancak deriye girdikleri noktada oluşturdukları sıklıkla inflamatuvar hipersensitivite (aşırı durarlılık) reaksiyonları hastalığa sebep olurlar.

Senellikle enfeksiyondan sonraki 2 gün içinde ortaya çıkan kaşıntılı papüller (deri kabarması) ilk belirtilerdir. Aniden ortaya çıkan kabarcıklar yaklaşık yarım saat içinde lekelerle dönüşürler, 10-12 saat içinde bunlar çok kaşıntılı papüllere dönüşür ve ikinci veya üçüncü günde en kötü duruma

ulaşır. Papüller 1-2 hafta içinde kaybolur ancak kaşınmanın ikincil etkileri daha uzun süre devam edebilir. 48-72 saat sonra zirveye çıkan yoğun kaşıntı, etkilenen bölgelerde ağrı ve şişlik ile ilişkilidir (Bonamonte ve ark., 2016). Ayrıca kaşıntı neticesinde bakteri kaynaklı ikincil enfeksiyonlar da gelişebilmektedir. Tekrar tekrar serkaryalara maruz kalan kişilerde daha ağır belirtiler gelişir ve alerjik tepkiler daha hızlı gerçekleşir (Macháček ve ark., 2018).

Farklı kuş şistozom türlerinin neden olduğu serkaryal dermatit artık yaygınlaşan bir hastalık olarak kabul edilmektedir (Verbrugge ve ark., 2004). Avrupa'da İtalya, Almanya, Avusturya, İsviçre, Hollanda, İzlanda, Beyaz Rusya, Polonya ve Çek Cumhuriyeti gibi odaklar iyi bilinmektedir (Chamot ve ark.,1998), Fransa'da ise turizm üzerinde olumsuz etkinin gözlemlendiği Annecy Gölü en aktif odak konumundadır (Ferté ve ark., 2004).

Son yıllarda konakçılar dışındaki şistozomiyaz etkilerinin dermatit ile sınırlı olmadığı ortaya konmuştur (Horák ve Kolářová, 2000; Kolářová ve ark., 2001), kemirgenler üzerinde gerçekleştirilen deneyler akciğerleri etkileyen yeni belirtilerin varlığını göstermiştir (Horák ve Kolářová, 2000). Ancak *Trichobilharzia* parazitin göçü ve insandaki gelişimi bilinmemektedir.

2. Hastalığın etkenleri

Hastalık ve etkenleri dünyanın farklı bölgelerinde bulunabilmektedir. Ağırlıklı olarak Schistosomatidae ailesinden 7 cinse bağlı kuş şistozomu olarak tanımlanan ve son konakçıları kuşlar olan parazitler hastalıktan sorumludur.

Serkarya dermatit etkeni kuş sistozomları çoğunlukla tatlı su türleridir. Bunlar arasında *Trichobilharzia* türleri, *Gigantobilharzia huronensis*, *Bilharziella polonica* sayılabilir. Deniz (tuzlu su veya acı) türleri arasında ise *Austrotilharzia* ve *Ornithobilharzia* türlerinden kuş şistozomları yer alır. Memelileri enfekte eden *Heterobilharzia americana* ile *Schistosoma*, *Schistosomatium* ve *Bivitellobilharzia* türleri de tatlı sularla bulunur.

Dolayısıyla tatlı su ortamlarında olduğu gibi deniz kıyılarında da hastalık meydana gelebilir (Brant ve ark., 2010).

Avrupa'da bu hastalığın ana etkeni *Trichobilharzia* türleridir (Macháček ve ark., 2018; Schols ve ark., 2024). Bu cinsin 35 üzeri türünden

iki adedi, *T. franki* ve *T. szidati* (= *T. ocellata*), Avrupa genelindeki salgınlardan sorumlu tutulmuştur. Ancak *T. physellae*, *T. mergi*, *T. anseri*, *T. salmanticensis* ve *T. regenti* türleri de potansiyel hastalık etkenidirler. Anatiform kuşlarda görülen bu parazitlerden en yaygını olan *T. franki* evcil ördeklerde de tespit edilmiştir (Ashrafi ve ark., 2021).

Avrasya'da geniş dağılım gösteren *Bilharziella polonica* da dermatit reaksiyonlarına neden olan diğer bir türdür.

Diğer önemli bir serkaryal dermatit etkeni *Gigantobilharzia* türleridir. Kuş sistozomları dışında kemirgenleri enfekte eden *Schistosomatium douthitti* ve sığırlarda salgınlara neden olan *Schistosoma indicum*, *S. spindale* ve *S. bovis* gibi memeli parazitlerinin de serkaryal dermatit etkeni olabildikleri bilinmektedir (Wongpim ve ark., 2023).

Türkiye, Irak ve İran'dan, Rusya üzerinden Moğolistan, kuzey Hindistan ve kuzeydoğu Çin'e kadar geniş bir dağılım gösteren *Schistosoma* (= *Orientobilharzia*) *turkestanicum* koyunlar ve diğer evcil geviş getiren hayvanlarda fetal enfeksiyonlara sebebiyet verebilen bir parazit olarak bilinmektedir (Lawton ve Majoros, 2013; Devkota ve ark., 2016). Bu tür son yıllarda insanda nadir bir serkaryal dermatit etkeni olarak rapor edilmiştir (Wang ve ark., 2008, 2009). Bu tür yakın dönemde Macaristan'da Tuna havzasında bir lokalitede kızıl geyikte rapor edilmiştir (Juhász ve ark., 2016).

Nadir olarak diğer *Schistosoma* türleri de serkaryal dermatit etkeni olarak kaydedilmiştir (Kruatrachue ve ark., 1968).

Erişkin dönemde morfolojik tanı mümkün ise de bu grup şistozomlarda furkoserkarya düzeyinde tür tanımı neredeyse imkansızdır (Dvořák ve ark., 1999). Bu nedenle kesin ayırımında moleküler tanıya başvurulmaktadır.

Avrupa'da hastalığın en önemli etkeni olan *Trichobilharzia franki* türünün moleküler karakterizasyonu çalışmaları yalnızca yakın dönemde başlamıştır. Döngülerin epidemiyolojik özelliklerinin hem yerel olarak hem de farklı odaklardaki patojenlerin karşılaştırılması için yeterince anlaşılabilmesi için günümüzde bu yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır (Ferté ve ark., 2004).

Son yıllarda hastalık etkeni şistozom türleri ve salyangoz etkenleri üzerine moleküler çalışmaları artmıştır. Çeşitli Avrupa ülkelerinde farklı parazit-vektör çiftlerinde olduğu gibi vektör *R. auricularia* ve parazit *T. franki*

genotipleri arasında sıkı bir ilişki vardır. Ana konakçı olan su kuşlarının uçuş yolları sırasında hem parazitleri hem de salyangozları taşımaları olasıdır (Ferté ve ark., 2004). Kuş göçünün parazitin yayılmasında önemli bir etken olduğu kanısı bulunmaktadır (Ashrafi ve ark., 2021).

3. Yaşam Döngüsü

Diğer Digenea gruplarından ayrı olarak dioik (ayrı eşeyli) olan Schistosomatidae ailesine ait parazitlerin yaşam döngülerinde tatlı su salyangozları ara konakçı, omurgalılar ise son konakçıdır. Son konakçıdan fekal yolla bırakılan yumurtalar suya ulaştıklarında, yumurtadan mirasidyum adı verilen sillli ve serbest yüzen bir larva açığa çıkar. Avrupa'ya özgü *Trichobilharzia regenti* türünde kuşun burun dokularını enfekte eder ve enfekte kuşların suyla teması sırasında larvalar doğrudan dokudaki yumurtalardan çıkar (Horák ve ark., 1998).

Kemotaktik olarak salyangoz ara konakçıya yönelen larva deriyi penetre ederek vücut içerisinde sporokiste dönüşür, sporokist partenogenetik olarak yavru sporokistler üretir, bunlar ise aynı şekilde eşeysiz bölünmelerle serbest yüzen çatal kuyruklu furkoserkarya larvalarını meydana getirir.



Şekil 1: *Trichobilharzia regenti* (<https://www.wikipedia.org>)

Furkoserkarya (çatal kuyruklu serkarya tipi) morfolojisinde olan serkarya larvaları ana konakçı olan bir kuşun yerini tespit ettikten sonra, deri yoluyla (genellikle ayaklardan) konakçının vücuduna geçer ve kuyruklarını kaybederler. Dolaşım sistemi içinde, olgunlaşmamış parazitler olgun erkek ve dişi solucanlara dönüşür, çiftleşir ve konağın dolaşım sistemi veya sinir sistemi boyunca gastrointestinal sistemi besleyen damarlara göç eder (Horák

ve ark., 1999). Burada yumurtalarını bağırsak mukozasındaki damarlara bırakırlar ve buradan bağırsak lümenine giden yumurtalar kuş dışkıladığında suya atılırlar.

4. Serkaryal Dermatitin Salyangoz Vektörleri

Planorbidae ve Lymnaeidae üyeleri en önemli ara konakçılardır (Brant ve Loker, 2009; Wongpim ve ark., 2023). Ayrıca Physidae türlerinin bazıları da vektörler arasındadır (Brant ve Loker, 2009). Deniz ortamında Nassariidae türleri ve bir *Haminoea* türü vektör olarak tespit edilmiştir (Brant ve ark., 2010).

Avrupa ve çevresinde Lymnaeidae türleri başlıca vektörlerdir. Yaygın bulunan *Trichobilharzia franki* türünün vektörleri arasında *Radix auricularia*, *Ampullaceana balthica* ve *Peregriana labiata* bulunmaktadır (Jouet ve ark., 2010), İran'da çeşitli *Radix* türleri vektör olarak tespit edilmektedir (Ashrafi ve ark., 2021).

Trichobilharzia türleri için *Lymnaea stagnalis* diğer önemli bir vektör türüdür (Dvořák ve ark., 1999; Rudolfová ve ark., 2005, 2007).

Evcil hayvanlarda şistozomiyaz ve insanda nadir bir serkaryal dermatit etkeni olan *Schistosoma* (= *Orientobilharzia*) *turkestanicum* *Radix auricularia* dahil olmak üzere bir dizi lymnaeid türünden rapor edilmiştir (Wang ve ark., 2009).

Trichobilharzia szidati türünün vektörleri arasında lymnaeid *A. balthica* türü ile birlikte planorbid *Planorbarius corneus* türü de zikredilmektedir (Dvořák ve ark., 1999). Yine Planorbidae türlerinden *Planorbis planorbis* *Bilharziella polonica* türünün vektörü olarak rapor edilmiştir (Akramova ve ark., 2022). Aynı aileden olan *Indoplanorbis exustus* Tayland, Hindistan, Sri Lanka, Endonezya Filipinler, Japonya ve Hawaii'de yaygın olarak dağılım göstermekte olup, bu bölgelerde sığır şistozomiyazının ciddi salgınlarına neden olan *Schistosoma indicum* ile *S. spindale* türünün ara konakçısıdır (Wongpim ve ark., 2023). Bu türler Hindistan ve Güneydoğu'da insan serkaryal dermatitine olmaktadır (Kullavanijaya ve Wongwaisayawan 1993; Agrawal ve ark., 2000; Krailas ve ark., 2022).

Ülkemiz kuş göç yolları üzerinde ve vektör olarak tespit edilen salyangoz türleri bakımından zengin bir faunaya sahip olduğundan (Yıldırım ve ark. 2006), serkaryal dermatitin olası odaklarından birini teşkil etmektedir.

5. Önlemler Ve Kontrol Tedbirleri

Lymnaeidae ailesinden salyangozların hızlı, genellikle tek yıllık, yaşam döngüleri önemli populasyon dalgalanmalarını netice vermektedir. Ayrıca, su seviyelerindeki veya su kalitesindeki değişimler de aynı şekilde salyangoz populasyonlarını etkilemektedir (Dvořák ve ark., 1999).

Enfeksiyon oranı suda kalma süresiyle doğru orantılıdır, suya girilen saatler veya ay ile su ortamındaki bitki gelişimi gibi faktörler de etkili bulunmuştur (Lindblade, 1998). Hastalığın sığ kıyı kesimlerde yüzenlerde daha sık gerçekleşmesi bulaşıcı larvaların bu kısımda dalga etkisiyle yoğunlaşması ile izah edilebilir. Küçük çocuklar daha çok kıyıda denize girdiklerinden, etkilenimleri daha fazla olmaktadır.

Mekanik tedbirler yani yumuşakçaları toplama yoluyla ortmadan uzaklaştırma yaygın olarak Kuzey Amerika ve Fransa'da uygulanmaktadır (Leighton ve ark., 2000). Bakır sülfat içerikli ilaçlama uygulamaları da uygulamada olup her iki yöntemle de net sonuçlar elde edilememektedir. Zira mekanik tedbirler aynı uların tekrar kolonizasyonuna engel olamamaktadır (Blankespoor ve Reimink, 1991)., bakır sülfat uygulamalarında ise salyangozları toksik maddeye bağışık hale geldiği görülmüştür, ayrıca su kimyası bazı hallerde toksik etkiyi azaltıcı yönde etki yapabilmekte veya akıntı ile etki dağılmaktadır. Ayrıca, diğer pek çok su canlısı için toksik olan sucul canlılar üzerinde olumsuz etkiler net olarak anlaşılmasa da olasıdır.

KAYNAKLAR

- Agrawal, M. C., Gupta, S., & George, J. (2000) Cercarial dermatitis in India. *Bulletin of the World Health Organisation*, 78, e278.
- Akramova, F., Shakarbaev, U., Yorkulov, Z., Arepbaev, I., Mirzaeva, A., & Azimov, D. (2022). Life cycle of *Bilharziella polonica* (Trematoda, Schistosomatidae) parasite of semi-aquatic birds in Uzbekistan. *Biosystems Diversity*, 30(2), 137–142. doi:10.15421/012213.
- Ashrafi, K., Sharifdini, M., Darjani, A., & Brant, S. V. (2021). Migratory routes, domesticated birds and cercarial dermatitis: the distribution of *Trichobilharzia franki* in Northern Iran. *Parasite*, 28, 4. <https://doi.org/10.1051/parasite/2020073>.
- Blankespoor, C. L., Reimink, R. L. (1991). The control of swimmer's itch in Michigan: Past, present, and future. *Michigan Academician*. 24 (1), 7–23.
- Bonamonte, D., Romita, P., Vestita, M., & Angelini, G. (2016). Dermatitis caused by aquatic worms. In Springer eBooks (pp. 139–157). https://doi.org/10.1007/978-3-319-40615-2_9
- Brant, S. V., Cohen, A. N., James, D., Hui, L., Hom, A., & Loker, E. S. (2010). Cercarial dermatitis transmitted by exotic marine snail. *Emerging Infectious Diseases*, 16(9), 1357–1365. <https://doi.org/10.3201/eid1609.091664>
- Brant, S. V., & Loker, E. S. (2009). Schistosomes in the southwest United States and their potential for causing cercarial dermatitis or ‘swimmer's itch’. *Journal of helminthology*, 83(2), 191-198.
- Chamot, E., Toscani, L., & Rougemont, A. (1998). Public health importance and risk factors for cercarial dermatitis associated with swimming in Lake Lemán at Geneva, Switzerland. *Epidemiology and Infection*, 120(3), 305–314. <https://doi.org/10.1017/s0950268898008826>.
- Devkota, R., Brant, S. V., & Loker, E. S. (2016). A genetically distinct *Schistosoma* from *Radix luteola* from Nepal related to *Schistosoma turkestanicum*: A phylogenetic study of schistosome and snail host. *Acta Tropica*, 164, 45–53. doi:10.1016/j.actatropica.2016.08.015.
- Dvorák, J., Sattmann, H., Horák, P., & Konecny, R. (1999). Bird schistosomes from freshwater snails in Austria, with some notes on current problems (Digenea, Schistosomatidae). *Mitt Österr Ges Tropenmed Parasitol*, 21, 69-76.

- Ferté, H., Depaquit, J., Carré, S., Villena, I., & Léger, N. (2004). Presence of *Trichobilharzia szidati* in *Lymnaea stagnalis* and *T. franki* in *Radix auricularia* in northeastern France: molecular evidence. *Parasitology Research*, 95(2), 150–154. <https://doi.org/10.1007/s00436-004-1273-7>
- Horák, P., Dvořák, J., Kolářová, L., & Trefil, L. (1999). *Trichobilharzia regenti*, a pathogen of the avian and mammalian central nervous systems. *Parasitology*, 119(6), 577–581.
- Horák, P., & Kolářová, L. (2000). Survival of bird schistosomes in mammalian lungs. *International Journal for Parasitology*, 30(1), 65–68.
- Horák, P., Kolářová, L., & Dvořák, J. (1998). *Trichobilharzia regenti* n. sp. (Schistosomatidae, Bilharziellinae), a new nasal schistosome from Europe. *Parasite*, 5(4), 349–357. <https://doi.org/10.1051/parasite/1998054349>.
- Horák, P., Mikeš, L., Lichtenbergová, L., Skála, V., Soldánová, M., & Brant, S. V. (2015). Avian schistosomes and outbreaks of cercarial dermatitis. *Clinical Microbiology Reviews*, 28(1), 165–190. <https://doi.org/10.1128/cmr.00043-14>.
- Jouet, D., Skirnisson, K., Kolářová, L., & Ferté, H. (2010). Molecular diversity of *Trichobilharzia franki* in two intermediate hosts (*Radix auricularia* and *Radix peregra*): a complex of species. *Infection, genetics and evolution*, 10(8), 1218–1227.
- Juhász, A., Dán, Á., Dénes, B., Kucsera, I., Danka, J., & Majoros, G. (2016). Egy ritka zoonosis: a *Schistosoma turkestanicum* vérmétely által okozott cercaria dermatitis Magyarországon [A rare zoonosis in Hungary: cercarial dermatitis caused by *Schistosoma turkestanicum* blood-fluke]. *Orvosi hetilap*, 157(40), 1579–1586. <https://doi.org/10.1556/650.2016.30515>.
- Juhász, A., Majoros, G., & Cech, G. (2022). Threat of cercarial dermatitis in Hungary: A first report of *Trichobilharzia franki* from the mallard (*Anas platyrhynchos*) and European ear snail (*Radix auricularia*) using molecular methods. *International Journal for Parasitology Parasites and Wildlife*, 18, 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2022.04.009>.
- Kolářová, L., Horák, P., & Čada, F. (2001). Histopathology of CNS and nasal infections caused by *Trichobilharzia regenti* in vertebrates. *Parasitology Research*, 87, 644–650.

- Krailas, D., Namchote, S., Komsuwan, J., Wongpim, T., Apiraksena, K., Glaubrecht, M., ... & Suwanrit, S. (2022). Cercarial dermatitis outbreak caused by ruminant parasite with intermediate snail host: schistosome in Chana, South Thailand. *Evolutionary Systematics*, 6, 151-173.
- Kruatrachue, M., Bhaibulaya, M., Chesdapan, C., & Harinasuta, C. (1968). *Trichobilharzia maegraithi* sp. nov., a cause of cercarial dermatitis in Thailand. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 62(1), 67-73.
- Kullavanijaya, P., & Wongwaisayawan, H. (1993). Outbreak of cercarial dermatitis in Thailand. *International journal of dermatology*, 32(2), 113-115.
- Lawton, S. P., & Majoros, G. (2012). A foreign invader or a reclusive native? DNA bar coding reveals a distinct European lineage of the zoonotic parasite *Schistosoma turkestanicum* (syn. *Orientobilharzia turkestanicum* (Dutt and Srivastava, 1955)). *Infection Genetics and Evolution*, 14, 186-193.
- Leighton, B. J., Zervos, S., & Webster, J. M. (2000). Ecological factors in schistosome transmission, and an environmentally benign method for controlling snails in a recreational lake with a record of schistosome dermatitis. *Parasitology International*, 49(1), 9-17. [https://doi.org/10.1016/s1383-5769\(99\)00034-3](https://doi.org/10.1016/s1383-5769(99)00034-3)
- Lindblade, K. A. (1998). The Epidemiology of cercarial dermatitis and its association with limnological characteristics of a Northern Michigan Lake. *Journal of Parasitology*, 84(1), 19. <https://doi.org/10.2307/3284521>
- Macháček, T., Turjanicová, L., Bulantová, J., Hrdý, J., Horák, P., & Mikeš, L. (2018). Cercarial dermatitis: a systematic follow-up study of human cases with implications for diagnostics. *Parasitology Research*, 117(12), 3881-3895.
- Rudolfová, J., Hampl, V., Bayssade-Dufour, C., Lockyer, A. E., Littlewood, D. T. J., & Horák, P. (2005). Validity reassessment of *Trichobilharzia* species using *Lymnaea stagnalis* as the intermediate host. *Parasitology Research*, 95, 79-89.
- Rudolfová, J., Littlewood, D. T. J., Sitko, J., & Horák, P. (2007). Bird schistosomes of wildfowl in the Czech Republic and Poland. *Folia Parasitologica*, 54, 88-93.
- Salafsky, B., Ramaswamy, K., He, Y. X., Li, J., & Shibuya, T. (1999). Development and evaluation of LIPODEET, a new long-acting

- formulation of N, N-diethyl-m-toluamide (DEET) for the prevention of schistosomiasis. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 61(5), 743–750.
- Schols, R., Smits, N., Vanderheyden, A., & Huyse, T. (2024). Expanding the swimmer's itch pool of the Benelux: a first record of the neurotropic *Trichobilharzia regenti* and potential link to human infection. *Parasites & Vectors*, 17, 126.
- Verbrugge, L. M., Rainey, J. J., Reimink, R. L., & Blankespoor, H. D. (2004). Prospective study of swimmer's itch incidence and severity. *Journal of Parasitology*, 90(4), 697–704.
- Wang, C. R., Chen, J., Zhao, J. P., Chen, A. H., Zhai, Y. Q., Li, L., & Zhu, X. Q., (2009). *Orientobilharzia* species: neglected parasitic zoonotic agents. *Acta Tropica*, 109, 171-175.
- Wang, C., Li, L., Ni, H., Zhai, Y., Chen, A., Chen, J., & Zhu, X. (2008). *Orientobilharzia turkestanicum* is a member of *Schistosoma* genus based on phylogenetic analysis using ribosomal DNA sequences. *Experimental Parasitology*, 121(2), 193–197.
- Wongpim, T., Komsuwan, J., Janmanee, C., Thongchot, P., Limsampan, S., Wichianarat, N., Chaowatut, W., Suwanrat, S., Dechruksa, W., Veeravechsukij, N., Glaubrecht, M., & Krailas, D. (2023a). Freshwater pulmonate snails and their potential role as trematode intermediate host in a cercarial dermatitis outbreak in Southern Thailand. *Evolutionary Systematics*, 7(2), 293–315.
- Yıldırım, M. Z., Gümüş, B. A., Kebapçı, Ü., & Bahadır Koca, S. (2006). The Basommatophoran pulmonate species (Mollusca: gastropoda) of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 30(4), 445–458.

BÖLÜM 3

SPERMATOZOON İYON KANALLARI

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin ÜSTÜNDAĞ¹
Doç. Dr. Bülent BÜLBÜL²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14565308>

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İzmir, Türkiye, Anatomi ABD, yasemin.ustundag@deu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-8836-0371

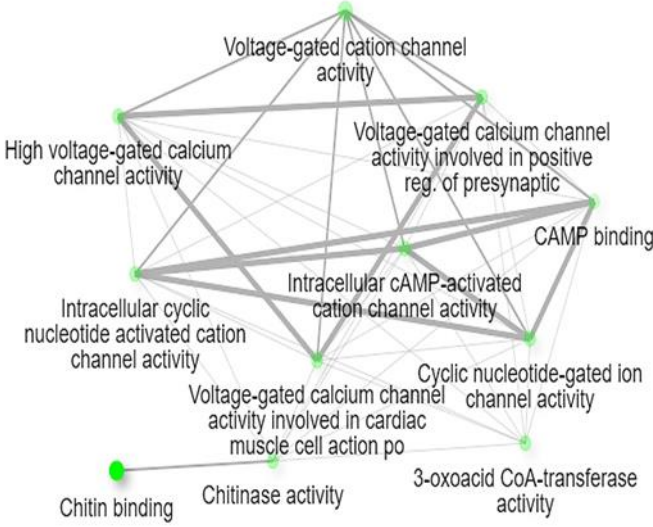
²Dokuz Eylül Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İzmir, Türkiye, Anatomi ABD, bulent.bulbul@deu.edu.tr, Orcid ID:0000-0002-7130-8796

GİRİŞ

İyon kanalları, hücreler aracılığıyla yoğun iyon akışını yöneten ve uyarılabilirlik, kasılma, hücre döngüsü ilerlemesi ve metabolizması gibi hem fizyolojik hem de patolojik durumlarda birçok ve çeşitli olaya katılan membran proteinleridir (Camacho, 2006). Farklılaşma, maturasyon, motilite, oosite doğru kemotaksi, fertilizasyon ve etrafını çevreleyen ortama adaptasyon gibi olaylarda iyon taşınması spermatozoon fizyolojisi için kritik öneme sahiptir (Pinart, 2022). Spermatozoa için özel olarak tanımlayacak olursak iyon kanalları, spermatozoon membran potansiyelini, sitoplazmik kalsiyum (Ca^{2+}) ve hücre içi pH'ı kontrol eden ve böylece hareketlilik ve akrozom reaksiyonu gibi olayları yönlendiren başlıca düzenleyici proteinlerdir. Bununla birlikte spermatozoanın dişi üreme kanalında olgunlaşmasını düzenleyerek hareketlilik, kemotaksi ve akrozom reaksiyonu gibi başarılı fertilizasyon için gerekli temel fizyolojik tepkileri tetikleyerek spermatozoanın yumurtayı dölleme yeteneğini kontrol ederler (Darszon ve ark., 2011; Lishko ve ark., 2012).

Ca^{2+} , bikarbonat (HCO^3), potasyum (K^+), sodyum (Na^+), klorür (Cl) ve hidrojen (H^+) gibi pek çok iyon, spermatogenezis, spermatozoon epididimal olgunlaşması, kapasitasyonu ve hiperaktivasyonu gibi dönemlerde ve/veya plazma membran potansiyelinin düzenlenmesinde oynadıkları rollerle erkek fertilesinde etkindirler. Bahsi geçen bütün iyonların, hücre dışından hücre içine geçişini sağlayan hücre zarı üzerine yerleşmiş olan özelleşmiş iyon kanalları mevcuttur (Puga Molina ve ark., 2018; Yeste ve ark., 2020; Noto ve ark., 2021; Rodríguez-Páez ve ark., 2021). Bunların yanında bu iyon kanallarının birbiriyle ilişkisini inceleyen çalışmalar da mevcuttur (Şekil 1) (Bülbül ve ark., 2024).

Spermatozoon iyon kanalları kabaca Ca^{2+} kanalları, K^+ kanalları, voltaj kapılı proton kanalı Hv^1 , ATP kapılı P2X2 kanalı ve diğer iyon kanalları olarak sınıflandırılabilir (Lishko ve ark., 2012; Nowicka-Bauer ve Szymczak-Cendlak, 2021). Spermatozoon fizyolojisinin korunmasında ve başarılı bir fertilizasyon sürecinde iyon kanalları kritik bir role sahiptir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, yeterli dölverimi elde edilebilmesinin altında yatan mekanizmaların keşfedilebilmesi için spermatozoa iyon kanalı aktivitelerinin fizyolojik rollerinin iyi anlaşılması çok önemlidir (Pinto ve ark., 2023).



Şekil 1. Koç spermatozoasında bazı iyon kanal aktiviteleri arası genetik ilişki (Bülbül ve ark., 2024).

1. KALSİYUM KANALLARI

Ca^{2+} , her türlü hücresel hareketin başlatılmasında kritik bir rol oynar (Clapham, 2007). Kas ve sinir hücrelerinde olduğu gibi, Ca^{2+} 'daki değişimler spermatozoon kuyruk kısmı üzerindeki motor proteinlerin davranışlarında da değişikliklere yol açar. Bununla birlikte, hücre içi Ca^{2+} artışı, kapasitasyon, kemotaksi ve hiperaktif hareketlilik ile kendini gösteren kamçı fonksiyonundaki değişiklikler için esastır. Ayrıca, akrozom reaksiyonunun başlatılması için de Ca^{2+} gereklidir (Felix, 2005). Yukarıda belirtildiği gibi, Ca^{2+} kanalları sperm hareketliliğinin düzenlenmesinde önemli bir rol oynar, çünkü Ca^{2+} , çeşitli hücresel sinyal yollarında rol alan yaygın bir ikincil habercidir. Ca^{2+} , spermatozoa hareketliliği için kritik öneme sahip olan sAC/cAMP/PKA yolunun aktivasyonu, ayrıca spermatozoon mitokondri işlevinin ve ATP üretiminin sürdürülmesi için gereklidir. Motilite aktivasyonu (primer veya hiperaktivasyon) sırasında sperma Ca^{2+} düzeyinin artması deniz kestaneleri, deniz ve tatlı su balıkları, amfibiler, kuşlar ve insanlar dahil memeliler gibi birçok ökaryotik organizmada gözlemlenmiştir. Ca^{2+} spermatozoa hareketliliği için gerekli olmakla birlikte, bu konsantrasyonların hareketliliği sürdürmek için uygun seviyelerde tutulması gerekir. Sperm

hücrelerindeki uygun Ca^{2+} seviyelerinin korunması, çeşitli kalsiyum kanalları tarafından düzenlenir (Nowicka-Bauer ve Szymczak-Cendlak, 2021).

Olgunlaşmış spermatozoon hücre zarında voltaja duyarlı CaV ailesi ve geçici reseptör potansiyel (TRP) ailesinden çeşitli Ca^{2+} kanallarının bulunduğu öne sürülmüştür (Zheng ve ark., 2013).

1.1. CatSper Kanalları

Spermatozoadaki katyonik kanal olan CatSper, işlevi whole cell patch clamp teknikleriyle doğrulanan tek kalsiyum kanalıdır. Protein yapısı karmaşıktır ve dört bağımsız α alt birimi (CatSper1, CatSper2, CatSper3, CatSper4), kalsiyuma seçici bir kanal kompleksi oluşturacak şekilde bir araya gelir. Bunlara ek olarak, CatSper'in montajı veya taşınması için vazgeçilmez olan çeşitli yardımcı alt birimler (CatSper β , CatSper γ , CatSper δ) keşfedilmiştir. Sadece testiste eksprese edilen ve spermatozoon kuyruk esas kısmında yer alan CatSper, hem hücre içi alkalizasyon hem de membran depolarizasyonu ile aktive olabilir. Ardından, hücre içi Ca^{2+} artışı, sperm hiperaktivasyonu gibi Ca^{2+} bağımlı fizyolojik süreçleri indükler. CatSper alt birim genlerinden birinin hedeflenmiş bir şekilde devre dışı bırakılması, motilite eksikliği nedeniyle spermatozoanın ovidukt rezervuarının ötesine gidememesine ve oositin zona pellucida'sını başarılı bir şekilde geçememesine yol açar. Bu durumda, CatSper akımları (ICatSper) tespit edilemez ve cAMP kaynaklı Ca^{2+} girişi kaybolur (Darszon ve ark., 2011; Shukla ve ark., 2012; Sun ve ark., 2017; Orta ve ark., 2018).

Fizyolojik işlevine bakıldığında hücre içi pH, spermatozoa fonksiyonunun önemli bir düzenleyicisi olarak hizmet eder. Spermatozoon kapasitasyonunun ana görevleri, kemotaksi yoluyla spermatozoayı oosite doğru yönlendirmek, spermatozoa hipermotilitesini ve akrozomal reaksiyonu indüklemektir (Pinart 2022). CatSper'in pH'ye bağımlı aktivasyonu, spermin pH değişimine hızla yanıt verebilmesini sağlar. pH yükselmesiyle aktive olduğunda, CatSper, spermatozoon kuyruk esas kısmına kalsiyum girişi sağlar ve bu da kuyruktan başa doğru bir Ca^{2+} dalgasını tetikler (Lishko ve ark., 2010; Lishko ve ark., 2012; Sun ve ark., 2017; Orta ve ark., 2018).

1.2. TRP Kanalları

TRP katyon kanallarının proteinleri, katyon-selektif iyon kanalları oluşturan altı transmembran içeren alt birimlerden oluşur ve altı aileye ayrılır: kanonik (TRPC), vanilloid (TRPV), melastatin (TRPM), muklopinler

(TRPML), polikistin (TRPP) ve ANKTM1 (TRPA). Memeliler, bu iyon kanallarını kodlayan en az 22 farklı gene sahiptir (Felix, 2005).

Geçici reseptör potansiyel vanilloid (TRPV) kanalları, sıcaklık ve Ca^{2+} geçirgenliğine duyarlılıklarına göre TRPV1/TRPV2/TRPV3/TRPV4 ve TRPV5/TRPV6 olarak iki gruba ayrılır. Tüm TRPV'ler arasında, yalnızca TRPV1-4 sıcaklığa duyarlı olup %40-50 oranında dizi benzerliği gösterir ve Ca^{2+} geçirgenlikleri nispeten düşüktür. Bu kanallardan her bir Na^+ iyonu başına 3-12 Ca^{2+} geçer. TRPV5 ve TRPV6 ise sıcaklığa duyarlı TRPV'lerden oldukça farklıdır ve ancak birbirlerine %75 oranında benzerlik gösterirler. Bu kanallar yüksek seçicilikle Ca^{2+} geçirir ve her bir Na^+ iyonu başına 100-130 Ca^{2+} hücre içine girer (Clamp ve ark., 2005; Du ve ark., 2019).

TRPV'ler, yapılarına göre homo- veya heterotetramerler olarak düzenlenir. Her monomer, aralarında bir por döngüsü bulunan altı transmembran segmentinden oluşur. Bu por, kanalın katyon seçiciliğinden ve sıcaklık aktivasyon modülasyonundan sorumludur. N ve C uçları hücre içinde konumlanır. Kanallar, fosfatidilinozitol 4,5-bisfosfat (PIP2) ve CaM ile etkileşebilir, bu da kanal aktivitesini modüle eder. TRPV'ler ayrıca termal, mekanik ve ozmotik stres ile aktive olabilir (Senning ve ark., 2014).

TRPV1, sıcaklık/pH/lipit/voltaj ile modüle edilen bir kanal olup, iç Ca^{2+} tarafından inhibe edilmekle birlikte Ca^{2+} deposunun tükenmesi ile aktive olmaz. Akım yoğunluğu asidik pH tarafından artırılır ve hücre içi PIP2 tarafından modüle edilir. PIP2'nin rolü tartışmalı olmakla birlikte, bağlanmasının kanalı hassaslaştırdığı ve aktivasyon sıcaklık eşliğini yükselttiği düşünülmektedir. TRPV1'in ana algılama işlevinin, C-ucundaki TRP bölgesine ve protein kinaz, fosfoinositid ve CaM bağlanma bölgelerine dayandığı düşünülmektedir. N-ucu ATP bağlanma bölgeleri içerir; Ca^{2+} ve CaM'in bağlanması ATP'yi yerinden çıkarır ve kanalı kapalı ve duyarsız hale getiren bir konformasyon değişikliğine yol açar (Clapham ve ark., 2005).

Majhi ve ark. (2013), tatlı su teleost balığı (Labeo rohita, sazan ailesi) spermatozoasında ilk kez termo-TRPV'lerin varlığını göstermiştir. Bununla birlikte bahsi geçen altı TRPV kanal alt tipinin tümünün omurgalı spermatozoasında mevcut olduğu ancak, TRPV1 ve TRPV4'ün daha çok görüldüğü belirtilmiştir (Majhi ve ark., 2013; Majhi ve ark., 2020). De Toni ve ark. (2020) çalışmalarında, 31-37 °C sıcaklık gradyanına doğru göç eden insan spermatozoasında TRPV1 seviyelerinin protein ve mRNA düzeylerinde daha yüksek olduğunu ve TRPV1 aktivasyonu ile spermatozoa

hareketliliğinin pozitif bir korelasyon gösterdiğini göstermiştir. Zebra balıklarında ise, TRPV1'in hedeflenen blokajının spermatozoa motilitesini baskıladığı, kanal yeniden aktive edildiğinde motilitenin geri kazanıldığı gözlemlenmiştir (Majhi ve ark., 2013).

Nöronal uyarılda gözlemlendiği gibi spermatozoada da Na⁺ girişini kolaylaştıran bir kanalın varlığı kanıtlanmış ve "DSper" olarak adlandırılmıştır. İnsan spermatozoasında DSper akımı, seçici ve CatSper olmayan, bir katyon iletkenliği olarak kaydedilmiştir. Dışa doğru doğrultum sergileyen, belirgin sıcaklık duyarlılığına sahip bir akım olarak tanımlanmıştır. Ayrıca DSper, sıcaklık artışıyla tersine çevrilebilir şekilde aktive olmaktadır. Mundt ve ark. (2018) çalışmalarında, sıcaklıkla aktive olan TRPV4 katyon kanalının insan spermatozoasında fonksiyonel olarak ifade edildiğini ve membran depolarizasyonu sağladığını göstermişlerdir. Bununla birlikte insan spermatozoasında yapılan farmakolojik taramalar, sıcaklık bağımlı DSper akımının TRPV4 tarafından aracılık edildiğini öne sürmektedir (Wang ve ark., 2021).

Güncel bulgular, TRP geni tarafından kodlanan proteinin SOC'lerin de (Store-Operated Channels) ana alt birimi olabileceğini göstermektedir. Ancak, tek başına çalışmadığı düşünülmektedir; TRPC4, TRPC5 ve polikistin-2 ile heteromultimer oluşturabildiğine dair kanıtlar vardır. Son çalışmalar, spermatozoada TRPC1, 3, 4 ve 6'nın ifade edildiğini ve TRPC2'nin fare spermatozoasında zona pellucida'nın bir glikoprotein bileşeni olan ZP3'ün indüklediği akrozom reaksiyonunda rol oynadığını göstermiştir (Breitbart, 2002; Darszon ve ark., 2011; Nowicka-Bauer ve Szymczak-Cendlak, 2021).

1.3. CaV kanalları

Cacnale geni tarafından kodlanan voltaj kapılı kalsiyum kanalı Cav2.3, nöronlarda R tipi Ca²⁺ akımlarını düzenler. Ancak Cav2.3'ün, fare spermatozoasında immünolojik tespiti ile spermatozoon fizyolojisinde bir işlevi olduğu düşünülmüştür. Çünkü Cav2.3 eksikliği olan erkek farelerin hafif derecede subfertil olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Cav2.3 eksikliği olan, kapasite olmamış spermatozoanın, yabancı tip spermatozoaya kıyasla daha doğrusal hareket davranışı sergilediği ve başlarında BSA ile indüklenen Ca²⁺ geçişlerinin yükselme oranının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu ince ama ilginç fark, Cav2.3'ün akrozom reaksiyonunda bir işlevi olup olmadığını sorgulamaya yol açmıştır. Bununla ilgili olarak bir çalışmada membran lipidlerinin kapasitasyon sürecinde Cav2.3'ün modüle edilerek akrozom

reaksiyonunun uyarılıp uyarılmayacağı incelenmiştir (Wang ve ark., 2021). Cav2.3'e özgü bir bloke edici olan SNX-482, kapasitasyon koşullarında inkübe edilen spermatozoada kolera toksini B veya GM1 ile indüklenen akrozom reaksiyonlarını azaltmıştır. Ayrıca Cacnale eksikliği olan spermatozoada, akrozom reaksiyonu ve in vitro fertilizasyon oranlarında belirgin azalmalar görülmüştür (Cohen ve ark., 2014).

2. POTASYUM KANALLARI

Çeşitli potasyum kanallarının spermatozoon fonksiyonunda önemli roller oynadığı düşünülmektedir. Spermatozoada K⁺ kanalları, hareketliliğin başlatılması ve hiperaktivasyon için gerekli olan plazma membranı hiperpolarizasyonundan sorumludur. Spermatozoada hareketlilikle ilişkili içe doğru doğrultulan K⁺ (Kir) kanalları, voltaj kapılı potasyum kanalları (Kv1.1), SLO K⁺ kanalları ve döngüsel nükleotidle kapılı kanallar (CNGK kanalları) gibi çeşitli K⁺ kanalı tipleri bildirilmiştir (Nowicka-Bauer ve Szymczak-Cendlak, 2021). Ancak spermatozoon için başlıca K⁺ kanalının KSper (Slo3) kanalı olduğu bilinmektedir (Lishko ve ark., 2012). Çünkü memeli spermatozoon işlevi için büyük ölçüde kanıtlanmış tek potasyum kanalı, spermatozoonda alkalizasyonla aktifleşen Slo3 kanalıdır (Zheng ve ark., 2013). Ayrıca Zeng ve ark. (2011), mSlo3'ün, fare epididimal spermatozoasındaki baskın, hatta tek K⁺ seçici kanal olan KSper'den sorumlu olduğu bildirmişlerdir. Bununla birlikte mSlo3'ün farklı pH duyarlılığı olduğu, bundan dolayı da spermatozoadaki Slo3'ün farklı mekanizmalar tarafından düzenlenebileceği belirtilmektedir (Lishko ve ark., 2010).

3. VOLTAJ KAPILI PROTON KANALI HV1 (THE VOLTAGE-GATED PROTON CHANNEL HV1)

Voltaj kapılı proton kanalları, sadece protonların hücre zarlarından geçmesine izin veren ancak başka iyonların geçişine izin vermeyen özgün transmembran iyon kanallarıdır. Denizlerdeki tek hücreli canlılardan insanlara kadar birçok farklı türde bulunurlar. Tüm hücrelerde, bu kanalların işlevi, elektrokimyasal gradyan dışı doğru olduğunda açılmaları ve akım iletmeleridir. Bu nedenle, bu proteinler bir tür doğrultucu gibi davranır ve protonları hücrelerin dışına taşırlar. Bu aktivitenin elektriksel sonuçları vardır ve aynı zamanda zarın her iki tarafındaki pH'yı değiştirir (De Coursey, 2018).

Voltaj kapılı proton kanalı HV1, insan spermasında hücre içi pH'nın kuyruk esas kısım düzenleyicisi olarak "whole cell patch clamp" tekniğiyle

tespit edilmiştir (Ren, 2010). Bu kanal, spermatozoon kuyruk esas kısmı ile sınırlıdır ve insan spermatozoasında hücre içi alkalizasyonu indükler. Bu yolla, HV1'in pH'ya duyarlı kalsiyum kanalı CatSper'i ve pH'ya duyarlı potasyum kanalı Slo3'ü aktive etmesi ve dolayısıyla spermatozoa aktivasyonu, hiperaktivasyonu ve kapasitasyonu için bir üst düzenleyici olması muhtemeldir (Lishko ve ark., 2010). De Coursey (2008), HV1'in, güçlü voltaj bağımlılığı, yüksek hücre içi $[H^+]$, tek yönlü proton ekstrüzyonu ve düşük çinko konsantrasyonlarınca inhibisyon ile karakterize olduğunu bildirmiştir. HV1'in bir diğer olası rolünün hücre içi Ca^{2+} homeostazının düzenlenmesi olduğu, spermatozoon kuyruk esas kısım pH'sını azaltarak CatSper kanalını inhibe ettiği, böylelikle pH'yı dengeleyebileceği belirtilmiştir (Lishko ve ark., 2010).

4. ATP KAPILI P2X2 KANALI (THE ATP-GATED P2X2 CHANNEL)

ATP'ye bağlandıktan sonra milisaniyeler içinde açılan hücre zarı katyon kanalları ailesidir. Bu kanallar, diğer ATP reseptör ailesi olan G-protein bağlantılı P2Y reseptörlerinden ve aynı zamanda diğer verici-kapılı iyon kanallarından farklıdır. P2X kanalları, memelilerdeki üçüncü büyük verici-kapılı iyon kanalı ailesidir ve topolojik olarak amiloride duyarlı sodyum kanallarına benzerlik gösterirler (Schmid ve Evans, 2019).

ATP kapılı P2X2 kanalı, ATP ile tetiklenen iyon akımlarını düzenleyen purinerjik reseptör ailesinin bir parçasıdır. P2X kanalları, ATP'ye bağlandıktan sonra milisaniyeler içinde açılan hücre zarı katyon kanalları ailesidir. Bu kanallar, diğer ATP reseptör ailesi olan G-protein bağlantılı P2Y reseptörlerinden ve aynı zamanda diğer verici-kapılı iyon kanallarından farklıdır. P2X kanalları, memelilerdeki üçüncü büyük verici-kapılı iyon kanalı ailesidir ve topolojik olarak amiloride duyarlı sodyum kanallarına benzerlik gösterir (Mundt ve ark., 2022; Pinto ve ark., 2023).

Spermatozoa da ise fonksiyonu, hücre dışı ATP'ye yanıt vererek membran potansiyelini ve hücre sel sinyalleşmeyi etkileyen iyon akışına katkıda bulunarak önemli bir rol oynar. Fare spermatozoasında P2X2 kanalları ATP'ye maruz kaldığında hızlı bir şekilde aktive olur ve yavaşça duyarsızlaşır. Bu özellikleri, spermatozoa hareketliliği ve kapasitasyon süreçlerinde iyon akışını ve membran depolarizasyonunu düzenleyerek destekleyebileceğini göstermektedir (Mundt ve ark., 2022; Pinto ve ark., 2023). Ayrıca Foresta ve ark. (1996), ejaküle sığır ve insan spermatozoasında

ATP kapılı Na⁺ kanalı aracılığıyla akrozom reaksiyonunun tetiklendiği bildirilmektedir.

5. DİĞER İYON KANALLARI

İncelenenler yanında voltaj kapılı Ca²⁺ kanalı (VGCC), siklik nükleotid kapılı (CNG) ve hiperpolarizasyonla aktive edilen ve siklik nükleotid kapılı (HCN) iyon kanalları da mevcuttur. Daha eski bazı çalışmalarda VGCC'lerin spermatozoa için Ca²⁺ iletkenliğinde etkin rol aldığı bildirilse de (Florman ve ark., 1998; Publicover ve Barratt, 1999) güncel çalışmalar bu konuda CatSper kanalının başlıca Ca²⁺ kanalı olduğunu ortaya koymuştur (Kirichok ve ark., 2006). Nitekim Lishko ve ark. (2012) da bu konuda VGCC'lerin olgun spermatozoalarda önemli bir işlev sahip olmadığını vurgulamışlardır. Bunların yanında, CNG ve HCN kanallarının da Ca²⁺ akışı ile ilgili olduğu belirtilmişse de (Kaupp ve ark., 2008) bu kanalların eksik olduğu fare ve insanların fertil olduğunu, dolayısıyla bu kanalların Ca²⁺ akışındaki sorumluluklarının sınırlı olabileceği, asıl rolün CatSper kanalında olduğu ortaya konmuştur (Ren ve Xia, 2010).

KAYNAKLAR

- Breitbart, H. (2002). Intracellular calcium regulation in sperm capacitation and acrosomal reaction. *Molecular and cellular endocrinology*, 187(1-2), 139-144.
- Bülbül, B., Doğan, Ş., Dayanıklı, C., Kırbaş, M., Sengül, E., Yavuz, K. A. L., & Yaman, Y. (2024). Genome-wide discovery of underlying genetic factors associated with fresh and frozen-thawed semen traits in composite ram breeds exhibiting different cryosensitivity.
- Camacho, J. (2006). Ether a go-go potassium channels and cancer. *Cancer letters*, 233(1), 1-9.
- Clapham, D. E. (2007). Calcium signaling. *Cell*, 131(6), 1047-1058.
- Clapham, D. E., Julius, D., Montell, C., & Schultz, G. (2005). International Union of Pharmacology. XLIX. Nomenclature and structure-function relationships of transient receptor potential channels. *Pharmacological reviews*, 57(4), 427-450.
- Cohen, R., Buttke, D. E., Asano, A., Mukai, C., Nelson, J. L., Ren, D., ... & Travis, A. J. (2014). Lipid modulation of calcium flux through CaV2.3 regulates acrosome exocytosis and fertilization. *Developmental cell*, 28(3), 310-321.
- Darszon, A., Nishigaki, T., Beltran, C., & Treviño, C. L. (2011). Calcium channels in the development, maturation, and function of spermatozoa. *Physiological reviews*, 91(4), 1305-1355.
- DeCoursey, T. E. (2008). Voltage-gated proton channels. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 65, 2554-2573.
- DeCoursey, T. E. (2018). Voltage and pH sensing by the voltage-gated proton channel, HV1. *Journal of the Royal Society Interface*, 15(141), 20180108.
- De Toni, L., Garolla, A., Menegazzo, M., Magagna, S., Di Nisio, A., Šabović, I., ... & Foresta, C. (2016). Heat sensing receptor TRPV1 is a mediator of thermotaxis in human spermatozoa. *PloS one*, 11(12), e0167622.
- Du, Q., Liao, Q., Chen, C., Yang, X., Xie, R., & Xu, J. (2019). The role of transient receptor potential vanilloid 1 in common diseases of the digestive tract and the cardiovascular and respiratory system. *Frontiers in Physiology*, 10, 1064.

- Felix, R. (2005). Molecular physiology and pathology of Ca²⁺-conducting channels in the plasma membrane of mammalian sperm. *Reproduction*, 129(3), 251-262.
- Florman, H. M., Arnoult, C., Kazam, I. G., Li, C., & O'Toole, C. M. (1998). A perspective on the control of mammalian fertilization by egg-activated ion channels in sperm: a tale of two channels. *Biology of Reproduction*, 59(1), 12-16.
- Foresta, C., Rossato, M. A. R. C. O., Chiozzi, P. A. O. L. A., & Di Virgilio, F. (1996). Mechanism of human sperm activation by extracellular ATP. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 270(6), C1709-C1714.
- Kaupp, U. B., Kashikar, N. D., & Weyand, I. (2008). Mechanisms of sperm chemotaxis. *Annu. Rev. Physiol.*, 70(1), 93-117.
- Kirichok, Y., Navarro, B., & Clapham, D. E. (2006). Whole-cell patch-clamp measurements of spermatozoa reveal an alkaline-activated Ca²⁺ channel. *Nature*, 439(7077), 737-740.
- Lishko, P. V., Botchkina, I. L., Fedorenko, A., & Kirichok, Y. (2010). Acid extrusion from human spermatozoa is mediated by flagellar voltage-gated proton channel. *Cell*, 140(3), 327-337.
- Lishko, P. V., Kirichok, Y., Ren, D., Navarro, B., Chung, J. J., & Clapham, D. E. (2012). The control of male fertility by spermatozoan ion channels. *Annual review of physiology*, 74(1), 453-475.
- Majhi, R. K., Kumar, A., Giri, S. C., & Goswami, C. (2020). Differential expression and localization of TRPV channels in the mature sperm of *Anas platyrhynchos*. *Reproduction in Domestic Animals*, 55(11), 1619-1628.
- Majhi, R. K., Kumar, A., Yadav, M., Swain, N., Kumari, S., Saha, A., ... & Goswami, C. (2013). Thermosensitive ion channel TRPV1 is endogenously expressed in the sperm of a fresh water teleost fish (*Labeo rohita*) and regulates sperm motility. *Channels*, 7(6), 483-492.
- Mundt, N., Kenzler, L., & Spehr, M. (2022). Purinergic Signaling in Spermatogenesis. *Front. Endocrinol. (Lausanne)*, 13, 867011.
- Mundt, N., Spehr, M., & Lishko, P. V. (2018). TRPV4 is the temperature-sensitive ion channel of human sperm. *Elife*, 7, e35853.
- Noto, F., Recuero, S., Valencia, J., Saporito, B., Robbe, D., Bonet, S., ... & Yeste, M. (2021). Inhibition of potassium channels affects the ability of pig spermatozoa to elicit capacitation and trigger the acrosome

- exocytosis induced by progesterone. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(4), 1992.
- Nowicka-Bauer, K., & Szymczak-Cendlak, M. (2021). Structure and function of ion channels regulating sperm motility—an overview. *International journal of molecular sciences*, 22(6), 3259.
- Orta, G., De La Vega-Beltran, J. L., Martín-Hidalgo, D., Santi, C. M., Visconti, P. E., & Darszon, A. (2018). CatSper channels are regulated by protein kinase A. *Journal of Biological Chemistry*, 293(43), 16830-16841.
- Pinart, E. (2022). Ion channels of spermatozoa: structure, function, and regulation mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(11), 5880.
- Pinto, F. M., Odriozola, A., Candenas, L., & Subirán, N. (2023). The role of sperm membrane potential and ion channels in regulating sperm function. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(8), 6995.
- Publicover, S. J., & Barratt, C. L. R. (1999). Voltage-operated Ca²⁺ channels and the acrosome reaction: which channels are present and what do they do?. *Human Reproduction*, 14(4), 873-879.
- Puga Molina, L. C., Luque, G. M., Balestrini, P. A., Marín-Briggiler, C. I., Romarowski, A., & Buffone, M. G. (2018). Molecular basis of human sperm capacitation. *Frontiers in cell and developmental biology*, 6, 72.
- Ren, D. (2010). Sperm and the proton channel. *New England Journal of Medicine*, 362(20), 1934-1935.
- Ren, D., & Xia, J. (2010). Calcium signaling through CatSper channels in mammalian fertilization. *Physiology*, 25(3), 165-175.
- Rodríguez-Páez, L., Aguirre-Alvarado, C., Oviedo, N., Alcántara-Farfán, V., Lara-Ramírez, E. E., Jiménez-Gutiérrez, G. E., & Cordero-Martínez, J. (2021). Polyamines influence mouse sperm channels activity. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 441.
- Schmid, R., & Evans, R. J. (2019). ATP-gated P2X receptor channels: molecular insights into functional roles. *Annual review of physiology*, 81(1), 43-62.
- Senning, E. N., Collins, M. D., Stratiievska, A., Ufret-Vincenty, C. A., & Gordon, S. E. (2014). Regulation of TRPV1 ion channel by phosphoinositide (4, 5)-bisphosphate: the role of membrane asymmetry. *Journal of Biological Chemistry*, 289(16), 10999-11006.

- Shukla, K. K., Mahdi, A. A., & Rajender, S. (2012). Ion channels in sperm physiology and male fertility and infertility. *Journal of andrology*, 33(5), 777-788.
- Sun, X. H., Zhu, Y. Y., Wang, L., Liu, H. L., Ling, Y., Li, Z. L., & Sun, L. B. (2017). The Catsper channel and its roles in male fertility: a systematic review. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 15, 1-12.
- Wang, H., McGoldrick, L. L., & Chung, J. J. (2021). Sperm ion channels and transporters in male fertility and infertility. *Nature Reviews Urology*, 18(1), 46-66.
- Yeste, M., Llavanera, M., Mateo-Otero, Y., Catalán, J., Bonet, S., & Pinart, E. (2020). HVCN1 channels are relevant for the maintenance of sperm motility during in vitro capacitation of pig spermatozoa. *International journal of molecular sciences*, 21(9), 3255.
- Zeng, X. H., Yang, C., Kim, S. T., Lingle, C. J., & Xia, X. M. (2011). Deletion of the Slo3 gene abolishes alkalization-activated K⁺ current in mouse spermatozoa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(14), 5879-5884.
- Zheng, L. P., Wang, H. F., Li, B. M., & Zeng, X. H. (2013). Sperm-specific ion channels: targets holding the most potential for male contraceptives in development. *Contraception*, 88(4), 485-491.

BÖLÜM 4

YAPAY ZEKANIN ÜROLOJİDE KULLANIMI

Op. Dr. Melih YETEMEN¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14565320>

¹Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Üroloji ABD, Siirt, Türkiye, melihyetemen1@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-4404-5932

GİRİŞ

Yapay zeka, gündelik hayatımıza hızlı bir şekilde giren akılcı bir sonuç elde etme amacıyla üretilen bir teknolojidir. Veri analizi yapma, bağlantı sağlama, sonuç elde etme ve istenilen bir görevi yerine getirme gibi insan zekasının kompleks işleyişine benzer bir algoritma izler. Bu teknolojinin amacı, insanların gerçekleştirdiği teorik prosedürleri taklit edercesine verileri birleştiren sistemler oluşturmaktır. Yapay zekanın hayatımıza girmesiyle beraber sağlık alanında tanı, tedavi ve sonuçlarının analizinde yeni bakış açıları kazandırmıştır.

Ürologların gözünde güncel bir konu olarak düşünülmektedir. Hastalıkların değerlendirilmesinde ve hastaların mevcut hastalıkları hakkında bilgi edinmeleri açısından bu teknolojinin önemi gün geçtikçe artmaktadır (Alexa ve ark., 2023). Bunun bir sebebi yapay zekanın sistem içerisinde kendini geliştirmesi ve yapay zeka dil modelini kullanan güncel birden fazla uygulama olmasıdır (Hesami ve Jones, 2020).

Üroloji, üriner sistemi ve erkek üreme sistemi hastalıklarının tanısı, tedavisini gerçekleştiren cerrahi bir bilim dalıdır. Tedaviler bireysel olarak değerlendirilir, medikal ve cerrahi tedavi yöntemlerini kullanan, hasta popülasyonu açısından geniş bir spektrumda tedavi hizmeti sunan bir bölümdür. Yapay zekanın hem ürologlar için hem de hastalar için yardımcı olabileceği, hatta hasta verileriyle birlikte birinci basamak sağlık hizmeti sağlamada rol üstlenebilmesi ilerleyen yıllar için olası bir ihtimaldir (Harmon ve ark., 2022).

Bu derlemede Yapay zekanın üroloji alanında kullanımına dair makaleler derlenecektir.

1. Yapay Zeka ve Ürolojik Görüntüleme Yöntemlerinin Tanıdaki Rolü

Teknolojik gelişmeler, sağlık alanına birçok yenilik kazandırmıştır. Çeşitli görüntüleme yöntemleri ve biyomarkerlar çeşitli avantajlar sunmaktadır bu sunulan avantaj ile hasta yönetimi ve tedavide klinisyenler için hasta yönetiminde yardımcı olmakla birlikte bazı kafa karıştırıcı sonuçlarda sunabilmektedir. Yapay zekanın hayatımıza girmesiyle birlikte çözüm amaçlı çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Prostat kanseri erkek hastalar için önemli bir sağlık problemi olmasının yanında erkekte en sık görülen kanserdir. Günümüzde tanıda muayenenin yanında Multiparametrik Prostat MR (MPMR) kullanılmaktadır. 2012 yılında hayatımıza giren bu teknik PIRADS skorlaması ile prostat kanseri riskini sunmaktadır. Bununla birlikte klinik araştırmalarda anatomik zonal değerlendirme açısından kıymetli veriler sunmaktadır (Vatansever ve ark., 2024). PIRADS V2.1 günümüzde kanser riski için kullanılan değerlendirme yöntemidir.

Yapay zekanın, MPMR çekilen retrospektif bir çalışmada 2012 ve 2023 yılları arasında MPMR çekilen hastaların PIRADS skorları ve biyopsi patolojileri değerlendirilmiştir. PIRADS V2.1 kullanan radyologlara göre, Yapay zeka tanı koymada daha üstün bulmuş. Tanı ve tedavi yaklaşımında Yapay zekanın klinik faydalar sunabileceğini göstermiştir (Saha ve ark., 2024). Literatürde bu çalışmayı destekleyecek benzer çalışmalar da bulunmaktadır (Corradini ve ark., 2021).

Bilgisayarlı tomografi hem kontrastlı hem kontrastsız olarak ürologlar tarafından sık tercih edilen yöntemlerdir. Endoürologlar taşın boyutu, şekli, pozisyonu, dansitesi gibi yapısal bilgiler sunmaktadır. Bilgiler ışığında uygun tedavi hastaya sunulmaktadır. Taş hacmini hesaplamak için Yapay zeka makine öğrenim modelinin kullanılması ilerleyen zamanda yaygınlaşabilir (Cumpanas ve ark., 2024). Bilgisayarlı tomografi çekiminde X ışını kullanılır ve görece yüksek dozda radyasyon maruziyeti olmaktadır. Yapay zeka makine öğrenimi ile kullanılan radyasyon dozunun gerekli tanısal dozun azaltılabileceği gösterilmiştir (Rauf ve ark., 2023). Böbrek kitleleri karakterizasyonu genellikle kontrastlı tomografi ile yapılmaktadır. Bazen kitle karakterizasyonu yani; benign veya malign karakterde olduğunu ancak patoloji raporundan öğrenebilmekteyiz. Bu gibi arada kalın durumların çözümünde Yapay zekanın kullanılması tanı koymada yardımcı olabilir alternatif bir metot olarak öne çıkmaktadır (Roussel ve ark., 2022).

Böbrek hücreli karsinomun değerlendirilmesinde yapay zeka öğrenme modellerinin kullanılabileceği, hasta için bireysel tedavilerin seçilmesinde yardımcı olabileceği de gösterilmiştir (Raman ve ark., 2024). Metastatik böbrek hücreli karsinom tanılı hastaların Nivolumab isimli biyoajana verdikleri yanıtı değerlendirmede kullanılmıştır ve olumlu veriler elde edilmiştir (Khene ve ark., 2021).

2. Ürologlar ve Yapay Zeka

Ürologların klinik değerlendirmesinde kullanılabilir görüntüleme yöntemleri üst bölümde anlatılmıştır. Bunun dışında prognoz öngörme amacıyla, hasta bilgilendirme araştırma için de kullanılmaktadır. Prognoz öngörme adına yapılan birkaç çalışmadan renal transplantasyon yapılan hastaların verileri Amerikan Ulusal Veri Tabanından retrospektif olarak toplanmış ve 37407 nakil hastası değerlendirilmiş böbrek transplantasyonu sağ kalımının uzun vadeli tahmininde potansiyel olarak kullanılabilirliği görülmüş (Goldfarb-Rumyantzev ve ark., 2003). Mesane kanseri ve Yapay zeka yardımcı prognoz öngörmede yardımcı olabileceğini ayrıca radikal sistektomi uygulanan hastaların beş yıllık surveyini öngörmede uygun sonuçlar verebileceği görülmüştür (Wang ve ark., 2020).

Yapay zeka modeli ile tapılan farklı bir çalışmada ise böbrek cerrahisi yapılan hastaların ameliyat notları üzerinden hastaya ait başka veri verilmeden kan kaybı, iskemi ve ameliyat süresi tahmini araştırılmış ve hasta bilgileri ile olumlu sonuçlar sağlayabileceği gösterilmiştir (Hsueh ve ark., 2024).

Yapay zekanın günlük kullanımının yaygınlaşması ile birlikte birçok ürolojik hastalık ve hasta takibi, prognozu gibi konular araştırılmış çeşitli akademik katkılar sağlamıştır.

3. Hasta Bilgilendirme

Yapay zekanın klinisyenler için olduğu gibi hastanın hastalığını anlaması ve tedavi sürecine daha uyumlu olmasına katkı sağlayabilir. Avrupa üroloji derneğinin 59 soruluk hasta bilgilendirme formu üzerinden yapılan bir çalışmada soruların büyük çoğunluğunu uygun cevap vermesine rağmen bazı eksiklerinin olduğu ve geliştirilmeye ihtiyacı olduğu gösterilmiştir (Coskun ve ark., 2023).

Avrupa Üroloji ve Amerikan Üroloji Derneklerinin hasta bilgilendirme formlarının prostat hiperplazisi ile ilgili Yapay zekaya sorulan sorulardan yüksek düzeyde doğruluk oranları sağlanmış (Puerto Nino ve ark., 2024). Üst üriner sistem üreteryal karsinomunda en sık sorulan on beş soru belirlenen ve çeşitli Yapay zeka modellerine sorulmuş ve yanıtlar değerlendirilmiş sonuçlar benzer olmakla birlikte eksik olarak değerlendirilen yanıtlar olması hasta bilgilendirme için bazı eksiklerin olabileceğini düşündürmüştür (Łaszkiewicz et al., 2024). Geniş tabanlı bir veri analizinde Yapay zeka ile ilgili

araştırmalar incelenmiş ve yine hasta bilgilendirmesinde eksikleri olduğu düşünülmüştür (Tzelves ve ark., 2024).

Sonuç olarak hasta bilgilendirmesinde Yapay zeka modellerinin kullanılabilceği ancak yeterli yanıtların bazı sorular için alınmadığı görülmüştür. Bu yönde Yapay zeka modellerinin geliştirilmeye ihtiyaç duyacağı kısımlar olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Yapay zeka ürolojide tanı, tedavi, cerrahi destek, hasta takibi ve internet veri tabanından elde edilen verileri değerlendirerek etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Örnek çalışmalar ve belirtiler, Yapay zekanın hastalıklı tanı ve süreç tedavilerini optimize ederek bireylerin yaşam alanlarını artırabileceğini göstermektedir. Ancak bu alandaki etkinliğin ve verimliliğin artırılması için bu alandaki çalışmaların artması ve etik sorumluluklara dikkat edilmesi önemlidir. Alınan yanıtların belki tekrar bir gözlemci süzgecinden geçirilmesi gerekecektir.

Hasta ile doktorun arasındaki bilgi aktarımı etik açıdan halen önemini korumaktadır. Yapay zeka ile bu aktarımı kolaylaştırabileceği gibi hatalı olabilecek verilerde sunabilir. Bu nedenle Yapay zekanın eksileri ile değerlendirilmesi önemlidir.

KAYNAKLAR

- Alexa, R., Kranz, J., Kuppe, C., Hayat, S., Hoffmann, M., & Saar, M. (2023). Künstliche Intelligenz in der Urologie – Chancen und Möglichkeiten. *Die Urologie*, 62(4), 383–388. <https://doi.org/10.1007/s00120-023-02026-3>
- Corradini, D., Brizi, L., Gaudio, C., Bianchi, L., Marcelli, E., Golfieri, R., Schiavina, R., Testa, C., & Remondini, D. (2021). Challenges in the Use of Artificial Intelligence for Prostate Cancer Diagnosis from Multiparametric Imaging Data. *Cancers*, 13(16), 3944. <https://doi.org/10.3390/cancers13163944>
- Coskun, B., Ocakoglu, G., Yetemen, M., & Kaygisiz, O. (2023). Can ChatGPT, an Artificial Intelligence Language Model, Provide Accurate and High-quality Patient Information on Prostate Cancer? *Urology*, 180, 35–58. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2023.05.040>
- Cumpanas, A. D., Chantaduly, C., Morgan, K. L., Shao, W., Gorgen, A. R. H., Tran, C. M., Wu, Y. X., McCormac, A., Tano, Z. E., Patel, R. M., Chang, P., Landman, J., & Clayman, R. V. (2024). Efficient and Accurate Computed Tomography–Based Stone Volume Determination: Development of an Automated Artificial Intelligence Algorithm. *Journal of Urology*, 211(2), 256–265. <https://doi.org/10.1097/JU.0000000000003766>
- Goldfarb-Rumyantzev, A. S., Scandling, J. D., Pappas, L., Smout, R. J., & Horn, S. (2003). Prediction of 3-yr cadaveric graft survival based on pre-transplant variables in a large national dataset. *Clinical Transplantation*, 17(6), 485–497. <https://doi.org/10.1046/j.0902-0063.2003.00051.x>
- Harmon, D. M., Lopez-Jimenez, F., & Friedman, P. A. (2022). Introducing Artificial Intelligence into the Preventive Medicine Visit. *Mayo Clinic Proceedings*, 97(8), 1575–1577. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2022.06.003>
- Hesami, M., & Jones, A. M. P. (2020). Application of artificial intelligence models and optimization algorithms in plant cell and tissue culture. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(22), 9449–9485. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10888-2>
- Hsueh, J. Y., Nethala, D., Singh, S., Hyman, J. A., Gelikman, D. G., Linehan, W. M., & Ball, M. W. (2024). Exploring the Feasibility of GPT-4 as a Data Extraction Tool for Renal Surgery Operative Notes. *Urology*

- Practice*, 11(5), 782–789.
<https://doi.org/10.1097/UPJ.0000000000000599>
- Khene, Z., Mathieu, R., Peyronnet, B., Kokorian, R., Gasmi, A., Khene, F., Rioux-Leclercq, N., Kammerer-Jacquet, S.-F., Shariat, S., Laguerre, B., & Bensalah, K. (2021). Radiomics can predict tumour response in patients treated with Nivolumab for a metastatic renal cell carcinoma: an artificial intelligence concept. *World Journal of Urology*, 39(9), 3707–3709. <https://doi.org/10.1007/s00345-020-03334-5>
- Łaszkiwicz, J., Krajewski, W., Tomczak, W., Chorbińska, J., Nowak, Ł., Chełmoński, A., Krajewski, P., Sójka, A., Małkiewicz, B., & Szydełko, T. (2024). Performance of ChatGPT in providing patient information about upper tract urothelial carcinoma. *Współczesna Onkologia*, 28(2), 172–181. <https://doi.org/10.5114/wo.2024.141567>
- Puerto Nino, A. K., Garcia Perez, V., Secco, S., De Nunzio, C., Lombardo, R., Tikkinen, K. A. O., & Elterman, D. S. (2024). Can ChatGPT provide high-quality patient information on male lower urinary tract symptoms suggestive of benign prostate enlargement? *Prostate Cancer and Prostatic Diseases*. <https://doi.org/10.1038/s41391-024-00847-7>
- Raman, A. G., Fisher, D., Yap, F., Oberai, A., & Duddalwar, V. A. (2024). Radiomics and Artificial Intelligence. *Urologic Clinics of North America*, 51(1), 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.ucl.2023.06.007>
- Rauf, A., Javed, S., Chandrasekar, B., Miah, S., Lyttle, M., Siraj, M., Mukherjee, R., McLeavy, C. M., Alaaraj, H., & Hawkins, R. (2023). The use of artificial intelligence and deep learning reconstruction in urological computed tomography: Dose reduction at ghost level. *Urology Annals*, 15(4), 417–423. https://doi.org/10.4103/ua.ua_73_23
- Roussel, E., Capitanio, U., Kutikov, A., Oosterwijk, E., Pedrosa, I., Rowe, S. P., & Gorin, M. A. (2022). Novel Imaging Methods for Renal Mass Characterization: A Collaborative Review. *European Urology*, 81(5), 476–488. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2022.01.040>
- Saha, A., Bosma, J. S., Twilt, J. J., van Ginneken, B., Bjartell, A., Padhani, A. R., Bonekamp, D., Villeirs, G., Salomon, G., Giannarini, G., Kalpathy-Cramer, J., Barentsz, J., Maier-Hein, K. H., Rusu, M., Rouvière, O., van den Bergh, R., Panebianco, V., Kasivisvanathan, V., Obuchowski, N. A., ... Huisman, H. (2024). Artificial intelligence and radiologists in prostate cancer detection on MRI (PI-CAI): an international, paired, non-inferiority, confirmatory study. *The Lancet*

Oncology, 25(7), 879–887. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(24\)00220-1](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(24)00220-1)

Tzelves, L., Kapriniotis, K., Feretzakis, G., Katsimperis, S., Manolitsis, I., Juliebø-Jones, P., Pietropaolo, A., Tonyali, S., Bellos, T., & Somani, B. (2024). ChatGPT in Clinical Medicine, Urology and Academia: A Review. *Archivos Españoles de Urología*, 77(7), 708. <https://doi.org/10.56434/j.arch.esp.urol.20247707.99>

Vatansever, A., Yetemen, M., Öngen, G., Ocakoğlu, G., & Coşkun, B. (2024). Characterizing prostate zonal shape changes associated with 5 α -reductase inhibitors using <sc>MRI</sc>. *Clinical Anatomy*. <https://doi.org/10.1002/ca.24218>

Wang, G., Zhang, G., Choi, K.-S., Lam, K.-M., & Lu, J. (2020). Output based transfer learning with least squares support vector machine and its application in bladder cancer prognosis. *Neurocomputing*, 387, 279–292. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.11.010>

BÖLÜM 5

POSTMORTEM DÖNEMDE ARTROPODLARIN VÜCUDA YERLEŞME SIRALAMASI

Uzm. Dr. Mustafa Seçkin ÖZYAYLA¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14565332>

¹Siirt Adli Tıp Şube Müdürlüğü, Siirt, Türkiye, seckinozyayla@hotmail.com Orcid ID: 0009-0005-3463-0726

GİRİŞ

Ölüm sonrası dönemde (postmortem dönem) artropodların (özellikle sinekler ve böcekler) cesetlere yerleşme sıralaması, adli entomoloji alanında ölüm zamanı tahmininde kullanılan önemli bir araçtır. Adli entomoloji, ölüm zamanı tespitinde giderek daha yaygın olarak kullanılan bir bilim dalı olmuştur. Özellikle ceset üzerindeki böceklerin gelişim evreleri ve cesede yerleşme sırası, ölümden sonra geçen süreyi, yani postmortem interval (PMI)'yi belirlemek için kullanılır. Böceklerin ceset üzerindeki faaliyeti sıcaklık, nem, cesedin bulunduğu ortam gibi çevresel faktörlerden etkilenir, ancak böceklerin gelişim döngüleri ve yerleşme sırası genellikle öngörülebilir ve istatistiksel olarak analiz edilebilir niteliktedir. Ceset bozulmaya başladığında çeşitli artropodlar cesede gelir, üreme döngülerine başlar ve bozulma sürecinde rol oynarlar. Bu sürece artropod ardıllığı (arthropod succession) denir. Farklı böcek türlerinin ceset üzerindeki bu yerleşme ve gelişim sırası, ölümün üzerinden geçen süreyi belirlemede önemli bir ipucu sağlar (Goff, 1993).

1. Artropodların Vücuda Yerleşme Süreci

Cesedin bozulma sürecinde çeşitli böcek türleri belirli bir sıraya göre cesede yerleşir. Bu sürecin belirleyici faktörü böceklerin üreme ve gelişim döngüleridir. Özellikle Calliphoridae (mavi et sinekleri) ve Sarcophagidae (et sinekleri) gibi sinek türleri, ölüm sonrası ilk saatlerde cesede yerleşen türlerdir. Bu sinekler, yumurtalarını cesedin açık vücut deliklerine (göz, burun, ağız, yara bölgeleri gibi) bırakırlar. Bu, türlerin yumurtlama ve larval gelişim sürelerinin ölüm zamanı tahmininde kilit bir rol oynadığını belirtmektedir (Haskell ve ark, 2011).

2. Gelişim Döngüsü ve PMI Hesaplama

Böceklerin gelişim evreleri, çevresel faktörler tarafından doğrudan etkilenir. Özellikle sıcaklık, böcek gelişim hızını büyük ölçüde etkiler. Sinek larvalarının gelişim aşamaları izlenerek, PMI tahmininde kullanılacak en doğru verilerin bu gelişim sürecinden elde edilebileceği öne sürülmektedir. Bu süreç temel olarak dört aşamada incelenir (Goff, 1993).

a. Yumurta evresi: Sinekler cesede yumurtalarını bırakır.

b. Larva evresi: Yumurta açıldıktan sonra sinek larvaları aktif olarak beslenmeye başlar. Bu evrede larvaların büyüklüğü ve gelişim hızı sıcaklığa bağlıdır.

c. Pupa evresi: Larvaların büyümesi tamamlandıktan sonra, sinekler pupa evresine geçer.

d. Erişkin sinek evresi: Pupa evresinden çıkıp ergin sinek haline gelirler ve yeni bir döngü başlar.

2.1. Taze Evre (0-3 gün)

İlk Yerleşen Türler: Genellikle Calliphoridae (mavi et sinekleri) ve Sarcophagidae (et sinekleri) ailelerinden sinekler bu evrede ilk yerleşen türlerdir. Bu sinekler cesedin protein açısından zengin dokularını beslenme ve üreme alanı olarak kullanırlar.

Davranış: Sinekler cesedin nemli dokularına yumurtalarını bırakır veya bazı türler doğrudan larva bırakır. Yumurtalar genellikle burun, ağız, göz gibi açık vücut deliklerine bırakılır.

2.2. Şişme Evresi (2-6 gün)

Ana Türler: Bu evrede sinek larvaları (örneğin *Lucilia sericata*), ceset dokularında aktif olarak beslenir ve hızlı bir gelişim gösterir. Bu aşamada ceset, gaz birikimi nedeniyle şişmeye başlar.

Davranış: Bu evrede sinek larvalarının yanı sıra, cesetle beslenen diğer sinek türleri de yumurtalarını bırakmaya devam eder. Ayrıca bazı küçük etobur böcekler, örneğin *Histeridae* (karnavores böcekler), sinek larvalarıyla beslenmek için cesede gelir.

2.3. Aktif Çürüme Evresi (5-11 gün)

Ana Türler: Bu evrede ceset şiddetli bir koku yaymaya başlar ve dokular sıvılaşır. *Fanniidae* ve *Phoridae* gibi daha küçük sinek türleri ve bazı Coleoptera (kın kanatlı böcekler), özellikle Dermestidae ve Silphidae ailelerinden karnivor böcekler cesede yerleşir.

Davranış: Bu evrede sinek larvaları cesedin büyük kısmını tüketir ve bazı türler bu süreçte olgunlaşarak pupaya dönüşür.

2.4. İleri Çürüme Evresi (10-25 gün)

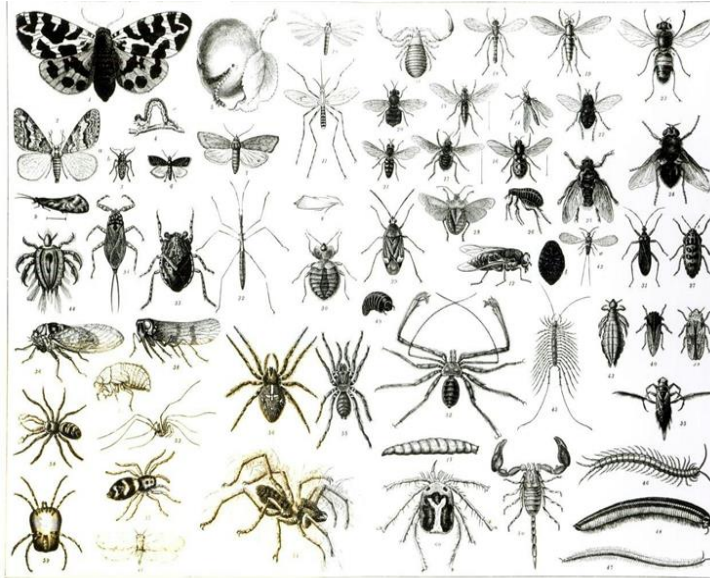
Ana Türler: Bu aşamada ceset kuruyarak ve sıvı kaybederek küçülmeye başlar. Cesette hala sinek larvaları bulunabilir ancak *Coleoptera* türleri (özellikle *Dermestidae* ailesinden kın kanatlılar) dokuların kurumasıyla ortaya çıkar. Ayrıca bazı karnivor karıncalar veya örümcekler de larvalarla beslenmek için cesette görülebilir. (Grassberger ve ark.,2004).

Davranış: Bu evrede artropod faunası genellikle sinek larvaları tarafından büyük oranda tükenmiş olan organik materyali parçalayarak ceset kalıntılarını temizler.

2.5. İskeletleşme Evresi (25 gün ve sonrası)

Ana Türler: Cesedin büyük kısmı çürümüş ve kemikleşmiştir. *Coleoptera* ve *Dermestidae* gibi kuru dokularla beslenen türler son yerleşen türler olarak ortaya çıkar. Bu aşamada çok az organik materyal kaldığı için böcek faunası giderek azalır.

Davranış: Bu aşamada, kemiklerle veya deri kalıntılarıyla beslenen artropodlar bulunur. Ceset çevresindeki toprağa yerleşmiş sinek pupaları da gözlemlenebilir.



Şekil 1: Post mortem olarak vücutta görülen böcek türleri (Anonim 1, 2024).

3. Adli Soruşturmalarda Böcek Yerleşme Sırasının Önemi

Artropodların ceset üzerindeki yerleşme sırası, özellikle suç mahallinden elde edilen delillerin analiz edilmesinde son derece önemlidir. Örneğin, ceset üzerinde belirli sinek türlerinin ve gelişim evrelerinin varlığı, ölüm anına ilişkin kesin zaman tahminleri yapılmasını sağlar. Böceklerin yerleşme sıralaması, cesedin ne kadar süre açıkta kaldığını, taşınıp taşınmadığını veya ölüm yerinin değişip değişmediğini belirlemede de kullanılır (Catts ve Goff, 1992).

Bunun yanı sıra, adli entomoloji uzmanları tarafından hazırlanan raporlar, mahkemelerde delil olarak sunulabilir ve soruşturmalarda etkili sonuçlar alınmasına katkıda bulunabilir. Özellikle kimlik tespiti zor olan durumlarda, böceklerin gelişim döngüleri ve yerleşme sıraları ölüm zamanı hakkında önemli bilgiler sağlar (Brd ve Castner, 2010).



Şekil 2: Cesetlerden analiz için larva ve böceklerin toplanması (Anonim 2, 2024)

4. Yerleşim Sırasındaki Postmortem İnterval Tayini

Bu artropod yerleşim sırası, postmortem interval (PMI), yani ölüm zamanı tahmininde kullanılır. Her böcek türü farklı bir gelişim döngüsüne sahip olduğundan dolayı ceset üzerinde hangi türlerin bulunduğu ve bu türlerin hangi gelişim aşamasında olduğu, ölümün ne kadar zaman önce gerçekleştiğini anlamak için kullanılabilir (Goff, 2000).

Faktörler

Böceklerin yerleşim sırası birçok faktöre bağlı olarak değişebilir (Byrd ve ark., 2009):

Çevresel Faktörler: Çevresel koşullar, artropod gelişim süreçleri üzerinde büyük etkiye sahiptir. Goff, sinek ve böcek gelişim hızlarının, sıcaklık, nem ve ışık gibi dış etkenlere bağlı olarak değiştiğini ifade eder. Bu nedenle, ölüm zamanı tahmini yapılırken çevresel verilerin titizlikle kaydedilmesi ve analiz edilmesi gerekir. Sıcaklık, gelişim süresi ile doğru orantılıdır; bu nedenle böceklerin gelişim hızı, sıcaklık değişimleri göz önünde bulundurularak hesaplanmalıdır.

Coğrafi Bölge: Farklı böcek türleri farklı coğrafi bölgelerde bulunabilir, bu nedenle ceset üzerindeki böceklerin yerleşim sırası bölgeye göre değişiklik gösterebilir.

Ceset Durumu: Cesedin korunmuş, örtülmüş ya da gömülmüş olması, böceklerin yerleşim sırasını değiştirebilir. Örneğin, örtülü cesetlerde sinekler ilk yerleşimi gerçekleştiremeyebilir.

SONUÇ

Artropodların ceset üzerindeki yerleşim sırası ve gelişim süreçleri, ölüm sonrası geçen sürenin belirlenmesinde son derece önemlidir. Özellikle sinek larvalarının ve böceklerin gelişim evreleri, adli tıp uzmanlarına ölüm zamanını daha iyi bir şekilde tahmin etme olanağını sağlar (Grassberger ve ark., 2004).

KAYNAKLAR

- Amendt, J., Krettek, R., & Zehner, R. (2004). "Forensic Entomology". *Naturwissenschaften*, 91(2), 51-65.
- Anderson, G.S. (2010). "Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death". *Forensic Science Review*, 22(1), 16-40.
- Anonim 1 erişim adresi: <https://www.meisterdrucke.com.tr/fine-art-baski/English-School/64836/Entomoloji,-Myriapoda-ve-Arachnida.html>
- Anonim 2 erişim adresi: <https://dedektifdergi.com/makale-bir-larva-masali/>
- Byrd, J.H., & Castner, J.L. (2010). *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press.
- Byrd, J. H., & Castner, J. L. (2009). *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press.
- Erzin, Y. (2018). Adli entomoloji: Ceset bozulmasında artropodların rolü. *Adli Tıp Dergisi*, 34(2), 97-104.
- Grassberger, M., & Frank, C. (2004). Forensic entomology in criminal investigations. *Naturwissenschaften*, 91(6), 307-317.
- Greenberg, B. (1990). Flies as Forensic Indicators. *Journal of Medical Entomology*, 27(5), 535-552.
- Goff, M.L. (1993). "Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns". *Journal of Forensic Sciences*, 38(4), 806-818.
- Goff, M. L. (2000). A Fly for the Prosecution: How insect evidence helps solve crimes. *Harvard University Press*.
- Haskell, N. H., & Williams, R. E. (2011). *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press.
- Schoenly, K., & Reid, W. (1987). "Dynamics of Heterotrophic Succession in Carrion Arthropod Assemblages: Discrete Seriesora Continuum of Change?" *Oecologia*, 73(2), 192-202.
- Tomberlin, J.K., & Benbow, M.E. (2015). *Forensic Entomology: International Dimensions and Frontiers*. CRC Press.

BÖLÜM 6

VENÖZ YETMEZLİKTE SKLEROTERAPİNİN YERİ

Uzm. Dr. Uğur ŞENER¹
Uzm. Dr. Yavuz ARSLANOĞLU²
Uzm. Dr. Mehmet MODA³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14565351>

¹Gaziantep Şehir Hastanesi , Kalp Damar Cerrahi Kliniği,ORCID ID:<http://orcid.org/0000-0002-0234-6959>, opdrugursener@gmail.com

²Gaziantep Şehir Hastanesi , Kalp Damar Cerrahi KliniğiORCID ID:<http://orcid.org/0000-0002-8028-8993>, dr.arslanoglu@gmail.com

³Gaziantep Üniversite Tıp Fakültesi, Kalp Damar Cerrahi Kliniği, Gaziantep, Türkiye, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4546-2243>, mehmetmoda91@gmail.com

GİRİŞ

Venöz yetmezlik, dünya genelinde yaygın görülen kronik bir dolaşım bozukluğudur ve bireylerin yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilecek ciddi komplikasyonlara yol açabilir. Çoğunlukla alt ekstremitelerde görülmekle birlikte, bu durum venöz kapakçıkların hasar görmesi veya damarların yapısal bozuklukları sonucunda kanın geriye doğru kaçması ve damar içi basıncın artması ile karakterizedir (Gloviczki ve Comerota, 2011). Bu basınç artışı, damar duvarlarının genişlemesine ve varisli damarların oluşmasına neden olur. Kronik venöz yetmezlik, varislerden ödem ve cilt değişikliklerine, daha ileri safhalarda ise venöz ülserlere kadar geniş bir klinik spektrumda kendini gösterir. Özellikle uzun süre ayakta durmayı gerektiren mesleklerde çalışan kişilerde ve ileri yaş grubunda bu durum daha yaygındır (Hamann ve ark., 2017).

Varisli damarlar, hem estetik hem de fizyolojik açıdan önemli bir problem oluşturur. Hastalarda bacaklarda ağırlık hissi, ağrı, kaşıntı ve kozmetik kaygılar sıklıkla görülür. Hastalığın ilerlemesiyle birlikte, cilt üzerinde kahverengi lekelenmeler, cilt ülserleri ve ciddi ağrılar ortaya çıkabilir. Venöz yetmezlik tedavisinde erken tanı ve doğru tedavi yaklaşımı, hastalığın ilerlemesini durdurmak ve yaşam kalitesini artırmak açısından önem taşır (Rabe ve ark., 2012).

Venöz yetmezlik tedavisinde çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Konservatif tedavi seçenekleri arasında yaşam tarzı değişiklikleri, kilo kontrolü, egzersiz ve kompresyon terapisi bulunur. Daha ileri vakalarda cerrahi müdahaleler, endovenöz lazer ablasyon, radyofrekans ablasyonu ve skleroterapi gibi minimal invaziv teknikler kullanılır. Skleroterapi, özellikle küçük ve orta çaplı varislerin tedavisinde öne çıkan bir yöntemdir. Sklerozan maddelerin enjeksiyonu yoluyla damarların kapanması sağlanarak, varisli damarların fonksiyonu sonlandırılır (O'Donnell, 2014).

Bu yazıda, venöz yetmezlik tedavisinde skleroterapinin etkinliği, kullanım alanları, avantajları ve sınırlamaları tartışılacaktır.

Skleroterapinin Tanımı

Skleroterapi, damar içine bir sklerozan madde enjekte edilerek damarın tahrip edilmesini sağlayan minimal invaziv bir tedavi yöntemidir. Bu işlem, telanjiektazi, retiküler venler ve daha büyük yüzeysel varislerin tedavisinde

kullanılır. Sklerozan madde, damarın iç yüzeyini tahriş ederek iltihaplanmaya yol açar ve böylece damar kapanarak zamanla kaybolur. Köpük skleroterapi ise daha büyük damarlar için etkili olan bir yöntemdir ve klasik sıvı skleroterapiye göre daha geniş bir yüzeye etki eder (Coleridge Smith, 2009).

Venöz Yetmezlikte Skleroterapinin Kullanım Alanları

Skleroterapi, çoğunlukla yüzeysel venöz yetmezlik durumlarında uygulanır. Özellikle telanjiektazi, retiküler venler ve küçük çaplı varisler tedaviye iyi yanıt verir. Ayrıca, köpük skleroterapi kullanılarak daha büyük safen venlerin ve perforan venlerin tedavisinde de başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Rabe ve ark., 2012). Bununla birlikte, skleroterapi, derin venöz yetmezlik veya büyük damarların varlığında tek başına yeterli olmayabilir ve bu tür durumlarda diğer tedavi yöntemleriyle kombine edilmesi önerilir.



Şekil 1: Diz altı medial bölgede skleroterapi uygulanmış telanjiektazik damarlar (Schwartz ve ark., 2020)

Skleroterapi Uygulaması ve Tekniği

Skleroterapi uygulaması, damar içine ince bir iğne yardımıyla sklerozan madde enjekte edilerek yapılır. Köpük skleroterapi ise, sıvı sklerozan maddeye hava karıştırılarak köpük haline getirilir ve daha geniş damar alanlarına uygulanır. Ultrason eşliğinde yapılabilen bu işlem, derin yerleşimli

damarlarda güvenliği artırır. Skleroterapi sonrasında hastalara kompresyon çorapları kullanımı önerilir, bu da tedavinin etkinliğini artırır ve olası komplikasyonları azaltır (Hamann ve ark., 2017).

Skleroterapinin Avantajları

Skleroterapinin en büyük avantajı minimal invaziv bir yöntem olmasıdır. Genel anestezi gerektirmemesi, işlem süresinin kısa olması ve hastaların genellikle işlem sonrası günlük aktivitelerine hızla dönebilmesi bu yöntemi cazip kılmaktadır. Ayrıca, cerrahi müdahalelere göre daha düşük komplikasyon riski taşır. Estetik açıdan, özellikle kozmetik sorunları olan hastalarda hızlı ve etkili sonuçlar sunar (O'Donnell, 2014). Tedavi maliyetinin düşük olması da bir diğer avantajdır, bu sayede geniş bir hasta grubu için erişilebilir bir seçenek haline gelir.



Şekil 2: Bacak medial kesimde variköz venlere skleroterapi uygulanma önce ve sonrası (Draughn, 2022)

Skleroterapinin Dezavantajları ve Sınırlamaları

Skleroterapinin en büyük dezavantajlarından biri, bazı durumlarda tedavi edilen damarların yeniden açılması ya da varislerin tekrarlama riskidir.

Özellikle büyük çaplı varisler veya derin venöz yetmezlik durumlarında skleroterapinin etkinliği sınırlı kalabilir (Tisi ve Beverley, 2000). Ayrıca işlem sonrası hiperpigmentasyon, cilt tahrişi, enjeksiyon bölgesinde iltihaplanma ve nadiren de olsa cilt nekrozu gibi yan etkiler görülebilir (Shadid ve ark., 2012).

SONUÇ

Skleroterapi, venöz yetmezlik tedavisinde özellikle yüzeysel varislerin ve küçük damar anomalilerinin yönetiminde önemli bir tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir. Uygulamanın minimal invaziv doğası, cerrahi prosedürlere kıyasla daha az komplikasyon riski ve daha kısa iyileşme süresi sunması, bu tedavi yöntemini popüler hale getirmiştir (O'Donnell, 2014). Skleroterapi, hastaların günlük yaşamlarını fazla kısıtlamadan yapılabilir ve işlem sonrasında hastalar genellikle hemen normal aktivitelerine dönebilirler. Özellikle estetik açıdan rahatsızlık duyan hastalar için oldukça etkili ve tatmin edici sonuçlar sunar.

Bununla birlikte, skleroterapinin sınırlamaları da göz ardı edilmemelidir. Özellikle derin venöz yetmezlik veya daha büyük damarların varlığı durumunda bu yöntem tek başına yetersiz kalabilir. Bu tür vakalarda cerrahi müdahale veya diğer endovenöz tedavi yöntemleri (lazer ablasyon, radyofrekans ablasyon gibi) daha uygun olabilir (Akhter ve Fatima, 2016). Ayrıca, tedavi edilen damarların bir kısmında yeniden açılma veya varislerin tekrarlama riski bulunmaktadır, bu da uzun vadede takip gerekliliğini ortaya koyar (Hamann ve ark., 2017).

Skleroterapinin etkinliği ve güvenliği üzerine yapılan çalışmalar, yüzeysel varislerin tedavisinde bu yöntemin başarılı olduğunu göstermektedir. Ancak hastanın genel sağlık durumu, varislerin büyüklüğü ve yerleşimi gibi faktörler göz önünde bulundurularak tedavi seçimi yapılmalıdır. Her hasta için tedavi planı kişiselleştirilmeli ve gerektiğinde farklı tedavi seçenekleri kombinasyon halinde uygulanmalıdır (Shadid ve ark., 2012).

Sonuç olarak, skleroterapi venöz yetmezlik tedavisinde etkili ve yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Ancak bu tedavinin başarı oranı, doğru hasta seçimi, işlem sonrası bakım ve uzun vadeli takip ile doğrudan ilişkilidir. Skleroterapi, uygun hastalarda güvenilir ve başarılı sonuçlar sağlayabilse de, her hasta için en iyi seçenek olmayabilir. Bu nedenle, multidisipliner bir yaklaşım benimsenmeli ve tedavi bireysel ihtiyaçlara göre şekillendirilmelidir.

Tartışma

Venöz yetmezlik tedavisinde skleroterapi, özellikle yüzeysel varislerin ve küçük çaplı damarların yönetiminde yaygın kullanılan bir yöntemdir. Ancak skleroterapinin etkinliği, komplikasyon riski, uzun dönem sonuçları ve diğer tedavi yöntemleriyle karşılaştırılması konularında bazı önemli tartışmalar mevcuttur. Skleroterapi, düşük invazivliği ve cerrahi gerektirmemesi sebebiyle birçok hasta ve hekim tarafından tercih edilir. Bununla birlikte, işlem sonrası ortaya çıkan komplikasyonlar ve tedavi sonrası tekrarların görülmesi, yöntemin uzun vadeli başarı oranını sorgulatmaktadır (Hamann ve ark., 2017).

Birçok çalışma, skleroterapinin özellikle küçük çaplı varisler ve yüzeysel damar hastalıklarında etkili olduğunu göstermektedir. Sklerozan maddelerin damar içine enjekte edilmesi, damarın kapanmasını ve vücut tarafından emilmesini sağlar. Bu işlem, hızlı iyileşme süresi, düşük maliyet ve minimal invaziv olması gibi avantajlara sahiptir (Rabe ve ark., 2012). Skleroterapi sonrası hastalar genellikle birkaç gün içinde normal aktivitelerine dönebilirler ve işlem sırasında anestezi gerektirmez. Bu faktörler, cerrahi müdahalelere kıyasla skleroterapinin cazibesini artırmaktadır (O'Donnell, 2014).

Ancak skleroterapinin sınırlamaları ve komplikasyonları da göz ardı edilmemelidir. İşlem sonrası en yaygın görülen komplikasyonlar arasında enjeksiyon bölgesinde ağrı, kızarıklık ve ciltte renk değişiklikleri yer alır. Daha nadir olmakla birlikte, enjeksiyon bölgesinde nekroz veya derin ven trombozu gibi ciddi komplikasyonlar da görülebilir (Shadid ve ark., 2012). Skleroterapinin en büyük dezavantajlarından biri ise, işlem sonrası varislerin nüks etme olasılığıdır. Özellikle daha büyük damarların tedavisinde skleroterapinin tek başına yeterli olmadığı ve uzun vadeli sonuçların garanti edilemeyeceği bildirilmiştir (Tisi ve Beverley, 2000).

Köpük skleroterapi, sıvı skleroterapiye göre daha büyük damarların tedavisinde kullanılır ve ultrason eşliğinde yapılabilmesi, derin damarların tedavisinde de etkili olabileceği anlamına gelir. Bununla birlikte, köpük skleroterapi ile ilişkili komplikasyon riski sıvı skleroterapiye göre daha yüksektir ve özellikle derin ven trombozu gibi komplikasyonlar gözlenebilir (Coleridge Smith, 2009). Köpük skleroterapinin avantajı ise daha büyük damarların daha geniş bir yüzeyde kapatılabilmesidir. Ancak bu yöntemin

derin venöz yetmezlik gibi durumlarda kullanımı hala tartışmalıdır ve daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır (Gloviczki ve Comerota, 2011).

Bir diğer tartışma konusu da skleroterapinin diğer tedavi yöntemleri ile karşılaştırılmasıdır. Endovenöz lazer ablasyon ve radyofrekans ablasyonu gibi yöntemler, özellikle daha büyük ve daha derin damarların tedavisinde daha kalıcı sonuçlar verebilir. Ancak bu yöntemler genellikle daha pahalıdır ve daha uzun iyileşme süresi gerektirebilir. Buna karşılık skleroterapi, daha az invaziv bir seçenek olup, özellikle kozmetik amaçlı varis tedavilerinde tercih edilir (O'Donnell, 2014).

Tedavi sonrası hasta yönetimi de tartışılması gereken bir diğer konudur. Skleroterapi sonrasında hastaların genellikle kompresyon çorapları giymesi önerilir. Bu, tedavinin etkinliğini artırmak ve olası komplikasyonları azaltmak için önemlidir. Ancak uzun süre kompresyon çorabı kullanımı bazı hastalar için zorlayıcı olabilir ve bu durum tedavinin başarısını olumsuz etkileyebilir (Hamann ve ark., 2017).

Sonuç olarak, skleroterapi, venöz yetmezlik tedavisinde etkili ve yaygın bir tedavi seçeneğidir. Ancak, her hasta için ideal tedavi yöntemi olmayabilir. Hastaların bireysel özellikleri ve varislerin boyutu göz önünde bulundurularak tedavi planı yapılmalıdır. Özellikle büyük damarların tedavisinde, skleroterapinin cerrahi müdahaleler veya diğer minimal invaziv yöntemlerle kombine edilmesi daha iyi sonuçlar sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Akhter, M. S., & Fatima, N. (2016). Current role of foam sclerotherapy in varicose veins treatment: A review of literature. *International Journal of Scientific Research in Medical Sciences*, 4(1), 44-50.
- Alos, J., Carrasco, D., & Lopez, J. A. (2006). Efficacy and safety of sclerotherapy using polidocanol foam: A controlled clinical trial. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 31(1), 101-107.
- Cavezzi, A., & Parsi, K. (2013). Foam sclerotherapy for the treatment of varicose veins: Review of the literature and techniques. *Phlebology*, 28(6), 309-319.
- Coleridge Smith, P. D. (2009). Chronic venous disease treated by ultrasound-guided foam sclerotherapy. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 38(2), 236-241.
- Gloviczki, P., & Comerota, A. J. (2011). The care of patients with varicose veins and associated chronic venous diseases: Clinical practice guidelines of the Society for Vascular Surgery and the American Venous Forum. *Journal of Vascular Surgery*, 53(5), 2S-48S.
- Hamann, S. A., Timmer-de Mik, L., & van Rijn, J. L. (2017). Long-term results of foam sclerotherapy for varicose veins: A retrospective analysis of 10 years of experience. *Phlebology*, 32(7), 483-491.
- North Shore Vein Center. (2020). Permanently remove your varicose veins with sclerotherapy. North Shore Vein Center
- O'Donnell, T. F. (2014). The role of foam sclerotherapy in the management of venous ulcers: A review. *Phlebology*, 29(1), 24-29.
- Rabe, E., Pannier, F., & Gerlach, H. (2012). Guidelines for sclerotherapy of varicose veins (ICD 183) –Guidelines of the German Society of Phlebology. *Phlebology*, 27(4), 146-154.
- Shadid, N., Nelemans, P. J., & Prins, M. H. (2012). Compression therapy after sclerotherapy for varicose veins. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9), CD008819.
- Tisi, P. V., & Beverley, C. (2000). Injection sclerotherapy for varicose veins. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4), CD001732.
- Veins Carolina. (2022). Sclerotherapy is a less-invasive way to get rid of varicose and spider veins. Vein a Specialists of the Carolinas.

BÖLÜM 7

KARDİYAK KİST HİDATİK: KLİNİK GÖRÜNÜM, TANI VE TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Uzm. Dr. Uğur ŞENER¹

Bilim Uzm. Leyla GÜNDÜZ²

Uzm. Dr. Mehmet MODA³

Uzm. Dr. Tahir OLGAC⁴

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14577341>

¹Gaziantep Şehir Hastanesi , Kalp Damar Cerrahi Kliniği, ORCID ID:<http://orcid.org/0000-0002-0234-6959>, opdrugursener@gmail.com

²Siirt Eğitim Araştırma Hastanesi, Siirt, Türkiye, ORCID:<http://orcid.org/0000-0002-5916-5737>, lylgndz_55@hotmail.com

³Gaziantep Üniversite Tıp Fakültesi, Kalp Damar Cerrahi Kliniği, Gaziantep, Türkiye, ORCID:<http://orcid.org/0000-0002-4546-2243>, mehmetmoda91@gmail.com

⁴Van Eğitim Araştırma Hastanesi , Kalp Damar Cerrahi Kliniği, Van, Türkiye, ORCID:<http://orcid.org/0000-0003-4045-4528>, tahirolgac09@gmail.com

GİRİŞ

Kardiyak kist hidatik, *Echinococcus granulosus* parazitinin neden olduğu, kalpte kist oluşumuna yol açan nadir bir hastalıktır. *Echinococcosis* olarak da bilinen bu hastalık, genellikle parazitin larvalarının kan dolaşımına katılarak karaciğer ve akciğer gibi organlara ulaşması ile gelişir, ancak nadiren kalpte de tutulum gösterir (Garcia, 2007). Kalpte kist gelişimi tüm hidatik vakalarının sadece %0.5-2'sini oluşturur ve bu oran hastalığın nadirliğini vurgulamaktadır. Kalp gibi kritik bir organda meydana gelmesi sebebiyle kardiyak kist hidatik ciddi komplikasyonlara yol açabilir ve yaşamı tehdit eden sonuçlar doğurabilir (Turgut, 2019).

Kardiyak kist hidatik en çok sol ventrikülde görülür, ardından sağ ventrikül, interventriküler Useptum ve perikard tutulumu sıklıkla rapor edilir (Cevik, 2011). Kistlerin bu bölgelere yerleşimi, semptomların şiddetini ve hastalığın seyrini belirler. Kistlerin büyümesi ve çevresindeki dokulara baskı yapması ciddi semptomlara neden olabilir. En ciddi komplikasyonlar arasında kistin rüptüre olması, kalp tamponadı ve emboli gibi potansiyel olarak ölümcül durumlar yer alır (Yılmaz, 2010).

Bu yazıda kardiyak kist hidatiğin patofizyolojisi, tanı yöntemleri, klinik bulguları ve tedavi seçenekleri incelenecek; endemik bölgelerde bu hastalığın önemi ve farkındalığın artırılması gerekliliği tartışılacaktır.

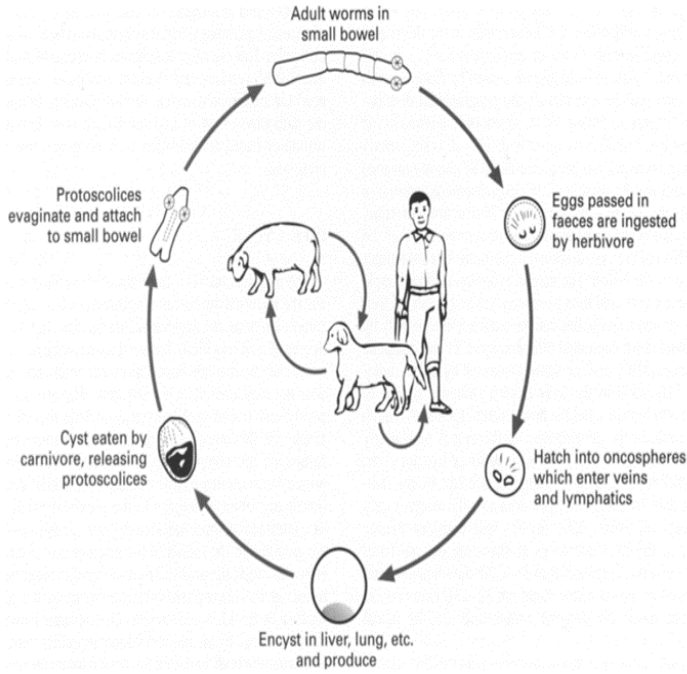
Patofizyoloji ve Kardiyak Tutulum

Kardiyak kist hidatik, parazitin yumurtalarının sindirim sistemi aracılığıyla insan vücuduna girmesi ve kan dolaşımı yoluyla kalbe ulaşması ile meydana gelir. Parazit, insan vücuduna girdikten sonra ince bağırsakta larva formuna dönüşür. Bu larvalar bağırsak duvarını geçip dolaşım sistemine katılır ve kan akımı ile önce karaciğer ve akciğerlere, nadiren ise kalbe ulaşır. Kalpteki yerleşim yerine bağlı olarak farklı klinik bulgular gözlemlenir (Turgut, 2019).

Kalpte en sık sol ventrikül tutulumu görülür. Bu bölgedeki kist, büyüdükçe miyokardiyumda hasar oluşturabilir, koroner arterleri sıkıştırabilir ve miyokard enfarktüsüne yol açabilir. Sağ ventrikülde yerleşen kistler ise pulmoner arterlere bası yaparak pulmoner hipertansiyon veya emboli riski oluşturabilir. Ayrıca interventriküler septumda yerleşen kistler ventriküler

aritmiler veya kalp bloğu gibi ciddi ritim bozukluklarına neden olabilir (Cevik, 2011).

Kistin rüptüre olması ise daha ciddi komplikasyonlara yol açabilir. Kist içindeki hidatik sıvı, alerjik reaksiyonlara ve anafilaksiye neden olabilir. Perikardiyal tamponad gibi yaşamı tehdit eden durumlar, kistin rüptür sonrası perikard boşluğuna sızması ile meydana gelebilir (Tetik, 2008). Bu komplikasyonların önlenmesi için erken teşhis ve tedavi büyük önem taşımaktadır.



Şekli 1. Kist hidatik yaşam döngüsü (Lewall, 1998)

Klinik Bulgular

Kardiyak kist hidatiğin klinik seyri genellikle sinsi bir şekilde ilerler. Hastalığın erken dönemlerinde, kist küçükken asemptomatik olabilir. Ancak kist büyüdükçe, çevre dokulara baskı yaparak veya rüptüre olarak ciddi semptomlar oluşturur. Kardiyak kist hidatiğin en yaygın semptomları şunlardır:

- **Göğüs ağrısı:** Kistin koroner arterlere baskı yapması sonucu angina pektoris tarzı göğüs ağrısı oluşabilir.
- **Nefes darlığı (dispne):** Kist büyüdükçe kalbin pompalama fonksiyonu bozulabilir, bu da konjestif kalp yetmezliği belirtilerine yol açabilir.
- **Aritmi:** Kistin kalbin elektriksel iletim sistemine yaptığı baskı sonucu düzensiz kalp atışları meydana gelebilir.
- **Emboli:** Rüptüre olan kistlerden ayrılan parçalar dolaşıma katılıp pulmoner emboli veya sistemik emboli oluşturabilir.
- **Perikardiyal tamponad:** Kistin perikardiyal boşluğa rüptürü, tamponad gelişmesine ve ani ölüme neden olabilir (Tetik, 2008).

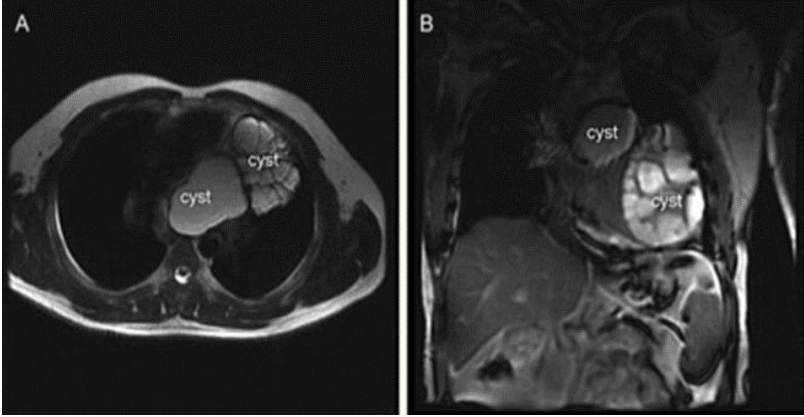
Semptomların ciddiyeti kistin yerleşim yeri ve büyüklüğüne bağlı olarak değişiklik gösterir. Özellikle rüptür riski taşıyan büyük kistlerin acil müdahale gerektirdiği unutulmamalıdır.

Tanı

Kardiyak kist hidatik tanısı genellikle görüntüleme yöntemleri ve serolojik testlerle konur. İlk olarak ekokardiyografi ile kalpteki kist saptanabilir. Ekokardiyografi, kalp içindeki kistlerin boyutunu, yerleşimini ve hemodinamik etkilerini değerlendirmek için ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Bununla birlikte, kistlerin kesin tanısı ve detaylı değerlendirilmesi için ileri görüntüleme yöntemlerine başvurulur (Yılmaz, 2010).

1. **Ekokardiyografi:** Kalpteki kistin boyutunu, yerleşim yerini ve çevre yapılarla olan ilişkisini gösterir. Kist hidatik tanısında ilk basamak tetkik olarak kabul edilir.
2. **Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG):** Kistlerin yapısal detaylarını ortaya koyar. BT, kistlerdeki kalsifikasyonların tespitinde özellikle faydalıdır.
3. **Serolojik Testler:** ELISA ve indirekt hemaglutinasyon testleri gibi serolojik yöntemler, kist hidatik tanısının doğrulanmasında kullanılır. Ancak serolojik testlerin tanısal doğruluğu sınırlı olabilir.
4. **Anjiyografi:** Kistin vasküler yapılarla olan ilişkisini ve cerrahi planlama öncesi vasküler değerlendirmeyi sağlar (Cevik, 2011).

Bu tanı yöntemleri sayesinde kistin konumu, büyüklüğü ve çevre dokularla olan ilişkisi net bir şekilde belirlenir, bu da cerrahi planlamayı kolaylaştırır.



Şekil 2. Kardiyak kist hidatiğin MR ve BT görüntülemesi (Yan ve ark., 2015)

Tedavi

Kardiyak kist hidatik tedavisinde cerrahi müdahale esastır. Medikal tedavi genellikle cerrahi sonrası destekleyici bir tedavi olarak veya cerrahiye uygun olmayan vakalarda uygulanır. Tedavi planlaması kistin boyutuna, yerleşim yerine ve hastanın genel sağlık durumuna bağlı yapılır.

1. **Cerrahi Eksizyon:** Kardiyak kistlerin tedavisinde birinci basamak tedavi cerrahi eksizyondur. Kist, kardiyopulmoner baypas altında dikkatli bir şekilde çıkarılır. Cerrahi sırasında kistin rüptürünü önlemek için dikkatli bir teknik uygulanmalıdır. Kistin tamamen çıkarılması ve etkilenen dokuların temizlenmesi esastır (Cevik, 2011).
2. **Medikal Tedavi:** Albendazol ve mebendazol gibi antiparaziter ilaçlar, kistlerin küçültülmesi ve cerrahi sonrası nükslerin önlenmesinde kullanılır. Özellikle cerrahiye uygun olmayan vakalarda uzun süreli antiparaziter tedavi uygulanabilir (Tetik, 2008). Medikal tedavi tek başına yeterli olmayabilir; ancak cerrahi sonrası destekleyici tedavi olarak kullanılması, hastalığın tekrarlama riskini azaltabilir.

Tartışma

Kardiyak kist hidatik, dünya genelinde özellikle *Echinococcus granulosus*'un endemik olduğu bölgelerde ortaya çıkan ve nadir görülen

ancak ciddi sonuçlar doğurabilen bir enfeksiyon hastalığıdır. Kardiyak tutulum, hastalığın en nadir formlarından biri olup, tüm hidatik kist vakalarının sadece %0,5-2'sinde görülmektedir. Bu nadirliğe rağmen, kardiyak tutulumun potansiyel ölümcül komplikasyonları nedeniyle, erken tanı ve uygun tedavi büyük önem taşır. Kardiyak kist hidatiğin nadir görülmesi, bu durumu hem tanı koymayı zorlaştırmakta hem de cerrahi ve medikal tedavi stratejilerinin zorluklarını artırmaktadır (Garcia, 2007).

Kardiyak kist hidatiğin en önemli komplikasyonu, kistin rüptürüdür. Rüptür, kist içeriğinin serbest kalmasıyla anafilaktik reaksiyonlara, embolik olaylara ve perikardiyal tamponad gibi yaşamı tehdit eden durumlara yol açabilir. Bu nedenle, kardiyak kist hidatiği olan hastalarda cerrahi müdahale genellikle kaçınılmazdır. Ancak, cerrahi sırasında kistin rüptür olma riski de önemli bir sorun teşkil eder. Bu nedenle, cerrahi işlemin dikkatli planlanması ve deneyimli bir cerrahi ekip tarafından yapılması gerekmektedir (Cevik, 2011).

Kardiyak kist hidatik cerrahisi sırasında, özellikle büyük kistler veya kritik bölgelere yerleşmiş kistler, cerrahların karşılaştığı en büyük zorluklardan biridir. Sol ventrikül gibi hayati bölgelerde yerleşmiş kistlerin çıkarılması sırasında dikkatli olunmalı, kalp dokusuna zarar vermemek ve kist sıvısının kaçmasını önlemek için özel cerrahi teknikler kullanılmalıdır. Kardiyopulmoner baypas altında yapılan bu cerrahilerde, kistin rüptürüne neden olmamak için en dikkatli yaklaşım gereklidir. Ayrıca, cerrahi sonrası olası nükslerin önlenmesi için dikkatli bir postoperatif takip süreci gereklidir. Medikal tedavi bu süreçte önemli bir destekleyici rol oynar. Albendazol ve mebendazol gibi antiparaziter ilaçlar, hem cerrahi sonrası rezidüel kist kalma riskini azaltmak hem de yeni kist oluşumunu engellemek için kullanılır (Tetik, 2008).

Cerrahi müdahale her zaman mümkün olmayabilir. Özellikle yaşlı hastalar, genel sağlık durumu cerrahiye elverişli olmayan hastalar veya kistin erişilemeyecek bölgelerde yer alması durumunda cerrahi bir seçenek olmayabilir. Bu gibi vakalarda antiparaziter tedavi ile kistlerin küçültülmesi hedeflenir. Ancak cerrahi tedavi yapılamayan durumlarda, medikal tedavi tek başına çoğu zaman yeterli olmamakta ve kistlerin kontrol altında tutulması zorlaşmaktadır. Medikal tedavi, genellikle cerrahi sonrası nüksleri önlemek için kullanıldığında daha başarılı sonuçlar vermektedir (Cevik, 2011).

Kardiyak kist hidatik vakalarında tanı koymak her zaman kolay değildir. Bu hastalık, kardiyak semptomların benzerliğinden dolayı diğer kalp hastalıkları ile karıştırılabilir. Göğüs ağrısı, nefes darlığı ve aritmiler gibi

semptomlar, koroner arter hastalığı veya miyokardiyal hastalıklarla karıştırılabilir. Bu nedenle, endemik bölgelerde yaşayan hastalarda kardiyak semptomlar görüldüğünde, kardiyak kist hidatik mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. İleri görüntüleme yöntemlerinin kullanılması (ekokardiyografi, BT ve MRG) ile kistlerin erken dönemde tespit edilmesi mümkündür ve bu da prognozu büyük ölçüde iyileştirir (Yılmaz, 2010).

Serolojik testler, tanıda önemli bir yardımcıdır ancak yanlış pozitif ve negatif sonuçlar verebilir. Bu nedenle, serolojik testlerin görüntüleme yöntemleri ile desteklenmesi gereklidir. Erken tanı konulduğunda, hastalığın cerrahi müdahale ile başarılı bir şekilde tedavi edilme olasılığı artar ve komplikasyonlar önlenir. Ancak, geç dönemde tanı konulmuş büyük kistlerde komplikasyon riski artar ve tedavi daha karmaşık hale gelir (Garcia, 2007).

Kardiyak kist hidatik, özellikle hayvancılıkla uğraşan toplumlarda ve hijyen koşullarının yetersiz olduğu bölgelerde daha sık görülmektedir. Bu nedenle, bu bölgelerdeki halk sağlığı çalışmalarının artırılması büyük önem taşır. Echinococcosis enfeksiyonunun önlenmesi için hijyen kurallarına dikkat edilmesi, hayvanların düzenli olarak veteriner kontrolünden geçirilmesi ve gıda hijyenine önem verilmesi gibi halk sağlığı tedbirleri alınmalıdır. Ayrıca sağlık profesyonellerinin bu hastalık konusunda daha fazla bilgi sahibi olmaları, erken tanı ve tedaviye ulaşımı hızlandıracaktır (Tetik, 2008).

Endemik bölgelerde halk sağlığı kampanyaları ile hastalık farkındalığı artırılmalı, insanlar enfeksiyon risklerinden korunmaları konusunda bilgilendirilmelidir. Ayrıca, bu bölgelerde çalışan sağlık personelinin eğitimi de hastalığın erken teşhisi açısından kritik bir rol oynar. Kardiyak semptomlarla başvuran hastalarda, özellikle anamnezlerinde kırsal bölgelerde yaşam öyküsü veya hayvancılık ile uğraşma geçmişi olan bireylerde, kardiyak kist hidatik göz önünde bulundurulmalıdır (Cevik, 2011).

Cerrahi müdahale sonrası hastaların uzun süreli takibi gereklidir. Cerrahi başarılı olsa bile, kist hidatik nüks edebilir veya cerrahi sırasında fark edilmeyen küçük kistler büyüyebilir. Bu nedenle, hastaların düzenli aralıklarla kontrol edilmesi ve gerekirse antiparaziter tedavinin devam ettirilmesi önemlidir. Uzun süreli takip, özellikle cerrahi sırasında tam eksizyonun sağlanmadığı durumlarda daha da önemli hale gelir (Yılmaz, 2010).

Medikal tedavinin başarısı genellikle cerrahiye ek olarak uygulandığında daha yüksektir. Ancak yalnızca medikal tedavi ile tam iyileşme sağlanması zor olabilir, çünkü ilaçlar kistin etrafındaki kalın duvarı

tam anlamıyla geçip paraziti yok etmekte yetersiz kalabilir. Bu nedenle, cerrahi müdahale yapılamayan hastalarda bile kistin büyümesini engellemek ve semptomları hafifletmek için antiparaziter tedavi sürekli olarak uygulanmalıdır (Turgut, 2019).

Sonuç

Kardiyak kist hidatik, dünya genelinde özellikle *Echinococcus granulosus* parazitinin endemik olduğu bölgelerde görülen nadir, ancak ciddi bir paraziter enfeksiyondur. Hastalığın kardiyak tutulumu, hidatik kist vakalarının çok küçük bir kısmını oluştursa da, kalp gibi hayati bir organı etkilemesi nedeniyle büyük klinik öneme sahiptir. Sol ventrikül, sağ ventrikül ve interventriküler septum gibi kalbin farklı bölgelerine yerleşen kistler, hem mekanik hem de hemodinamik komplikasyonlara yol açarak ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir (Garcia, 2007).

Kardiyak kist hidatik vakalarında erken tanı koymak oldukça zor olabilir çünkü hastalık, asemptomatik seyredebileceği gibi kardiyak semptomlarla birlikte karşımıza çıkabilir. Göğüs ağrısı, nefes darlığı ve aritmi gibi bulgular, diğer kalp rahatsızlıklarıyla karışabileceği için, tanı sürecinde kapsamlı bir inceleme ve doğru testlerin kullanılması gereklidir. Özellikle endemik bölgelerde yaşayan hastalarda, kalp semptomları varlığında kardiyak kist hidatik olasılığı mutlaka değerlendirilmelidir (Turgut, 2019).

Erken teşhis ve uygun tedavi ile kardiyak kist hidatiğin komplikasyonları önlenabilir. Ekokardiyografi, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi ileri görüntüleme yöntemleri, hastalığın tanısında ve kistin yerleşim yerinin belirlenmesinde büyük rol oynar. Serolojik testler de tanıya yardımcı olabilir; ancak serolojik testlerin güvenilirliği sınırlı olduğundan, tanı genellikle görüntüleme yöntemleri ile desteklenir (Cevik, 2011).

Tedavi açısından bakıldığında, cerrahi müdahale kardiyak kist hidatiğin tedavisinde en etkin yöntem olarak kabul edilir. Cerrahi müdahalede kistin tamamen çıkarılması, olası rüptürlerin önlenmesi ve hastanın komplikasyonsuz bir şekilde tedavi edilmesi hedeflenir. Cerrahi sırasında karşılaşılan en büyük zorluk, kistin rüptür olma riski ve çevre dokulara zarar verme olasılığıdır. Kardiyopulmoner baypas altında gerçekleştirilen dikkatli cerrahi müdahaleler, bu riskleri minimize etmek için uygulanır (Tetik, 2008). Cerrahi sonrası hastaların uzun süreli takibi ve olası nükslerin önlenmesi amacıyla antiparaziter tedavi (albendazol, mebendazol) uygulanır. Medikal tedavi, cerrahinin yerine geçebilecek bir seçenek olmamakla birlikte, cerrahi

sonrası nüksleri önlemek ve cerrahiye uygun olmayan hastalarda semptomları kontrol altına almak amacıyla kullanılır (Turgut, 2019).

Kardiyak kist hidatik tedavisi ve tanısı üzerine yapılan çalışmalar, bu hastalığın nadirliği ve karmaşıklığı nedeniyle oldukça sınırlıdır. Ancak, eldeki veriler, hastalığın erken dönemde teşhis edilmesi ve zamanında cerrahi müdahale ile prognozun büyük oranda iyileştirilebileceğini göstermektedir (Yılmaz, 2010). Özellikle kistlerin erken evrede saptanması, hastalığın potansiyel olarak ölümcül komplikasyonlarının önüne geçilmesine yardımcı olur.

Endemik bölgelerde hastalığın yayılmasını önlemek amacıyla toplum sağlığı önlemleri alınmalıdır. Bu önlemler arasında halkın bilinçlendirilmesi, hayvancılıkla uğraşan topluluklara yönelik eğitim programları, hijyen koşullarının iyileştirilmesi ve veterinerlik hizmetlerinin yaygınlaştırılması yer almalıdır. Ayrıca, sağlık profesyonellerinin kardiyak kist hidatik gibi nadir paraziter enfeksiyonlar konusunda bilgi sahibi olmaları, özellikle endemik bölgelerdeki hasta popülasyonunun doğru ve hızlı bir şekilde tanı ve tedavi edilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Garcia, 2007; Cevik, 2011).

Sonuç olarak, kardiyak kist hidatik, nadir görülmesine rağmen ciddi sağlık sonuçlarına yol açabilen bir hastalıktır. Erken tanı, cerrahi müdahale ve uygun medikal tedavi, bu hastalığın başarılı bir şekilde yönetilmesini sağlar. Endemik bölgelerde yaşayan bireyler ve bu bölgelerde çalışan sağlık personelleri için farkındalık ve eğitim programları, hastalığın kontrol altına alınması ve komplikasyonların azaltılması adına büyük önem taşır. Gelişmiş tanı yöntemleri ve tedavi stratejileri ile kardiyak kist hidatiğin komplikasyonlarının önlenmesi mümkün olmakla birlikte, uzun süreli takip gereksinimi, bu hastalığın yönetiminde en kritik unsurlardan biridir (Tetik, 2008; Turgut, 2019).

KAYNAKLAR

- Cevik, C., Izci, S., & Abul, K. (2011). Cardiac hydatid cysts: Surgical treatment and results. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 6, 154.
- Garcia, H. H., Moro, P. L., & Schantz, P. M. (2007). Zoonotic helminth infections of humans: Echinococcosis and cysticercosis. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 20(5), 489-494.
- Lewall, D. B. (1998). Hydatid disease: Biology, pathology, imaging and classification. *Clinical Radiology*, 53(9), 863-874.
- Tetik, Ö., et al. (2008). Cardiovascular echinococcosis: Diagnosis and treatment. *Journal of Cardiology*, 50(3), 239-244.
- Turgut, M. (2019). Hydatidosis of the central nervous system: Diagnosis and treatment. *World Neurosurgery*, 121, e775-e786.
- Yan, F., Huo, Q., Abudurehman, M., Qiao, J., Ma, S. F., & Wen, H. (2015). Surgical treatment and outcome of cardiac cystic echinococcosis. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 47(6), 1053–1058.

BÖLÜM 8

HAYVANLARDA ÜREME BİYOTEKNOLOJİSİNDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMI

Arş. Gör. Kemal BAĞCI¹

Öğr. Gör. Murat ÇALIŞ²

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ESER³

Arş. Gör. Dr. Aslıhan ÇAKIR CİHANGİROĞLU⁴

Arş. Gör. Abdurrahman ALAKUŞ

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14565365>

¹ Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama ABD, Siirt, Türkiye, kemal.bagci@siirt.edu.tr , ORCID ID 0000-0003-0535-4089

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Tasarım, Grafik Tasarımı, Bursa, Türkiye, muratcalis@uludag.edu.tr , ORCID ID 0009-0002-2652-223X

³Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama ABD, Siirt, Türkiye, ahmet.eser@siirt.edu.tr , ORCID ID 0000-0003-1326-2678

⁴Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama ABD, Siirt, Türkiye, acakir@siirt.edu.tr , ORCID ID 0000-0003-3365-8960

⁵Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama ABD, Siirt, Türkiye, abdurrahman.alakus@siirt.edu.tr , ORCID ID 0009-0007-6941-2926

GİRİŞ

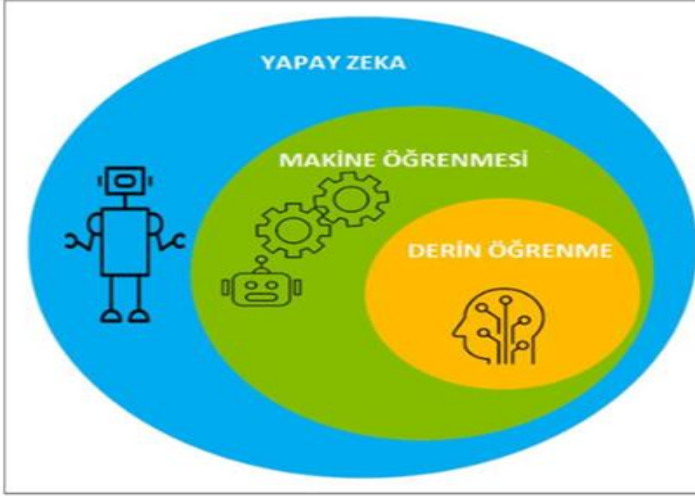
Hayvanlarda üreme biyoteknolojisi hayvan yetiştiriciliği alanında önemli gelişmeler sağlayan bir alandır. Bu alandaki çalışmaların etkin bir şekilde yürütülebilmesi için yapay zekâ teknolojisinin kullanımı oldukça önemlidir. Bu bölümde, hayvanlarda üreme biyoteknolojisi konusunda yapay zekâ kullanım alanları ile ilgili örneklerin sunulması, bu teknolojinin sağladığı faydalar ve potansiyel uygulama alanları hakkında bilgiler sunulmuştur. Hayvanların üreme süreçlerini daha etkin bir şekilde yönetme, genetik hastalıkları tespit etme ve kaliteli genetik materyal elde etme gibi birçok alanda fayda sağlamaktadır. Bu nedenle, yapay zekâ teknolojisinin hayvanlarda üreme biyoteknolojisi alanında kullanımının incelenmesi oldukça önemlidir. Yapay zekâ kullanımının hayvanlarda üreme biyoteknolojisi alanında sağladığı faydaların başında üreme performansının artırılması gelmektedir. Hayvanlarda üreme biyoteknolojisi alanında yapay zekâ teknolojisinin potansiyel uygulama alanları oldukça geniştir. Örneğin; embriyo transferi sürecinde yapay zekâ teknikleri kullanılarak kaliteli embriyoların seçilmesi ve transfer edilmesi mümkün olmaktadır. Yapay zekâ teknolojisi aynı zamanda östrus takibi ve doğum kontrolü gibi konularda da kullanılabilir. Bu teknolojinin detaylı bir şekilde incelenmesi ve potansiyel uygulama alanlarının belirlenmesi, hayvan yetiştiriciliği sektörünün daha verimli ve sürdürülebilir bir şekilde gelişmesini sağlayabilir (Tuvay ve Ermetin, 2023).

1. YAPAY ZEKÂ

Yapay zekâ, bir bilgisayarın ya da bilgisayar destekli bir makinenin, genellikle insana özgü nitelikler olan; çözüm yolu bulma, anlama, genelleme ve geçmişteki deneyimlerinden öğrenme gibi yüksek mantık gerektiren süreçlere ilişkin görevleri yerine getirmektedir (Nabiyev, 2012; Öztürk ve Şahin, 2018). Makineler tarafından sergilenen insan zekâsı olarak kabul edilmektedir (Jones ve ark., 2018). Yapay zekâ, derin öğrenme, yapay sinir ağları ve otomasyon teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, bu modern teknolojilerin geleneksel hayvancılıkta uygulanabilirliği son yıllarda çokça gündeme gelmeye başlamıştır. Bu teknolojilerin yaygınlaşması ile insana gereksinim büyük ölçüde azalacak, modern üretim verimliliği artacak ve ürün kalitesinin iyileştirilmesine de katkılar sunulacaktır (Neethirajan, 2021).

Yapay zekâ teknolojilerinin alt dalları olarak makine öğrenimi, derin öğrenme, yapay sinir ağları, bilgisayar görüntüsü, robotlar ve doğal dil işleme

şeklinde sıralanabilir (Şekil 1). Makine öğrenmesi, bilgisayar sistemlerinin belirli veri setleri üzerinden örüntüleri tanımlayabilmesini ve bu örüntüleri kullanarak gelecekteki kararları öngörebilmesini sağlayan bir yapay zekâ alt dalıdır. Derin öğrenme ise, yapay sinir ağları aracılığıyla çok karmaşık veri setlerinden otomatik olarak öğrenme yeteneğine sahip bir makine öğrenimi yöntemidir (Tuvay ve Ermetin, 2023).



Şekil 1. Yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme ilişkisi (Madan ve Madhavan, 2020).

1.1. Östrus (Kızgınlık) Tespiti Belirlemede Yapay Zekâ

Sürü içerisinde kızgınlık gösteren ineklerin sürekli olarak takip edilmesi zor bir süreçtir. Dolayısıyla kızgınlık belirtilerinin tespiti ile ilgili bilgileri sağlayabilen bir algoritmanın geliştirilmesi önemlidir. Hayvancılıkta, kızgınlık dönemini tespit etmek için hayvanlara pedometre benzeri cihazların takılması veya kızgınlık yamalarının kullanılması gibi çeşitli yöntemler mevcuttur. Ancak bu ticari giyilebilir cihazlar, hayvan başına bir cihaz ihtiyacı, ekonomik sıkıntılar, çevresel bağımlılık ve sınırlı kullanım süreleri gibi çeşitli kısıtlamalar oluşturmaktadır. Bu sebepten dolayı, bireysel olarak hayvanları tanıyan ve kızgınlık tespiti için derin öğrenmeye dayalı sistemlerin geliştirilmesi önerilmektedir. Çiftlik hayvanlarının izlenmesi, tanımlanması ve kızgınlık belirtilerinin tespiti entansif ve de ekstansif yetiştiricilik yapan çiftliklerde büyük bir öneme sahiptir. Hayvanların takibi ve hayvanlara ait sağlık göstergelerinin kontrol edilmesi erken hastalık teşhisi ve gerektiğinde zamanında tedaviyi kolaylaştırır. Hayvan tanımlama, doğru kayıt tutma ve

veri takibine olanak tanıyarak verimliliği artırır. Kızgınlık belirtileri doğru zamanda tespit edilerek üreme verimliliği artar ve genetik kaynakların daha etkin yönetilmesine olanak sağlanır. Bu nedenle, hayvan izleme ve yönetimi, çiftliklerde hem hayvan refahı hem de üretim verimliliğinde kritik bir rol oynamaktadır (Pandey ve ark., 2021). İneklerde östrus döneminin belirlenmesi çiftleşme veya suni tohumlama zamanının tespiti açısından önemlidir. İnekler östrus döneminde belirli hareketler ve davranışlar gösterirler (Roelofs ve ark., 2010, Remnant ve ark., 2018). Östrus belirtileri primer ve sekonder belirtiler olarak sınıflandırılmaktadır (Reith ve ark., 2018). Primer belirtiler arasında, kızgınlık döneminde ineklerin çiftleşmeye hazır olduğunu gösteren ve en belirgin davranış olan "başka bir ineğin kendi üzerine atlamasına izin verme" yer alır. Özellikle yüksek süt üretimine sahip ineklerde bu davranışın sıklığı ve süresi daha kısa olmaktadır. Sekonder belirtiler arasında ise atlama davranışı, hareketlerde artış, geniş getirme süresindeki değişiklikler, agonistik ve sosyal etkileşimler bulunmaktadır. Atlama davranışı, kızgınlığın primer belirtilerinden önce başlayan ve sonrasında da devam eden sekonder bir belirtidir. İneklerin çiftleşme döneminde sergiledikleri atlama veya atlamaya izin verme davranışları kızgınlık tespiti için güvenilir birer gösterge olarak kabul edilmektedir. Bu belirtiler, östrus dönemini doğru bir şekilde tespit etmek ve suni tohumlama için en uygun zamanı belirlemede önemlidir (Roelofs ve ark., 2010, Fricke ve ark., 2014).

Makine öğrenimi ve derin öğrenme teknikleri, östrus tespitini otomatikleştirmek için kullanılan son teknolojiler arasındadır. Bu teknikler, ineklerin video görüntülerine dayanarak aktivitelerine, davranışlarına ve/veya fizyolojik özelliklerine göre östrus dönemini tespit etmektedir. Bu teknoloji sayesinde çalışanların östrus tespiti için harcayacağı zaman azalır. Ayrıca insana bağlı yanlış tespit riskleri en aza inerek hayvansal verimliliğin artırılması mümkün kılınmaktadır (Fricke ve ark., 2014).

Artırılmış gerçeklik (augmented reality, AR) östrus dönemi tespitini ve ineklerin bireysel tanımlamasını sorunsuz bir şekilde entegre etmektedir. Sonrasında ilgi duyulan atlama bölgesi (mounting region of interest, ROI) fotoğraftan işaretlenerek dolgu ile kırılır ve kırılan ROI üzerinde YOLOv5 [popüler yolo (you only look once) nesne tespit modelinin bir evrimi olarak 2020 yılında tanıtılan bir evrişimli sinir ağı (convolutional neural network, CNN) mimarisidir.] kullanılarak inek kimliği tespiti gerçekleştirilmektedir (Redmon ve ark., 2016). Sistem daha sonra tanımlanan inek kimliklerini

kaydetmektedir. Atlama davranışını tespit etmede %99 hassasiyet, atlama için ROI tanımlamasında %98 doğruluk ve atlayan ineğin atlamasına izin veren çift ineği tespit etmede %94 doğruluk elde etmektedir. Bu çalışmanın başarısı, önerilen sistemin hayvancılık alanındaki AR ve yapay zekâ uygulamalarına katkıda bulunma potansiyelini vurgulamaktadır. Bu çalışma, ineklerin kızgınlık dönemlerini bulmada etkili bir yöntem sunarak, hayvancılık yönetimini geliştirmek için son teknoloji bir çözüm önermektedir (Arıkan ve ark., 2023) (Şekil 2).

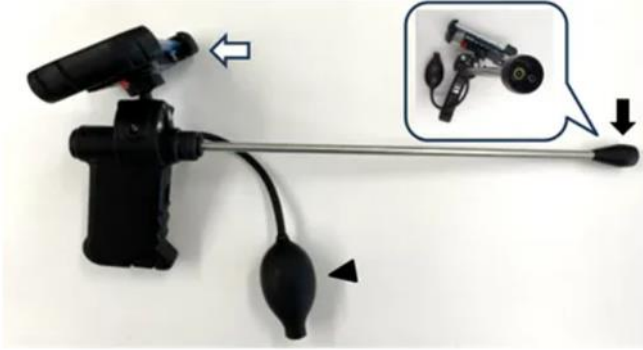


Şekil 2. YOLO model tahmin örnekleri, ilgi duyulan atlama bölgesi kareleri (mounting region of interest , ROI) (Arıkan ve ark., 2023).

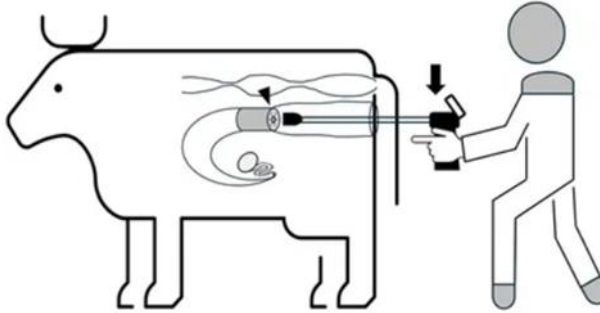
1.2. Gebelik Olasılığı Teşhis Modeli

İneklerde suni tohumlama için en uygun zamanlamayı tahmin etmek üzere yapay zekâ (artificial intelligence, AI) tabanlı gebelik olasılığı teşhis araçları geliştirilmiştir (Şekil 3, 4). Bu araçlar, yapay zekâ analizi yoluyla serviks girişinin görüntü verilerini analiz eder (Şekil 5). Analiz sonuçlarına göre tohumlama gerçekleştirildiğinde yüksek gebelik oranı elde etmeye olanak tanırlar (Sumiyoshi ve ark., 2014). İlk deneysel aşamada, suni tohumlama sırasında serviks girişini gösteren görüntüler kullanılarak yapay zekâ için veri oluşturulmuştur. Gebelik olasılığı teşhis modeli (pregnancy probability diagnostic model, PPDM) oluşturmak için videolardan statik görüntüler çıkarılmıştır (Tatemoto ve ark., 2019). Sonraki aşamada, PPDM'nin hassasiyetini artırmak için çokça veri eklenerek genişletilmiş bir görüntü

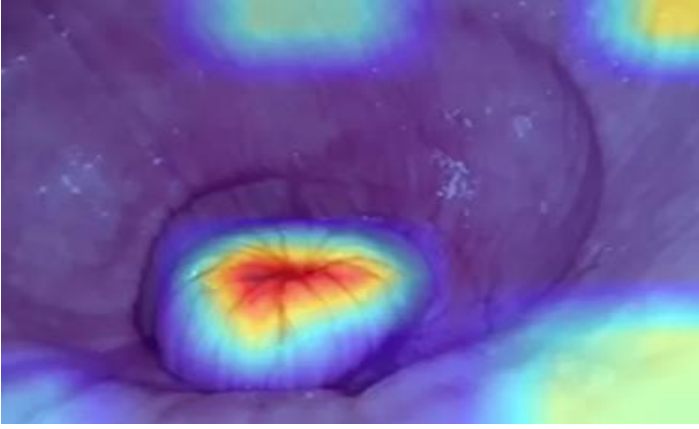
seti tanıtılmıştır. Ek olarak, uygun tohumlama zamanlamasının gerçek zamanlı değerlendirilmesi için bir web uygulaması geliştirilmiş ve pratik saha ortamlarındaki etkinliği değerlendirilmiştir. Sonuçlar, PPDM' nin %70 gibi yüksek bir gebelik oranının olduğunu göstermiştir (Nagahara, M. ve ark., 2024).



Şekil 3. Serviks giriş açıklığının görüntülerini yakalamak için kullanılan kamera cihazı (Nagahara ve ark., 2024).



Şekil 4. Operatör kameralı probu (ok) vulvadan sokar. Serviksin portio vaginalis (ok ucu) önüne yerleştirir ve görüntüleri yakalamak için kavrama üzerindeki düğmeye basar (Nagahara ve ark., 2024).



Şekil 5. Serviks giriş açıklığının ilgi noktaları. Kırmızı alan serviks giriş açıklığının merkezidir (Nagahara ve ark., 2024).

1.3. Embriyo Kalitesini Belirlemede Yapay Zekâ

Embriyo kalitesinin ortaya konulması konvansiyonel olarak stereo mikroskopların kullanılması ve morfolojik incelemelerin yapılması ile sağlanır. Embriyo kalitesi, gelişimi ve gebelik oluşturma potansiyelini etkileyen diğer değişkenlerin değerlendirilmesi alanında uzman kişilerin deneyimine bağlıdır (Lindner ve ark., 1983; Bó ve ark., 2013). Bu değerlendirme nesnel bir veri sağlamamakta ve subjektiftir. Dolayısıyla düşük tekrarlanabilirliğe sahiptir (Bényei ve ark., 2006). Gerçekten de, aynı embriyo farklı embriyologlar tarafından (değerlendiriciler arası hata), hatta aynı embriyolog tarafından (değerlendirici içi hata) özellikle kalite derecesinin sınırda olduğu durumlarda farklı kalite dereceleriyle sınıflandırılabilir (Farin ve ark., 1995).

Embriyo kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla alternatif çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir. Bunlar arasında insan embriyoları için yapay zeka kullanımıyla yarı otomatik görüntü segmentasyon süreci (Manna ve ark., 2013), sığır embriyolarının AI kullanılmadan otomatik segmentasyon prosedürü (Melo ve ark., 2014), bir destek vektör makinesi kullanılarak insan blastosistinin yarı otomatik derecelendirme yöntemi (Melo ve ark., 2014), embriyo metabolizma analizi, hücre solunum ölçümleri, zona pellucida çift kırılmasının kullanımı, mikroRNA profili belirleme, lojistik regresyona dayalı analiz ve zaman atlamalı video ile değerlendirme (Rocha ve ark., 2016) yer almaktadır. Ancak bu yöntemlerin hiçbiri tamamen etkili değildir. Öznel ve eski olmasına

rağmen görsel morfolojik analiz hala yaygın olarak kullanılmaktadır (Farin ve ark., 1995; Bó ve ark., 2013; Richardson ve ark., 2015).

Yapay sinir ağı (YSA), bir dizi biyolojik nöronun işleyişini simüle ederek sorunları çözen bir sistemdir. Özellikle, bu yapay zeka tekniği, birbirine bağlı değişkenler kullanarak doğrusal olmayan sorunları çözmek için uygundur (Haykin, 2001; Goethals ve ark., 2007; Krogh, 2008). Kullanımı, geleneksel hesaplama yöntemlerinin sınırlı olduğu görevlerde önerilir; yani veri sınıflandırması için büyük bir adaptasyon ve genelleme gücü gerektiğinde kullanılmaktadır (Jain ve ark., 1996). Bu nedenle, YSA denetlenen öğrenme yoluyla karmaşık bir sorunu açıklayabilen akıllı bir sistemdir. YSA' lar, görüntü işlemeyle ilgili sorunları çözmede halihazırda yaygın olarak kullanılmaktadır (De Ridder ve ark., 2003; Suzuki ve ark., 2006). Bu nedenle iki boyutlu görüntülerden blastosist morfolojik sınıflandırmasında potansiyel olarak uygundur (Matos ve ark., 2014). Algoritmalar ve yapay sinir ağları (YSA) kullanarak, standart yöntemlerden daha sağlam ve güvenilir olan yeni bir embriyo analizi yöntemi geliştirilmiştir.

YSA tekniğinin kullanıldığı bir çalışmada, in vitro üretilen sığır blastosistleri Uluslararası Embriyo Teknolojisi Topluluğu (IETS) standardına göre üç deneyimli embriyolog tarafından derece 1 (mükemmel veya iyi), 2 (orta) veya 3 (kötü) olarak sınıflandırılmıştır. Görüntüler (n = 482) otomatik özellik çıkarmaya tabi tutulmuş ve sonuçlar denetlenen bir öğrenme süreci için girdi olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yapay zeka tekniği, in vitro sığır blastosist kalitesini sınıflandırmada başarılı olmuştur (%76,4 doğruluk) (Rocaha ve ark., 2017).

KAYNAKLAR

- Arıkan, İ., Ayav, T., Seçkin, A. Ç., & Soygazi, F. (2023). Estrus detection and dairy cow identification with cascade deep learning for augmented reality-ready livestock farming. *Sensors*, 23(24), 9795.
- Bényei, B., Komlósi, I., Pécsi, A., Pollott, G., Marcos, C. H., de Oliveira Campos, A., & Lemes, M. P. (2006). The effect of internal and external factors on bovine embryo transfer results in a tropical environment. *Animal Reproduction Science*, 93(3-4), 268-279.
- Bó, G. A., & Mapletoft, R. J. (2018). Evaluation and classification of bovine embryos. *Animal Reproduction (AR)*, 10(3), 344-348.
- De Ridder, D., Duin, R. P., Egmont-Petersen, M., Van Vliet, L. J., & Verbeek, P. W. (2003). Nonlinear image processing using artificial neural networks. In *Advances in Imaging and Electron Physics* (Vol. 126, pp. 351-450).
- Farin, P. W., Britt, J. H., Shaw, D. W., & Slenning, B. D. (1995). Agreement among evaluators of bovine embryos produced in vivo or in vitro. *Theriogenology*, 44(3), 339-349.
- Fricke, P. M., Carvalho, P. D., Giordano, J. O., Valenza, A., Lopes, G., & Amundson, M. C. (2014). Expression and detection of estrus in dairy cows: the role of new technologies. *Animal*, 8(s1), 134-143.
- Goethals, P. L., Dedecker, A. P., Gabriels, W., Lek, S., & De Pauw, N. (2007). Applications of artificial neural networks predicting macroinvertebrates in freshwaters. *Aquatic Ecology*, 41, 491-508.
- Haykin, S. (2001). Redes neurais: princípios e prática. *Bookman Editora*.
- Jain, A. K., Mao, J., & Mohiuddin, K. M. (1996). Artificial neural networks: A tutorial. *Computer*, 29(3), 31-44.
- Jones, L. D., Golan, D., Hanna, S. A., & Ramachandran, M. (2018). Artificial intelligence, machine learning and the evolution of healthcare: A bright future or cause for concern?. *Bone & Joint Research*, 7(3), 223-225.
- Krogh, A. (2008). What are artificial neural networks?. *Nature biotechnology*, 26(2), 195-197.
- Lindner, G. & Wright, R. W. J. (1983). Bovine embryo morphology and evaluation. *Theriogenology*, 20, 407-416
- Madan, P., & Madhavan, S. (2020). An introduction to deep learning-*IBM Developer*.

- Manna, C., Nanni, L., Lumini, A., & Pappalardo, S. (2013). Artificial intelligence techniques for embryo and oocyte classification. *Reproductive Biomedicine Online*, 26(1), 42-49.
- Matos, F. D., Rocha, J. C., & Nogueira, M. F. G. (2014). A method using artificial neural networks to morphologically assess mouse blastocyst quality. *Journal of Animal Science and Technology*, 56, 1-10.
- Melo, D. H., Nascimento, M. Z. D., Oliveira, D. L., Neves, L. A., & Annes, K. (2014, March). Algorithms for automatic segmentation of bovine embryos produced in vitro. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 490, No. 1, p. 012125). IOP Publishing.
- Nabiyev VV. (2012). Yapay Zekâ: İnsan-bilgisayar etkileşimi. *Seçkin Yayıncılık*. ISBN: 9789750220340.
- Nagahara, M., Tatemoto, S., Ito, T., Fujimoto, O., Ono, T., Taniguchi, M., ... & Otoi, T. (2024). Designing a diagnostic method to predict the optimal artificial insemination timing in cows using artificial intelligence. *Frontiers in Animal Science*, 5, 1399434.
- Neethirajan S. (2021). Happy cow or thinking pig? WUR wolfFacial coding platform for measuring emotions in farm animals. *AI*, 2(3), 342–354.
- Pandey, S., Kalwa, U., Kong, T., Guo, B., Gauger, P. C., Peters, D. J., & Yoon, K. J. (2021). Behavioral monitoring tool for pig farmers: Ear tag sensors, machine intelligence, and technology adoption roadmap. *Animals*, 11(9), 2665.
- Redmon, J. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*.
- Reith, S., & Hoy, S. (2018). Behavioral signs of estrus and the potential of fully automated systems for detection of estrus in dairy cattle. *Animal*, 12(2), 398-407.
- Remnant, J. G., Green, M. J., Huxley, J. N., & Hudson, C. D. (2018). Associations between dairy cow inter-service interval and probability of conception. *Theriogenology*, 114, 324-329.
- Richardson, A., Brearley, S., Ahitan, S., Chamberlain, S., Davey, T., Zujovic, L., ... & Raine-Fenning, N. (2015). A clinically useful simplified blastocyst grading system. *Reproductive Biomedicine Online*, 31(4), 523-530.
- Rocha, J. C., Passalia, F., Matos, F. D., Maserati Jr, M. P., Alves, M. F., De Almeida, T. G., ... & Nogueira, M. F. (2016). Methods for assessing the

- quality of mammalian embryos: How far we are from the gold standard?. *JBRA Assisted Reproduction*, 20(3), 150.
- Rocha, J. C., Passalia, F. J., Matos, F. D., Takahashi, M. B., Ciniciato, D. D. S., Maserati, M. P., ... & Nogueira, M. F. G. (2017). A method based on artificial intelligence to fully automatize the evaluation of bovine blastocyst images. *Scientific reports*, 7(1), 7659.
- Roelofs, J., Lopez-Gatius, F., Hunter, R. H. F., Van Eerdenburg, F. J. C. M., & Hanzen, C. H. (2010). When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. *Theriogenology*, 74(3), 327-344.
- Sumiyoshi T., Tanaka T., Kamomae H. (2014). Relationships between the appearances and changes of estrous signs and the estradiol-17 β peak, luteinizing hormone surge and ovulation during the periovulatory period in lactating dairy cows kept in tie-stalls. *Journal of Reproduction and Development*, 60 (2), 106–114. doi: 10.1262/jrd.2013-119
- Suzuki, K., Abe, H., MacMahon, H., & Doi, K. (2006). Image-processing technique for suppressing ribs in chest radiographs by means of massive training artificial neural network (MTANN). *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 25(4), 406-416.
- Öztürk K, Şahin ME. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2), 25-36.
- Tatemoto S., Harada Y., Imai K. (2019). Image-based determination of plum “tsuyuakane” ripeness via deep learning. *Agricultural and Biological Research*, 28 (3), 108–114. doi: 10.3173/air.28.108
- Tuvay, N. H., & Ermetin, O. (2023). Yapay Zeka Teknolojilerinin Hayvancılıkta Kullanımı. *Hayvansal Üretim*, 64(1), 48-58.

BÖLÜM 9

VETERİNER ANATOMİ'DE KULLANILAN MORFOMETRİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Arş. Gör. Muhammed Zahid ATLI¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14565381>

¹Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı, Siirt, Türkiye, mzahid.atli@siirt.edu.tr, Orcid ID: 0009-0007-3139-1453

GİRİŞ

Morfometri terimi, Antik Yunanca “morphe” (şekil, biçim) ve “metria” (ölçüm) kelimelerinin birleşiminden türetilmiştir (Mitteroecker ve Gunz, 2009). Bu bilim dalı, materyaller üzerinde çeşitli araçlar kullanılarak uzunluk, açı gibi parametrelerin ölçülmesini ve bu ölçümlerin istatistiksel analizlerini içermektedir. Şekil ve yapı üzerine odaklanan araştırmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Teknolojik gelişmelerin etkisiyle morfometrik ölçüm yöntemleri de önemli ölçüde evrilmiştir. Geleneksel veya klasik morfometri olarak adlandırılan bu yöntemler, anatomik noktalar, açılar ve oranlar kullanılarak yapıların genişlik, uzunluk ve derinlik gibi parametrelerinin ölçülmesini ve istatistiksel yöntemlerle analiz edilmesini kapsamaktadır. Ancak, geleneksel yöntemler genel formun tam anlamıyla tespit edilmesine veya analizde etkin bir şekilde kullanılmasına olanak tanımamaktadır. (Rohlf ve Marcus, 1993). Bu yöntemle incelenen materyaller genellikle geometrik şekillerle ilişkilendirilerek tanımlanmaktadır. Örneğin, eliptik ya da dairesel şekillerle benzetim yapılabilir. Ancak, şeklin karmaşık olduğu durumlarda bu yöntem, nesne ile eşleştirilen geometrik şeklin tam uyum sağlamamasından dolayı yetersiz kalabilir ve güvenilir sonuçlar elde edilemez. Şeklin tanımlanmasında karşılaşılan bu sınırlamalar, yeni bir yaklaşımın gelişmesine zemin hazırlamıştır. Morfometri, yalnızca bir yüzyıl içinde hızla gelişerek tek değişkenli analizlerden iki ve çok değişkenli analizlere evrilmiş ve geometrik morfometri adıyla yeni bir disiplin haline gelmiştir. Geometrik morfometrik analiz, doğrusal analizlere kıyasla daha fazla bilgi sunar ve bu avantajı şeklin geometrik özelliklerini bütünsel olarak koruyarak sağlamaktadır. (Mitteroecker ve Gunz, 2009).

Morfometri yönteminin en yaygın kullanıldığı alanlardan biri veterinerlik anatomisidir. Anatomik çalışmalar, klinik ve cerrahi uygulamaların temelini oluşturur (Özdemir ve Can, 2023). Bu yöntemle gerçekleştirilen anatomik ölçümler, tür içi ve türler arası karşılaştırmalar yapmak, cinsiyet tayini, taksonomik ayrımlar belirlemek ve türlere özgü şekil farklılıklarını tespit etmek için kullanılmaktadır (Şekil 1) (Bayram, 2022). Son yıllarda zooarkeolojik kazılardan çıkarılan kemik kalıntılarının tayin edilmesinde morfometrik ölçüm sonuçları önemli bir yer tutmaktadır (Başoğlu ve Kahya, 2016). Yapılan çalışmalarda sert ve yumuşak dokularda morfometri kullanılmaktadır (Owen ve ark., 2014).

Morfometrik ölçümler şeklin konu edildiği birçok alanda kullanılmaktadır. Veteriner anatomide de birçok konuda morfometrik ölçümlerden faydalanılmaktadır. Hayvan sağlığının izlenmesi, genetik araştırmalar, hayvan yetiştiriciliği, türler arası karşılaştırmalar ve ekolojik çalışmalar bu alanlardan bazılarıdır. Bu tür bilime katkı sağlayacak araştırmalarda kullanılması ölçüm çeşitlerinin güvenilirliği ve karşılaştırılması açısından da önem taşımaktadır (Kafa ve Arı, 2004). Ölçüm çeşitlerinin güvenilirliği geçmişten bu zamana kadar ilerleyen süreçte ampirik de denilen manuel el ile ölçümlerden, ultrason gibi görüntülü tanı yöntemlerinden elde edilen verilerle geometrik morfometri ölçümlerine kadar gelmiştir. Veteriner hekimliğin yanı sıra birçok sağlık bilimi alanında da bilimsel çalışmaların yapıtaşı olarak görülmektedir (Mitteroecker ve Gunz, 2009).

1. MORFOMETRİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ VE ARAÇLARI

1.1. Doğrudan Ölçüm

Doğrudan ölçüm yöntemleri genellikle manuel olarak bilinen fiziksel ölçümlerdir. Bu ölçümler mezura veya caliper kullanılarak yapılır (Faruk ve ark., 2019).

1.2. Cetvel ve Mezura

Genellikle vücut uzunluğu, cidago yüksekliği, göğüs çevresi gibi uzunluklar ölçülür. Hassas ölçümlere uygun değildir ancak kolay taşınabilir ve ekonomik açıdan avantajlı olduğu için tercih edilir (Faruk ve ark., 2019).

1.3. Caliper

Bir nesnenin veya deliğin boyutlarını ölçmek için kullanılan bir araçtır; yani, bir nesnenin veya deliğin uzunluğu, genişliği, kalınlığı, çapı veya derinliği. Caliper kelimesi, hassas pense anlamına gelen Latince köklerden gelir (Kafa ve Arı, 2004).

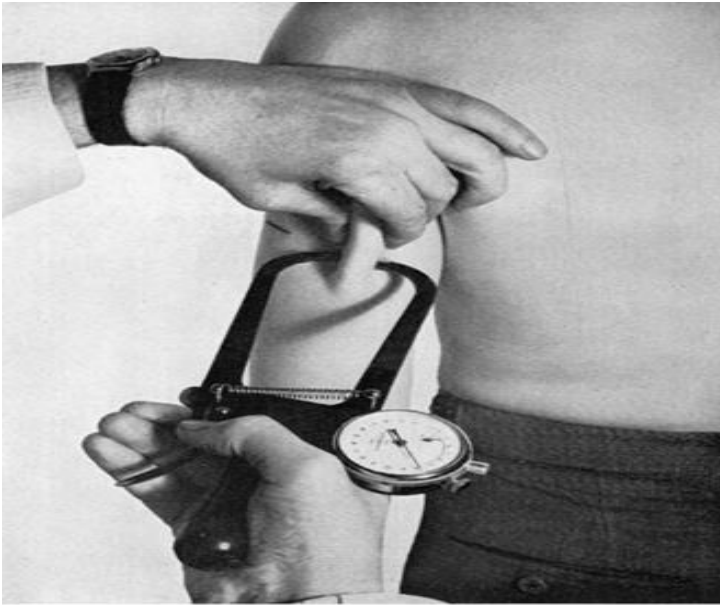
Caliper, bir ölçü aleti olarak kullanılan ve iki nokta arasındaki mesafeyi hassas bir şekilde ölçmek için tasarlanmış bir alettir. Ayrıca iç ve dış çapların, derinliklerin ve adımların ölçülmesi için kullanılabilir. Kullanımı basittir; ölçülmek istenen nesne iki çene arasına yerleştirilir ve çeneler nesneye tam oturacak şekilde sıkıştırılır. Daha sonra, ölçüm cihazında elde edilen sonuç okunur. Bu alet, yüksek hassasiyet ve doğruluk gerektiren ölçümler için

idealdir (Kamburoğlu ve ark., 2009). Genellikle mühendislik, metal işleme, marangozluk ve bilimsel araştırmalar gibi alanlarda kullanılır.

Dijital caliper, ölçülen mesafeyi dijital bir ekran üzerinde gösterir (Şekil 1), bu da kullanıcının ölçüm sonuçlarını hızlı ve doğru bir şekilde okumasını sağlar. Kadranlı caliper (Şekil 2) ise, ölçülen değeri bir kadran üzerinde gösterir ve genellikle daha hassas ölçümler için tercih edilir. Kumpaslı caliper ise, manuel olarak okunur ve genellikle daha basit uygulamalarda kullanılır (Kamburoğlu ve ark., 2009).



Şekil 1. Claviculanın kumpas ile ölçümü (Ekinci ve ark., 2021).



Şekil 2. Caliper yardımıyla deri kalınlığı ölçümü (Edwards ve ark., 1955).

1.4. Fotoğrafik ve Dijital Analiz

Fotoğrafik ve dijital analiz yöntemleri hayvanları strese sokmadan ölçümler yapmayı sağlar. Bu yöntemler, hayvanların doğal pozisyonlarında ve hareket halindeyken ölçüm yapılmalarını mümkün kılar (Rohlf ve Marcus, 1993). Fotoğraflama sonucunda görüntüler belirli programlara aktarılarak (Image J, tpsDig, morphoJ) morfometrik ölçümler dijital ortamlarda da gerçekleştirilebilmektedir (İşbilir ve ark., 2024a; Perez ve ark., 2006).

1.5. Fotoğraf ve Video

Fotoğraf ve video yöntemleri, hayvanın farklı açılardan fotoğraflarının çekilmesi ve bu fotoğrafların bilgisayar yazılımları ile analiz edilmesi esasına dayanır. Bu yöntem, özellikle hareketli hayvanlar için uygundur. Fotoğraf ve video analizleri, vücut oranlarının belirlenmesi, hareket analizleri ve büyüme takibi gibi birçok uygulama için kullanılabilir (Hampson ve ark., 2010). Atlarda yapılan çalışmada, koşu sırasında video kayıtları alınmış ve bilgisayar yazılımları ile analiz edilerek, atın adım uzunluğu, adım frekansı ve bacak hareketlerinin simetrisi gibi bilgiler elde edilmiştir (Hampson ve ark., 2010).

1.6. Radyografi

Radyografi, morfometrik çalışmalarda en yaygın kullanılan ve güvenilir sonuçlar sunan görüntüleme tekniklerinden biridir. Bu yöntem, özellikle kemik ve yumuşak doku yapılarını ayrıntılı bir şekilde analiz etmek için tercih edilmektedir. Radyografik görüntüleme, iskelet sistemi başta olmak üzere birçok anatomik yapının boyutlarının, şekillerinin ve karşılıklı ilişkilerinin yüksek hassasiyetle ölçülmesine olanak tanır. Ayrıca, radyografiden elde edilen veriler, morfometrik analizlerin doğruluğunu artırarak bilimsel çalışmaların daha güvenilir sonuçlar üretmesine katkı sağlar (Van der Stelt, 2008). Özellikle zooarkeoloji, anatomi, adli tıp ve veteriner hekimlik gibi farklı disiplinlerde bu yöntem, hem geleneksel diseksiyon çalışmalarına destek olmakta hem de biyometrik ölçümler için vazgeçilmez bir araç olarak öne çıkmaktadır (Başoğlu ve Kahya, 2016).

Bu teknik, anatomik varyasyonları ortaya koymada, türler ve cinsiyetler arasındaki farkları değerlendirmede, ayrıca patolojik durumların tespitinde sıklıkla kullanılmaktadır. Radyografik analizlerin bilimsel çalışmalarda geniş çapta uygulanabilir olması, metodolojiyi hem güvenilir hem de pratik hale getirmektedir (Guglielmi, 2008).

Yapılan çalışmalarda, lateral kraniyofasiyal radyografiler kullanılarak ikinci servikal vertebraya ait on farklı parametre ölçülmüş ve bu ölçümlerin cinsiyetler arasındaki farklılıkları detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir (Doğru ve ark., 2022). Benzer şekilde, başka bir çalışmada, farklı dönemlere ait femur kemiklerinin radyografik görüntüleri kullanılarak manuel (el ile) ve bilgisayar destekli dijital ölçüm yöntemleri karşılaştırılmıştır (Yavuz, 2010).

1.7. Ultrason

Teknoloji ilerledikçe, beşeri ve veteriner hekimlik sahasında teşhis amaçlı kullanılan görüntüleme teknikler de önemli ölçüde gelişti. Bu ilerlemeler daha güvenli teşhis ve tedaviye olanak sağlamaktadır. Bu teknolojilerin en önemlilerinden biri de ultrasondur (Gökhan, 2017). Ultrason taramalarının en önemli avantajlarından biri, hayvan ve veteriner hekim üzerinde zararlı radyasyon etkileri olan röntgen muayenelerine kıyasla özel güvenlik önlemlerine gerek duyulmadan güvenli bir şekilde tekrarlanabilir olmasıdır. Prob, içindeki kristallerin düzenine ve şekline göre sınıflandırılabilir. Probun şekli amacına bağlı olarak değişir (Şekil 3). Kristaller dizilişlerine göre doğrusal, kavisli ve faz şekilli olarak sınıflandırılır. Klinik uygulama alanlarına göre lineer, konveks ve sektör şeklinde adlandırılır. (Güven, 2024). Ultrason, yüksek frekanslı ses dalgalarının dokudan yansıtılarak görüntü elde edilen tıbbi görüntüleme tekniğidir insanların duyabileceği sestten daha yüksek frekansa sahip (saniyede yaklaşık 20.000 vuruş) ses dalgalarıyla karakterize edilir (Gökhan, 2017). 2024 yılında yapılan bir yüksek lisans tezinde (Güven, 2024) ovaryumların ultrason ve kumpas ile ölçümleri karşılaştırılmıştır.



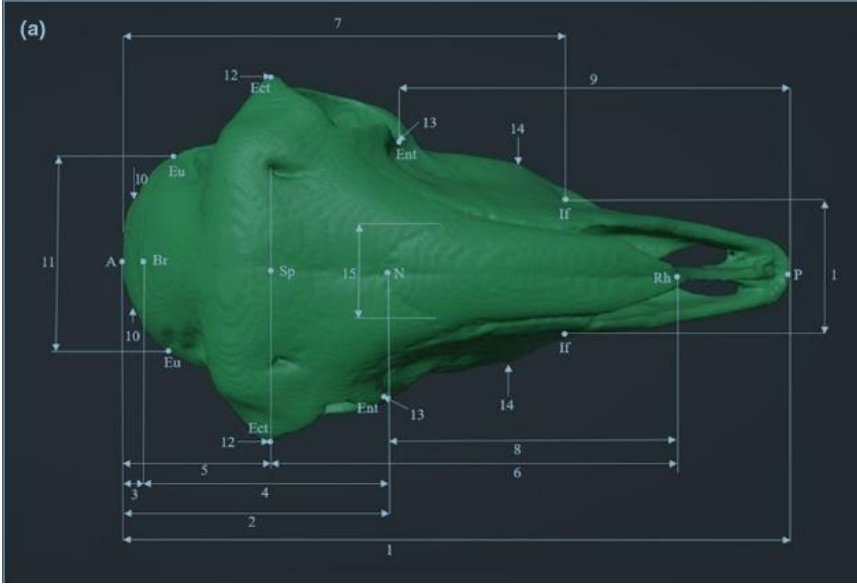
Şekil 3. Ultrason problemlerinin sınıflandırılması (A) Lineer prob (B) Konveks prob (C) Sektör prob (Güven, 2024).

1.8. TARAMA YÖNTEMLERİ İLE ELDE EDİLEN GÖRÜNTÜLERDEN YAPILAN ÖLÇÜMLER

Son yıllarda gelişen teknolojiyle birlikte, anatomik araştırmalarda uzun yıllardır kullanılan diseksiyon yönteminin yerini, bilgisayar teknolojisinin sağladığı olanaklarla oluşturulan üç boyutlu (3B) rekonstrüksiyon çalışmalarına bırakmaya başladığı görülmektedir. Rönesans döneminden itibaren anatomik incelemelerde yaygın olarak tercih edilen diseksiyon yöntemi, anatomik yapıların üç boyutlu analizine olanak sağlasa da (Pereira ve ark., 2003), birçok hayvanın yaşamını yitirmesine neden olması, kadavra saklamada kullanılan formaldehitin toksik etkileri ve bazı küçük anatomik yapıların yeterince detaylı incelenememesi gibi nedenlerle (Balcombe, 2000), araştırmacılar 3B modellemeye yönelmiştir.

Ayrıca, üç boyutlu modellerin hayvanların zarar görmemesi, etik kaygıları azaltması ve öğrenciler açısından daha etkili ve keyifli bir öğretim materyali olması açısından büyük önem taşıdığı belirtilmiştir (Balcombe, 2001). Özellikle genel anestezi altında hayvanlardan alınan BT ve MRI görüntüleriyle elde edilen üç boyutlu modeller, hayvanların uyandıktan sonra yaşamlarına devam edebilmesi açısından etik bir yaklaşım sunmaktadır. BT görüntüleri kullanılarak oluşturulan 3B modeller, anatomik yapıların istenilen yönlerden incelenmesine olanak tanıyarak daha detaylı ve doğru bir anatomik anlayış sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, bilgisayar teknolojisi ile yapılan anatomik çalışmalarda elde edilen biyometrik ölçümlerin doğruluğu da kanıtlanmıştır (Kim ve ark., 2002).

3B tarama ve modelleme, daha ileri teknolojiler kullanılarak hayvanın 3B modellerinin oluşturulması ve analiz edilmesi esasına dayanır. Bu yöntem, yüksek hassasiyet gerektiren durumlar için idealdir. 3B tarama cihazları, hayvanın tüm vücut yapısını detaylı bir şekilde tarayarak, dijital bir model oluşturur (Sarıtaş, 2015). 3B modellerin oluşturulmasında farklı tarama yöntemleri (Manyetik rezonans görüntüleme, fotogrametri, bilgisayarlı tomografi) ile oluşturulan görüntüler kullanılmaktadır.



Şekil 4. 3D Slicer programıyla yapılmış bir kafatası ölçümü örneği (Dayan ve ark., 2023).

Fotogrametri, birkaç amaca hizmet eden 3 boyutlu dijital görüntülerin oluşturulma yöntemi olarak bilinir. Anatomi eğitimi alanında güncel olarak çok sık kullanılan yöntemlerden birisidir. Fotogrametri, çeşitli açılardan birkaç fotoğraf çekmek suretiyle görüntüleri kullanarak 3 boyutlu sanal modeller oluşturmayı içerir. Fotoğrafların kaliteli olması oluşturulacak modellerin de kalitesi için önem taşımaktadır. Bu fotoğraflar tablet, telefon gibi kolay erişilebilecek cihazlardan da çekilebilir. Belirli yazılımlar aracılığıyla incelenecek nesnenin birden fazla görünümlü 3 boyutlu yapılandırılması için kullanılır. Çeşitli fotogrametri yazılım uygulamaları mevcuttur (Chytas ve ark., 2024).

Modern anatomi eğitiminde özellikle kadavra bulunamadığı durumlarda doğru bir şekilde ders öğretimi için 3 boyutlu modeller kullanılmaktadır (Burk ve Johnson, 2019). Son yıllarda fotogrametri ile elde edilen görüntülerden yapılan morfometri çalışmaları mevcuttur (Özkadif, 2015; Kurt ve ark., 2023; Özkadif, 2016).

1.9. MRI

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI) kullanılarak yapılan morfometrik çalışmalar, modern tıp ve bilimsel araştırmalarda oldukça geniş

bir uygulama alanına sahiptir. Bu çalışmalar, beyin başta olmak üzere vücudun farklı anatomik yapılarını detaylı bir şekilde inceleyerek, hacimsel ve şekilsel özelliklerin analiz edilmesine olanak tanır. MRI'nin sunduğu yüksek çözünürlük ve non-invaziv görüntüleme özelliği, bu yöntemi morfometrik araştırmalarda vazgeçilmez bir araç haline getirmiştir (Kennedy ve ark., 2002).

Özellikle, nörolojik ve psikiyatrik hastalıkların tanı ve tedavisinde, belirli beyin bölgelerindeki morfolojik değişikliklerin belirlenmesi büyük önem taşır. MRI yardımıyla yapılan hacimsel analizler, beynin ventriküllerinin genişliğinden, kortikal kalınlık ölçümlerine kadar çeşitli parametreleri değerlendirebilir. Bunun yanında, MRI'nin şekilsel analizi, beynin spesifik bölgelerindeki yapısal farklılıkları ortaya koyarak, hastalıkların mekanizmalarını anlamada derinlemesine bilgiler sunar (Wonderlick ve ark., 2009).

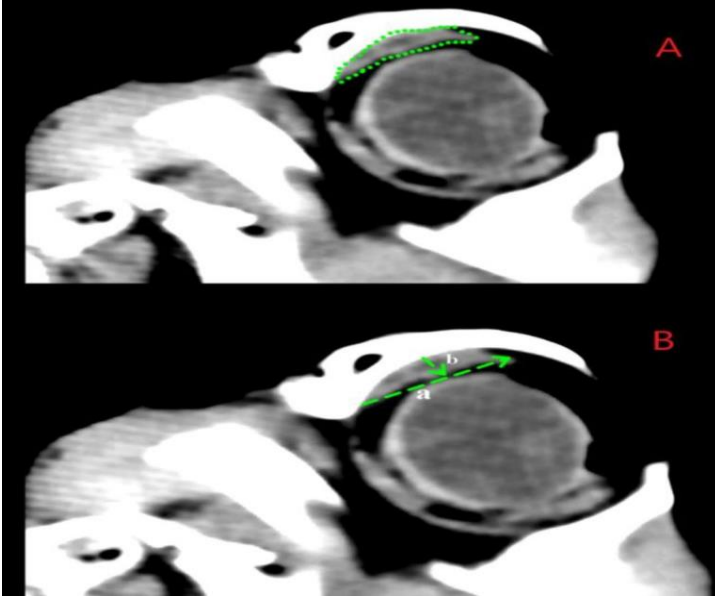
Bir çalışmada Alzheimer tanısı konulan hastaların beyin MRI bulguları morfometrik olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, Alzheimer'lı hastalarda belirli beyin yapılarında anlamlı morfometrik değişiklikler olduğunu göstermiştir (Onur, 2002). Corpus callosum ve beyin hemisferlerinin MRI ile morfometrik değerlendirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, corpus callosum'un farklı bölgelerinde cinsiyet ve el-ayak tercihlerine bağlı olarak anlamlı morfometrik farklılıklar olduğunu göstermiştir (Kocabıyık ve ark., 2010).

Bilgisayarlı Tomografi (BT), cismin farklı açılardan alınan izdüşüm verilerinden kesit görüntüleri oluşturulmasına dayanır. Son yıllarda veteriner anatomide ölçüm amacıyla kullanılan önemli araçlardan biri haline gelmiştir. İlk olarak 1972 yılında beynin görüntülenmesi için klinik uygulamalarda kullanılan BT, günümüzde çeşitli vücut bölgelerinin radyografik incelemelerinde yaygın olarak kullanılan bir diagnostik yöntemdir. İlk jenerasyon cihazlarda tarama süreleri 4-5 dakika iken, günümüzde submilimetrik izotropik çözünürlükle 50 milisaniyenin altında aktif ışınlama süreleriyle görüntüler elde edilebilmektedir. Ayrıca, modern medikal BT sistemleri, tüp ve dedektör yapıları, gantri iç donanımı, masanın hareket yeteneği ile interpolasyon ve rekonstrüksiyon algoritmaları açısından ileri teknoloji özellikleri sunmaktadır. (Kayıpmaz ve Sezgin, 2016). Veteriner anatomi alanında yapılan çalışmalarda sert ve yumuşak dokular BT

görüntüleri üzerinden morfometrik olarak değerlendirilmektedir (Şekil 4, 5) (İşbilir ve Güzel, 2023).

3B modelleme için kullanılan programlara şunlar örnek verilebilir;

1. 3D Slicer, tıbbi görüntüleme verilerini işlemek ve 3B modeller oluşturmak için kullanılan açık kaynaklı, çok yönlü bir yazılımdır. Özellikle bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRI) verilerinin 3 boyutlu modellere dönüştürülmesinde oldukça etkilidir. Segmentasyon, hacim ölçümleri ve detaylı analizler gibi özellikleri sayesinde, hem araştırma hem de klinik uygulamalarda yaygın olarak tercih edilmektedir (Pieper, 2004).
2. Mimics, tıbbi görüntüleme verilerini işleyerek yüksek kaliteli üç boyutlu (3B) modeller oluşturmak için geliştirilmiş profesyonel bir yazılımdır. Bu yazılım, özellikle bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRI) gibi medikal veri kaynaklarından elde edilen dijital görüntüleri detaylı bir şekilde analiz ederek 3B modelleme için optimize eder (Chen ve ark., 2017).
3. Amira, özellikle kompleks anatomik yapıların detaylı bir şekilde incelenmesine olanak tanır. Yazılım, kemik, doku ve organların görselleştirilmesi ve modellenmesi için güçlü araçlar sunar. Örneğin, hayvanların eklem yapılarının, iç organlarının veya sinir sistemlerinin 3B analizini yapmak için kullanılabilir. Bu özellikler, özellikle eğitim, cerrahi planlama ve patolojik analizlerde büyük bir avantaj sağlar (Tanaka ve ark., 2022)
4. InVesalius, hayvanların anatomik yapılarını modellemek ve analiz etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Yazılım, hayvanların kemik, yumuşak doku ve organlarının detaylı bir şekilde modellenmesini sağlar. Bu modeller, veteriner hekimlere cerrahi planlama süreçlerinde rehberlik ederken, eğitim materyalleri oluşturmak ve patolojik durumları değerlendirmek için de kullanılabilir (Souza ve ark., 2018).



Şekil 5. Bilgisayarlı tomografi ile ölçümü yapılan gözyaşı bezleri (İşbilir ve Güzel, 2023).

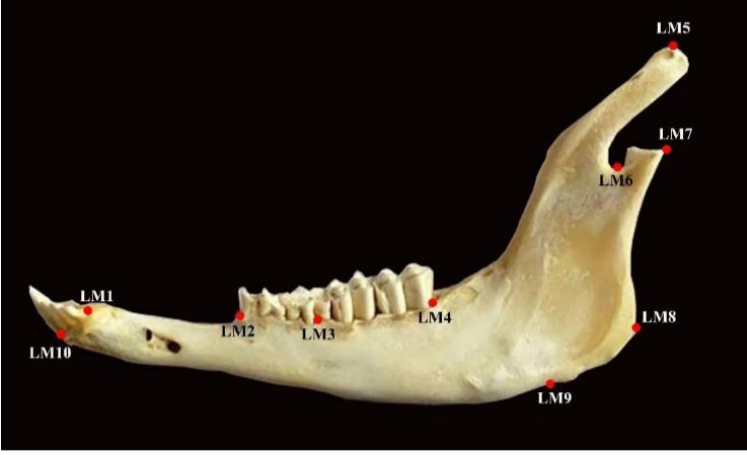
1.10. GEOMETRİK MORFOMETRİ

Geometrik morfometri, biyolojik yapıların şekil analizini gerçekleştiren bir yöntemdir ve genellikle bu şekilleri tanımlamak ve ölçmek için koordinat tabanlı veriler kullanılır. Bu analiz, bir organizmanın veya bir organın şekil değişikliklerini incelemek, farklı türler arasındaki morfolojik farklılıkları belirlemek ya da evrimsel değişimleri izlemek için kullanılır(Slice, 2007). Son gelişmeler, ölçümlerde kullanılan anatomik noktalardan kartezyen koordinat sistemine dayalı noktalara geçişi sağlamıştır. Geometrik morfometri, dolaylı yöntemler kullanarak veri elde etmeyi amaçlar. Bu yöntemde, iki boyutlu görüntüler fotoğraflama, röntgen ve tarama gibi tekniklerle; üç boyutlu görüntüler ise lazer tarayıcılar, fotogrametri ve bilgisayarlı tomografi gibi dijitalleştirme araçlarıyla elde edilir (Özkoçak ve Alkaya, 2017). Geometrik morfometrik çalışmaların temelini, şekli anlamlı bir şekilde tanımlayan ve biyolojik anlam taşıyan referans noktalarından oluşan landmarklar oluşturmaktadır. Bu landmarklar, şeklin detaylı analizini ve biyolojik yapıların tanımlanmasını mümkün kılar. (Caymaz, 2022).

Geometrik morfometri ölçümleri genellikle şu araçlar ve yöntemlerle gerçekleştirilir:

1. **Landmarklar:** Belirli anatomik noktaların (landmark) koordinatları, şeklin tanımlanması için kullanılır. Bu noktalar, genellikle dijital görüntüleme teknikleri (örneğin, mikroskoplar veya fotoğraflar) kullanılarak belirlenir (Şekil 6).
2. **Dijital Görüntüleme:** 2B veya 3B görüntüleme cihazları (örneğin, CT tarayıcılar, MRI, dijital kameralar) ile elde edilen görüntüler üzerinde landmarklar işaretlenir. 3B morfometri için genellikle 3B tarayıcılar veya fotogrametri kullanılır.
3. **Analiz Yazılımları:** Landmark koordinatları toplandıktan sonra, bu veriler çeşitli geometrik morfometri yazılımları (örn. MorphoJ, tpsDig, Geomorph) kullanılarak analiz edilir. Bu yazılımlar, şekil analizini gerçekleştirmek için Prokrustes süperpozisyonu, ana bileşenler analizi (PCA) ve deformasyon gridleri gibi yöntemler kullanır.
4. **Prokrustes Süperpozisyonu:** Bu teknik, farklı örneklerin şekillerini karşılaştırmak için kullanılır. Landmark noktaları, ortalama bir şekle göre hizalanır, ölçeklendirilir ve döndürülür. Bu sayede, yalnızca şekil farklılıkları incelenir.
5. **Thin-Plate Spline (TPS):** TPS analizi, şekil deformasyonlarını görselleştirmek için kullanılan bir tekniktir. Bu yöntem, şekil farklılıklarını incelemek için bir referans şekilden diğerine geçişi modellemek üzere bir deformasyon gridini kullanır (Mitteroecker ve Gunz, 2009).

Geometrik morfometri, biyolojik şekil analizinde yüksek doğruluk ve detay sağladığı için evrimsel biyoloji, paleontoloji, antropoloji ve ekoloji gibi alanlarda yaygın olarak kullanılır (Caymaz, 2022).



Şekil 6. Koyun mandibulası landmark örnekleri (Demiraslan ve ark., 2024)

1.11. STEOROLOJİ

Stereoloji terimi Yunancada stereos olarak bilinen kelimedenden türemiştir. Bu kelime üç boyutlu cisim 3 boyutluluk anlamına gelmektedir. Üç boyutlu örneklerin iki boyutlu kesitlerinden elde edilen verilerle üç boyutlu özellikleri hakkında yorum yapmayı sağlayan bir bilim dalıdır. Aynı zamanda, bir nesnenin geometrik ve istatistiksel yapısı hakkında nicel bilgi elde etmek için kesitleri kullanan bir yöntem olarak tanımlanabilir (Mayhew ve Gundersen, 1996). Stereoloji, model temelli ve tasarım temelli olmak üzere iki ana yaklaşımla incelenir.

Model temelli stereolojide, incelenen nesnelerin geometrik yapılarıyla ilgili belirli varsayımlar yapılır (örneğin, bir organ içindeki tüm hücrelerin küresel olduğu ya da çap ve hacim arasında belirli bir ilişkinin bulunduğu gibi). Bu yaklaşım, nesnelerin matematiksel modelleri üzerinden ölçüm yapmayı mümkün kılar.

Tasarım temelli stereolojide ise hesaplanmak istenen yapılar hakkında herhangi bir ön kabul yapılmaz. Bu yaklaşım, çalışmanın tasarımına dayalı olarak verilerin doğrudan elde edilmesini sağlar (Akalan ve Çevik Demirkan, 2013).

Bozdoğan'da bursa fabricius'un stereolojik yöntemlerle hacminin hesaplanması (Türkmenoğlu ve ark., 2019) tavşan beyincığının mikroskopik hacminin hesaplanması (Karabekir ve ark., 2013) ve şizofreni'de talamus'un hacim tahmini (Özbulut, 2015) çalışmaları stereolojik metodun kullanıldığı

çalışmalara örnektir. Stereolojik ölçümler için farklı yöntemler mevcuttur. Bunlar; cavalier yöntemi, Arşimet yöntemi, disektör yöntemi, planimetrik yöntemler, sistematik rastgele örnekleme, fractionator yöntemi, optik disektör yöntemidir (Akalan ve Çevik Demirkan, 2013). Sıklıkla kullanılan, cavalier yöntemi şu şekilde açıklanabilir; stereolojide kullanılan temel yöntemlerden biridir ve 3B bir nesnenin hacmini, rastgele bir doğrultuda alınan kesitlerin yüzey alanlarının toplamı üzerinden tahmin etmeyi sağlar. Bu yöntem, nesnenin geometriye dayalı hacim hesaplamalarını basitleştiren ve stereolojik analizlerde sıklıkla kullanılan bir ilkedir. Örneğin, bir karaciğerin hacmini ölçmek için MRI görüntülerinden belirli aralıklarla alınan kesitlerin yüzey alanları hesaplanır ve bu alanlar, kesit aralığıyla çarpılarak toplam hacim tahmini yapılır (Açar Güdek, 2020).

1.12. TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU (SEM)

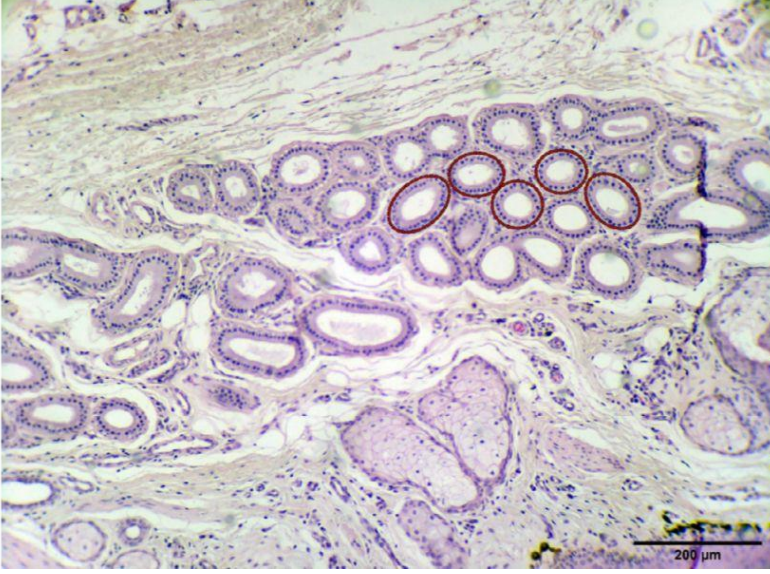
Numune yüzeyinin detaylı görüntülerini yüksek çözünürlükte elde etmek için kullanılan güçlü bir görüntüleme ve analiz yöntemidir. SEM, biyoloji, tıp, malzeme bilimi ve mühendislik gibi birçok disiplinin vazgeçilmez araçlarından biridir. Tıbbi araştırmalarda, hücrelerin, dokuların ve biyomalzemelerin yüzey özelliklerini incelemek için sıklıkla tercih edilir (Erdin, 1987).

SEM, bir numunenin detaylı yapısını nanometre ölçeğinde görüntüleme kapasitesine sahiptir ve farklı analiz modlarıyla çok yönlü incelemeler yapılmasına olanak tanır (Erdin, 1987). Yapılan bir çalışmada Avrupa yılan balığı spermatazoasının SEM aracılığıyla baş uzunluğu, genişlik, alan çevre gibi morfometrik ölçümleri yapılmıştır (Marco-Jimenez ve ark., 2006).

1.13. HİSTOMETRİ

Histolojik çalışmalar için kullanılan ölçüm metodudur. Morfoloji bilimi kapsamında anatomi de kullanılan morfometrik ölçümleri destekler nitelikte olması bakımından önemlidir. Formaldehit gibi solüsyonlarda tespit edilen örnekler parafine gömüldükten sonra boyanır ve mikroskoba uyarlanan mikrometrik oküler, mikrometrik lam ve objektif yardımıyla, mikrometrik ölçümler gerçekleştirilir (Temur & ark., 2008). Yapılan bir çalışmada ikinci ve üçüncü trimester gebe uteruslardan alınan plasentomların karunkula kotiledon alanları histometrik yöntemlerle ölçülmüştür (İşbilir ve ark., 2024c) Koyunlarda sinus interdigitalis isimli bez üzerinde cinsiyet ve mevsim'in etkilerinin hem makroskobik morfometri hem de histometrinin kullanarak

araştırıldığı çalışma veteriner anatomi histometrinin kullanımına örnektir (Şekil 7) (İşbilir ve ark., 2024b).



Şekil 7. İnterdigital sinüsün dermis bölgesindeki apokrin bezi ölçümü (İşbilir ve ark., 2024).

KAYNAKLAR

- Açar Güdek, M. Sağlıklı bireylerde karaciğer ve dalak hacimlerinin ilişkisinin bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinden cavalieri prensibi ile incelenmesi. (Doktora tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi) Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 648918).
- Akalan, M. A., & Demirkan, A. Ç. (2013). Stereoloji ve veteriner hekimlikte kullanım alanları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 24(2), 95-100.
- Balcombe, J. (2000). The use of animals in higher education: problems, alternatives, & recommendations. Humane Society Press.
- Balcombe, J. (2001). Dissection: The scientific case for alternatives. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 4(2), 117-126.
- Başoğlu, O., & Kahya, Ö. (2016). Tatarlı höyük zooarkeoloji çalışmaları. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(3), 155-166.
- Bayram, S. (2022). Rinoplasti ve rekonstrüksiyon açısından geometrik morfometri yöntemi ile burun şeklinin analizi (Yüksek Lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi) Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 717607)
- Caymaz, B. N. (2022). Humerus distal ucu morfometrik analizi (Yüksek lisans tezi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 750605).
- Chen, Q., Zheng, W., Chen, X., Wan, L., Qin, W., Qi, Z., ... & Li, K. (2017). Brain gray matter atrophy after spinal cord injury: a voxel-based morphometry study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 211.
- Chytas, D., Paraskevas, G., Noussios, G., Demesticha, T., Salmas, M., Vlachou, C., ... & Troupis, T. (2024). Use of photogrammetry-based digital models in anatomy education: An overview. *Morphologie*, 108(363), 100792.
- Dayan, M. O., Demircioğlu, İ., Koçyiğit, A., Güzel, B. C., & Karaavci, F. A. (2023). Morphometric analysis of the skull of Hamdani sheep via Three-Dimensional modelling. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 52(2), 215-222.
- Demiraslan, Y., Demircioğlu, İ., & Güzel, B. C. (2024). Geometric analysis of mandible using semilandmark in Hamdani and Awassi sheep. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 71(1), 19-25.

- Doğru, S., Karabaş, S. A., & Ballı, T. (2022). İkinci servikal vertebranın morfometrik analizi: Radyolojik bir çalışma. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 19(3), 488-492.
- Edwards, D. A. W., Hammond, W. H., Healy, M. J. R., Tanner, J. M., & Whitehouse, R. H. (1955). Design and accuracy of calipers for measuring subcutaneous tissue thickness. *British journal of Nutrition*, 9(2), 133-143.
- Ekinci, H. K. G., Güler, H., Al, Ö., Ateş, Ş., Uçar, S., & Sağıroğlu, E. (2021). Clavicula morfometrisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 1-6
- Erdin, N. (1987). Tarama elektron mikroskopunun temel prensipleri ve numune hazırlığı. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 2, 102-124.
- Faruk, E., Ayyıldız, S., & Pişkin, B. Alçı modellerinin boyutsal değişikliklerinin belirlenmesinde kullanılan ölçüm metodlarının karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 29(2), 287-294.
- Gökhan, N. (2017). Sığırlarda eklem hastalıklarının tanısında ultrasonografik muayene. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimler Dergisi*, 12(3), 338–344.
- Guglielmi, G., Diacinti, D., Van Kuijk, C., Aparisi, F., Krestan, C., Adams, J. E., & Link, T. M. (2008). Vertebral morphometry: current methods and recent advances. *European radiology*, 18, 1484-1496.
- Güven, Ü. (2024). Diş sığırlarda ovaryum üzerindeki yapıların ultrason ve kumpas ile ölçümlerinin karşılaştırılması (Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü) Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 863797).
- Hampson, B. A, Ramsey, G., Macintosh, A. M. H., Mills, P. C. , De Laat, M. A., & Pollitt, C. C. (2010). Yeni Zelanda'daki Kaimanawa yabani atlarının ayaklarının morfometrisi ve anormallikleri. *Australian Veterinary Journal* , 88 (4), 124-131.
- İşbilir, F., & Güzel, B. C. (2023). Determination of morphometric characteristics of glandula lacrimalis in Siirt-Colored Mohair Goat (*Capra hircus*) and Romanov sheep (*Ovis aries*) by computed tomography images. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2), 96-101. İşbilir, F., Özgüden Akkoç, C. G., İşbilir, İ., Özöner, Ö., Güzel, B. C., Arıcan, İ., ... & Bekmezci, S.

- (2024a). Morphometric, macroscopic and microscopic investigation of glandulae uropygiale in turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Microscopy Research and Technique*, 87(11), 2707-2719.
- İşbilir, F., Özgüden Akkoç, C. G., Kirman, G., Özöner, Ö., Özöner, M. P., İşbilir, I., ... & Arıcan, İ. (2024b). Seasonal investigation of the macroscopic and microscopic structure of the sinus interdigitalis in Hamdani crossbred sheep (*Ovis aries*). *Veterinary Medicine and Science*, 10(3), e1450.
- İşbilir, F., Kandil, B., İşbilir, İ., Koca, D., & Güzel, B. C. (2024c). Evaluation of Placentome Morphology in the Last Two Periods of Pregnancy in Hair Goats (*Capra aegagrus hircus*). *Reproduction in Domestic Animals*, 59(10), e14731.
- Kafa, İ. M., & Arı, İ. (2004). Morfometrik çalışmalarda manüel (el ile) ve dijital (sayısal)-bilgisayar destekli ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 30(3), 141-144.
- Kamburoğlu, K., Özen, T., & Kılıç, C. (2009). Diş uzunluklarının dental volumetrik tomografi yardımıyla 6 inç ve 9 inç tarama alanları kullanılarak ölçülmesi. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 3(1), 289-294.
- Karabekir, H. S., Akosman, M. S., Mas, N. G., Aksu, F., Edizer, M., Lenger, O. F., & Turkmenoglu, I. (2013). The volume of the rabbit cerebellum: stereological microanatomical study.
- Kayıpmaz, S., & Sezgin, Ö. S. (2016). Bilgisayarlı Tomografi: Prensibi, Tarihsel Gelişimi ve Diş Hekimliğindeki Uygulama Alanları. *Türkiye Klinikleri Oral and Maxillofacial Radiology-Special Topics*, 2(1), 1-8.
- Kennedy, D. N., Makris, N., Herbert, M. R., Takahashi, T., & Caviness Jr, V. S. (2002). Basic principles of MRI and morphometry studies of human brain development. *Developmental Science*, 5(3), 268-278.
- Kocabıyık, N., Baykal, B., Kılıç, C., Tunalı, S., Yalçın, B., Bulakbaşı, N., ... & Akyol, M. (2010). Corpus Callosum ve Hemispherium Cerebri'lerin MRI ile Morfometrik Değerlendirmesi. *Balkan Medical Journal*, 2010(5), 378-384.
- Kim, M., Huh, K. H., Won-Jin, Y. I., Heo, M. S., Lee, S. S., & Choi, S. C. (2012). Evaluation of accuracy of 3D reconstruction images using multi-detector CT and cone-beam CT. *Imaging science in dentistry*, 42(1), 25-33.

- Kurt, S., SELVILER SIZER, S., Onuk, B., & Kabak, M. (2023). Three-Dimensional modeling of sheep humerus by photogrammetry. *Acta Veterinaria Eurasia*, 49(3), 137.
- Marco-Jiménez, F., Pérez, L., De Castro, M. V., Garzón, D. L., Peñaranda, D. S., Vicente, J. S., ... & Asturiano, J. F. (2006). Morphometry characterisation of European eel spermatozoa with computer-assisted spermatozoa analysis and scanning electron microscopy. *Theriogenology*, 65(7), 1302-1310.
- Mayhew, TM ve Gundersen, H. (1996). 'Eğer varsayarsanız, siz ve ben birer aptal durumuna düşebilirsiniz': 3 boyutlu uzayda parçacıkların stereolojik sayımı için disektörün on yılı. *Anatomi Dergisi*, 188 (Bölüm 1), 1.
- Mitteroecker, P., & Gunz, P. (2009). Advances in geometric morphometrics. *Evolutionary biology*, 36, 235-247.
- Onur, S. (2002). Alzheimerlı hastalara ait MRI bulgularının morfometrik olarak değerlendirilmesi (Yüksek Lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi) Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 118340)
- Owen, J., Dobney, K., Evin, A., Cucchi, T., Larson, G., & Vidarsdottir, U. S. (2014). The zooarchaeological application of quantifying cranial shape differences in wild boar and domestic pigs (*Sus scrofa*) using 3D geometric morphometrics. *Journal of Archaeological Science*, 43, 159-167.
- Özdemir, Ş., & Can, M. (2023). Morfometrik ve geometrik morfometrik yöntemlerinin veterinerlik anatomisi alanında kullanımı. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 226-235.
- Özkadif, S. (2015). Üç boyutlu rekonstrüksiyon kullanılarak yapılan bazı veteriner anatomik çalışmalar. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 5(2), 288-295.
- Özkadif, S., Varlık, A., İbrahim, K., & Eken, E. (2016). Morphometric evaluation of chinchillas (*Chinchilla lanigera*) femur with different modelling techniques. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22 (6), 945-951.
- Özbulut, H. (2015). Şizofreni hastalarında talamustaki hacimsel değişikliklerin stereolojik yöntem ile araştırılması (Master's thesis, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

- Özkoçak, V., & Alkaya, A. (2017). Geometrik morfolometri ile istatistiksel yaklaşımlar, Gazi Kitabevi, Number of prints: 1, ISBN: 978-605-344-516-6, Türkçe (Bilimsel Kitap), Public.
- Pereira, J. A., Meri, A., Molina-Ros, A., & Molina-Andreu, O. (2003). Web-based course for teaching Human Anatomy. The UPF experience. *European Journal of Anatomy*, 7(1), 19-22.
- Perez, S. I., Bernal, V., & Gonzalez, P. N. (2006). Differences between sliding semi-landmark methods in geometric morphometrics, with an application to human craniofacial and dental variation. *Journal of anatomy*, 208(6), 769-784.
- Pieper, S., Halle, M., & Kikinis, R. (2004, April). 3D Slicer. In 2004 2nd IEEE international symposium on biomedical imaging: nano to macro (IEEE Cat No. 04EX821) (pp. 632-635). IEEE.
- Rohlf, F.J. & Marcus, L.F. (1993). A revolution in morphometrics. *Trends in Ecology and Evolution*, 8(4),129-132.
- Sarıtaş, M. Z. (2015). Adli tıp uygulamalarında 3D (üç boyutlu) teknolojinin kullanımı. (Tıpta Uzmanlık Tezi, Pamukkale Üniversitesi) Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 427005)
- Slice, D.E. (2007). Geometric morphometrics. *Annual Review of Anthropology*, 36, 261-281.
- Souza, V. H., Matsuda, R. H., Peres, A. S., Amorim, P. H. J., Moraes, T. F., Silva, J. V. L., & Baffa, O. (2018). Development and characterization of the InVesalius Navigator software for navigated transcranial magnetic stimulation. *Journal of neuroscience methods*, 309, 109-120.
- Tanaka, R., Liew, B. S., Yamada, Y., Okubo, M., Katayama, T., Sasaki, K., ... & Hirose, Y. (2022). Preoperative 3D image evaluation of EC-IC Bypass by 3D visualization analysis software Amira®. *Neurology India*, 70(3), 943-947.
- Temur, A., Karadağ, H., Atlı, M., & bayram Temur, H. (2008). Tavşan böbreküstü bezleri üzerine histometrik bir çalışma. *Celal Bayar University Journal of Science*, 4(1), 99-110.
- Türkmenoğlu, İ., Demirkan, İ., Demirkan, A. Ç., Akosman, M. S., & Akalan, M. A. (2019). Morphology and volume measurement of bursa fabricius by stereology in Merlin (Falco Columbarius). *Kocatepe Veterinary Journal*, 12(1), 27-32.

- Van der Stelt, P. F. (2008). Better imaging: the advantages of digital radiography. *The Journal of the American Dental Association*, 139, S7-S13.
- Wonderlick, J. S., Ziegler, D. A., Hosseini-Varnamkhasti, P., Locascio, J. J., Bakkour, A., Van Der Kouwe, A., ... & Dickerson, B. C. (2009). Reliability of MRI-derived cortical and subcortical morphometric measures: effects of pulse sequence, voxel geometry, and parallel imaging. *Neuroimage*, 44(4), 1324-1333.
- Yavuz, A. Y. (2010). Nif (Olympos) dağı araştırma ve kazı projesinden çıkarılan hayvan kemiklerinin zooarkeolojik analizi (Yüksek Lisans tezi, Çukurova Üniversitesi) Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 280918).

BÖLÜM 10

PARAZİTLERİN PERİFER DAMAR HASTALIKLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

Bilim Uzm. Leyla GÜNDÜZ¹

Uzm. Dr. Uğur ŞENER²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14565405>

¹Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Siirt, Türkiye. lylgndz_55@hotmail.com Orcid ID: 0000-0002-5916-5737

²Gaziantep Şehir Hastanesi , Kalp Damar Cerrahi Kliniği Gaziantep,Türkiye. opdrugursener@gmail.com ORCID ID:<http://orcid.org/0000-0002-0234-6959>

GİRİŞ

Perifer damar hastalıkları (PDH), genellikle arterlerde daralma veya tıkanma sonucu ortaya çıkan ve kan akışını sınırlayan bir grup hastalığı ifade eder. Bu hastalıklar, başta bacaklar olmak üzere vücudun alt ekstremitelerini etkiler ve yaygın olarak ateroskleroz ile ilişkilendirilir. Ateroskleroz, damar duvarlarında plak birikmesiyle karakterize edilir ve bu plaklar kan akışını zorlaştırarak dokuya yeterli oksijen ve besin ulaşmasını engeller. PDH'nin temel risk faktörleri arasında sigara kullanımı, diyabet, hipertansiyon ve yüksek kolesterol düzeyleri yer alır. Ancak, periferik damar hastalıklarının gelişiminde enfeksiyonlar, özellikle parazitik enfeksiyonlar gibi çevresel faktörlerin de rol oynayabileceği giderek daha fazla kabul edilmektedir (Ross ve ark., 2007). Parazitik enfeksiyonlar, özellikle tropikal bölgelerde yaygındır ve bu enfeksiyonların bir kısmı damar sistemi üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiler gösterebilir. Bazı parazitler, lenfatik ve dolaşım sistemlerini hedef alarak damar duvarlarında inflamasyona, damar tıkanıklıklarına veya dokuların oksijenlenmesini bozan mikrovasküler hasarlara neden olabilir. Bu tür enfeksiyonların, periferik arter hastalığının gelişimini tetikleyebileceği ve hastalığın seyrini ağırlaştırabileceği öne sürülmektedir (Kennedy, 2004).

Parazitlerin PDH Üzerindeki Etkisi

Parazitler, vücudun birçok sistemini etkileyebilir ve dolaşım sistemi de bunların arasında yer alır. Özellikle, kan yoluyla yayılan bazı parazitler, damarlar üzerinde çeşitli inflamatuvar tepkilere neden olabilir ve uzun vadede damar sağlığını olumsuz etkileyebilir.

1. Filaryazis ve Lenf Damarlarına Etkisi

Filaryazis (Lenfatik Filaryazis), lenfatik sisteme saldıran ve ciddi sağlık sorunlarına yol açan bir parazitik enfeksiyondur. Bu hastalığın etkeni, *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* ve *Brugia timori* gibi nematodlar (ipliksi solucanlar) olup, enfekte sivrisinekler tarafından insanlara bulaştırılır. Hastalığın etkisi, lenf damarlarının tıkanmasına ve dolayısıyla lenfödem ve elefantiyazis (fil hastalığı) gibi ağır belirtilere yol açar. Lenfatik sistemin bu şekilde bozulması, vücudun sıvı dengesini etkiler ve bağışıklık yanıtını zayıflatır (Michael ve ark., 1996).

1.2. Klinik Belirtiler

Filaryazis, uzun süren bir enfeksiyondur ve semptomlar yıllar içinde gelişebilir. İlk evrelerde çoğu insan asemptomatiktir ancak hastalık ilerledikçe şişme, ağrı, cilt kalınlaşması ve hareket zorluğu gibi belirtiler görülür. Kronik evrelerde, genellikle bacaklar ve genital bölgede ciddi lenfödemler ve kalıcı deformasyonlar meydana gelir(Dreyer ve ark., 2002)



Şekil 1: Lenfatik Filaryazis tanılı hasta (Anonim, 2024)

1.3 Bulaşma

Filaryazis, enfekte sivrisinekler tarafından ısırılma yoluyla bulaşır. Larvalar (mikrofilaria) sivrisinek tarafından insan kanına bırakılır ve bu larvalar, lenfatik sisteme yerleşerek burada gelişir ve erişkin parazitlere dönüşür. Erişkin parazitler, insan lenfatik damarlarında yaşar ve üreyerek mikrofilariaları kan dolaşımına bırakır. Mikrofilarialar tekrar sivrisinekler tarafından alınıp başka insanlara bulaşabilir, böylece hastalık döngüsü devam eder (Michael ve ark, 1996).

Bulaşma Süreci:

1. Enfekte İnsan: Mikrofilarialar, enfekte kişinin kan dolaşımında bulunur.
2. Sivrisinek Taşıyıcılığı: Sivrisinek (Anopheles, Aedes, Culex veya Mansonia türlerinden biri), enfekte kişiyi ısırarak mikrofilariaları alır.
3. Parazit Gelişimi: Sivrisineğin vücudunda mikrofilarialar birkaç haftada larval forma dönüşür.
4. Yeni Konak: Sivrisinek başka bir insanı ısırduğunda, larvaları onun kan dolaşımına enjekte eder.
5. Lenfatik Yerleşim: Larvalar insan vücuduna girdikten sonra lenfatik sisteme geçer, burada erişkin formuna dönüşür ve çoğalmaya başlar.

1.4. Tedavi

Tedavi, anti-parazitik ilaçlar kullanılarak yapılır. Diethylcarbomazine (DEC), ivermectin ve albendazole gibi ilaçlar yaygın olarak kullanılır. Bu ilaçlar parazitlerin üremesini ve yayılmasını durdurabilir, ancak ileri evrelerde gelişen lenfödem ve elefantiyazis genellikle geri döndürülemez. Dolayısıyla, hastalığın erken teşhisi ve tedavisi büyük önem taşır. Ayrıca, sivrisineklerle mücadele ve bireysel koruyucu önlemler, hastalığın kontrol altına alınmasında önemli bir rol oynar (Dreyer ve ark., 2002).

1.5. Epidemiyoloji

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre filaryazis, tropikal ve subtropikal bölgelerde 73 ülkede yaklaşık 120 milyon kişiyi etkileyen yaygın bir halk sağlığı sorunudur. Enfeksiyonun en yaygın olduğu bölgeler Güneydoğu Asya, Afrika ve bazı Pasifik adalarıdır.

2. Schistosomiasis ve Damar İltihabı

Schistosomiasis, Schistosoma türlerinin neden olduğu bir paraziter enfeksiyondur ve özellikle kan damarları üzerinde inflamatuvar reaksiyonlara neden olabilir. Parazit, enfekte tatlı su sümüklüböceklerinden salınan larvaların (serkarya) deriden geçmesiyle insanlara bulaşır. İnsan vücuduna girdikten sonra, larvalar olgunlaşır ve erişkin solucanlar kan damarlarına yerleşir. Bu parazitler, dolaşım sistemine yerleşerek vücutta damar iltihabına yol açar. Enfeksiyonun kronikleşmesi, damarların duvarlarının zayıflamasına

ve aterosklerotik lezyonların oluşmasına neden olabilir, bu da periferik arter hastalıklarının gelişme riskini artırır (Ross ve ark., 2007). Damar iltihabının sonuçları arasında portal hipertansiyon, hepatosplenomegali (karaciğer ve dalak büyümesi) ve bağırsak kanamaları yer alır (Colley ve ark., 2014).

2.1. Portal Hipertansiyon

Schistosomiasis'in kronik evresinde *Schistosoma mansoni* ve *Schistosoma japonicum* gibi türler karaciğer damarlarını etkileyerek portal venada tıkanıklığa ve portal hipertansiyona neden olabilir. Portal hipertansiyon, karaciğerin damarlarının iltihaplanması ve skar dokusunun (fibrozis) birikmesiyle gelişir. Bu durum, karaciğer fonksiyon bozukluklarına ve kanın karaciğerden geçişinde zorluklara yol açar.

2.2. Vaskülit ve Damar Tıkanıklığı

Schistosomiasis enfeksiyonunun da, parazitlerin yumurtaları kan damarlarında yerleşir ve vaskülit olarak adlandırılan damar iltihabını tetikler. Bu iltihap süreci, özellikle venöz sistemde tromboz ve tıkanıklık riskini artırır. Parazit yumurtalarının yerleştiği bölgede oluşan inflamasyon, zamanla damar duvarlarının zayıflamasına ve tıkanıklıklara yol açar (Gryseels ve ark. 2006).



Şekil 2: Vaskülit (Anonim, 2024)

2.3. Fibrozis ve Granülom Oluşumu

Schistosoma yumurtalarına karşı gelişen bağışıklık yanıtı, granülom adı verilen inflamatuvar hücre kümeleri oluşturur. Bu granülomlar, damar çevresinde yoğun inflamasyona ve ardından fibrozise neden olabilir. Fibrozis, damarların esnekliğini kaybetmesine ve kan akışının sınırlanmasına yol açar. Bu da özellikle periferik damar hastalıklarının gelişme riskini artırabilir (Gryseels ve ark., 2006).

2.4. Tedavi ve Önleme

Schistosomiasis'in tedavisinde yaygın olarak kullanılan ilaç praziquantel'dir. Bu ilaç, erişkin parazitleri öldürerek enfeksiyonun ilerlemesini durdurur. Ancak, oluşmuş olan fibrozis ve damar hasarı genellikle geri döndürülemez. Bu nedenle, enfeksiyonun erken evrede tespiti ve tedavisi büyük önem taşır. Ek olarak, vektör kontrolü ve enfekte sulardan kaçınma, schistosomiasis'in yayılmasını önlemede etkilidir (Gryseels ve ark., 2006).

3. Tripanosomiyazis (Uyku Hastalığı) ve Mikrovasküler Hasar

Afrika uyku hastalığı olarak da bilinen tripanosomiyazis, *Trypanosoma brucei* parazitinin neden olduğu bir hastalıktır. Bu parazit, vücutta yayıldıktan sonra küçük kan damarlarında hasar oluşturabilir ve periferik dolaşımı olumsuz etkileyebilir. Mikrovasküler hasar, zamanla damar sertliği ve periferik damar hastalıklarına yol açabilir Tripanosomiyazis, başlangıçta kan ve lenfatik sistemde yerleşir, ancak ilerleyen aşamalarda merkezi sinir sistemine (CNS) ulaşır ciddi nörolojik ve psikiyatrik bozukluklara neden olur. Hastalığın ileri evrelerinde ise uyku bozuklukları (bu nedenle "Uyku Hastalığı" adı verilmiştir) ortaya çıkar. (Kennedy, 2004).

3.1. Mikrovasküler Hasar

Tripanosomiyazis, sadece merkezi sinir sistemini değil, aynı zamanda mikrovasküler yapıları da etkileyen karmaşık bir hastalıktır. Parazitin neden olduğu sistemik inflamasyon, küçük kan damarlarını hedef alarak mikrovasküler hasara yol açar. Bu hasar, damarlarda geçirgenlik artışına, inflamasyona ve dokularda hipoksiye neden olur. Mikrovasküler hasarın başlıca sonuçları şunlardır:

3.2. Perivasküler İnflamasyon

Uyku hastalığında, özellikle parazitlerin kan ve lenf sistemi üzerinden yayılmasıyla, mikrovasküler yapılarda perivasküler inflamasyon gelişir. Bu süreç, küçük damarların çevresinde iltihap hücrelerinin birikmesiyle karakterizedir. Perivasküler inflamasyon, damar duvarlarında hasara neden olur ve beyin, kalp ve diğer organlardaki küçük damarlarda ciddi komplikasyonlara yol açabilir(Kennedy, 2004).

3.3. Beyin ve Sinir Sistemi Üzerindeki Etkiler

Hastalığın ilerleyen aşamalarında parazitler, kan-beyin bariyerini aşarak merkezi sinir sistemine ulaşır. Bu süreçte, parazitlerin etkisi altında gelişen mikrovasküler inflamasyon, beyin dokusundaki kan akışını bozar. Bu durum, beynin yeterli oksijen ve besin alamamasına neden olur ve bunun sonucunda sinir hücrelerinde hasar meydana gelir. Beyindeki mikrovasküler hasar, uyku döngüsünü bozarak hastalarda sürekli uyuma isteği ve aşırı yorgunluk gibi semptomlar oluşturur(Simarro ve ark., 2008).

3.4. Kalp ve Damar Sistemi

Tripanosomiyazis, kalp ve damar sistemi üzerinde de mikrovasküler düzeyde hasara yol açabilir. Parazitin neden olduğu sistemik inflamasyon, kalbin mikrovasküler yapılarında hasar oluşturarak kardiyomyopati, aritmi ve kalp yetmezliği gibi komplikasyonlara yol açabilir. Ayrıca, periferel damar sistemindeki mikrovasküler hasar, dokulara yeterli kan akışını bozarak periferel iskemiye ve diğer dokusal komplikasyonlara neden olabilir (Brun ve ark., 2010).

3.5.Tedavi

Tripanosomiyazis tedavisi, hastalığın hangi evrede olduğuna bağlı olarak değişir:

• **Erken Evre Tedavisi:** Hastalığın erken evresinde, kan ve lenfatik sistemde bulunan parazitleri hedef alan ilaçlar kullanılır. Pentamidin (T.b. gambiense için) ve suramin (T.b. rhodesiense için) bu aşamada kullanılan ilaçlardır.

• **İleri Evre Tedavisi** (Merkezi Sinir Sistemi Tutulumu): Merkezi sinir sistemi etkilendiğinde daha güçlü ve toksik ilaçlar gereklidir. Melarsoprol, merkezi sinir sistemine giren parazitleri öldürmek için kullanılır, ancak ciddi

yan etkilere sahiptir. Fexinidazole ve eflornithine daha yeni tedavi seçenekleri olup daha az toksiktir.

SONUÇ

Perifer damar hastalıkları genellikle ateroskleroz ve diyabet gibi kronik durumlarla ilişkilendirilse de parazitlerin dolaylı etkileri göz ardı edilmemelidir. Parazitik enfeksiyonlar, damar duvarlarında inflamasyona, doku hasarına ve dolaşım sisteminde tıkanmalara neden olabilir. Bu süreç, uzun vadede periferik damar hastalıklarının gelişimini hızlandırabilir. Bu nedenle, özellikle tropikal bölgelerde parazit enfeksiyonlarının tanınması ve tedavi edilmesi, periferik damar sağlığını koruma açısından kritik önem taşır (Dacie ve ark., 2009).

KAYNAKLAR

- Anonim şekil 1 erişim adresi: (2024). (<https://www.maxhealthcare.in/blogs/lymphatic-filariasis-disease-causes-symptoms>)
- Anonim şekil 2 erişim adresi: (2024) https://www.google.com/search?sca_esv=28f8fab5923385a6&sxsrf=ADLYWlJp0t_b2YKlz,2024)
- Brun, R., Blum, J., Chappuis, F., & Burri, C. (2010). Human african trypanosomiasis. *The Lancet*, 375(9709), 148-159.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). "Parasites - Lymphatic Filariasis." *CDC*, <https://www.cdc.gov/parasites/lymphaticfilariasis/biology.html>.
- Colley DG, Bustinduy AL, Secor WE, King CH. "Human schistosomiasis." *The Lancet*, 2014; 383(9936): 2253–2264.
- Gryseels B, Polman K, Clerinx J, Kestens L. "Human schistosomiasis." *The Lancet*, 2006; 368(9541): 1106–1118.
- Dacie JV, Lewis SM. "Parasitic Diseases of Blood and Lymphatic System." *Textbook of Hematology* 11th Edition, 2009.
- Dreyer G, Addiss D, Dreyer P, Noroes J. "Basic Lymphatic Filariasis." *Hollis Publishing Company*, 2002.
- Ross AGP, Olveda RM, McManus DP. "Schistosomiasis." *New England Journal of Medicine*, 2007; 346:1212–1220.
- Simarro PP, Jannin J, Cattand P. "Eliminating Human African Trypanosomiasis: Where Do We Stand and What Comes Next?" *PLoS Medicine*, 2008; 5(2): e55.
- Kennedy PG. "The Pathogenesis of Human African Trypanosomiasis." *Journal of Pathology*, 2004; 204(2): 207–216.
- Kennedy PG. "Human African trypanosomiasis of the CNS: current issues and challenges." *Journal of Clinical Investigation*, 2004; 113(4): 496-504.
- World Health Organization. "Lymphatic filariasis: transmission." *WHO*, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lymphatic-filariasis>.

BÖLÜM 11

ÇOCUKLARDA EN SIK GÖRÜLEN İNTESTİNAL PARAZİTLER VE KLİNİKTEKİ BELİRTİLER

Bilim Uzm. Leyla GÜNDÜZ¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14565417>

¹Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Siirt, Türkiye. lylgndz_55@hotmail.com Orcid ID: 0000-0002-5916-5737

GİRİŞ

İntestinal parazitler, dünya genelinde özellikle çocuklarda yaygın bir sağlık sorunu oluşturmaktadır. Bu parazitler, beslenme yetersizliklerine, büyüme geriliğine ve çeşitli klinik belirtilere yol açabilmektedir. İntestinal parazitlerin bulaşlarında, bazı semptomlar sık bir şekilde hastalarda görülebilir bunlar; daha çok hazımsızlık, ateş, karın bölgesinde tekrarlayan şiddetli ağrılar, iştahsızlık, ishal, anal bölgede kaşıntı, dışerde gıcırdatma belirtileri gibi kendisini gösterirken, bazende semptomsuz izlendiği durumlarla da karşılaşılabilir (Altıntaş, 1996; Saygı, 2009; Özcel ve ark., 2007a) .

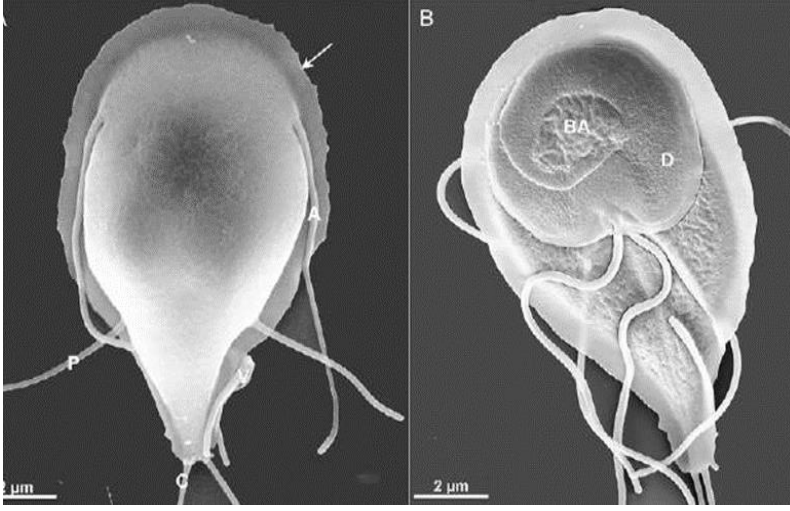
1. En Yaygın İntestinal Parazitler

1.1. *Giardia intestinalis*

Tanım: insanlarda en yaygın görülen protozoal bağırsak parazitlerinden biridir. Genellikle kirli su kaynakları veya kontamine gıda ile bulaşır. *Giardia* enfeksiyonu, giardiasis olarak adlandırılır ve genellikle bağırsak enfeksiyonlarına neden olur (Adam, 2001).

Belirtiler: *Giardia intestinalis* enfeksiyonunun belirtileri genellikle 1-3 hafta içinde ortaya çıkar ve şunları içerebilir (Ortega ve ark., 1997).

- **İshal:** Sulu ve kötü kokulu dışkı.
- **Karın Ağrısı:** Kramp tarzında ağrılar.
- **Şişkinlik:** Gaz ve rahatsızlık hissi.
- **Kilo Kaybı:** Besin emilimindeki bozulma nedeniyle.
- **Bulantı ve Kusma:** Bazı vakalarda görülebilir.



Şekil 1: *Giardia intestinalis* trofozoitleri (Anonim, 2024)

1.2. *Enterobius vermicularis* (Kıl kurdu)

Tanım: Halk arasında "kıl kurdu" olarak bilinen, insanların bağırsaklarında yaşayan ve en yaygın intestinal parazitlerden biridir. Genellikle çocuklarda görülse de yetişkinlerde de enfeksiyon yapabilir. Kıl kurdu, genellikle dışkı-oral yol ile bulaşır. Çocuklar, kıl kurdu yumurtalarını elleriyle alarak, ardından ağız yoluyla bu yumurtaları yutarlar. Ayrıca, kontamine olmuş giysiler, yatak örtüleri ve oyuncaklar da bulaşma kaynağı olabilir. Tanı genellikle anal bölgede sefyon bant testi (tape test) ile konur. Bu testte, anal bölgeye bant yapıştırılır ve daha sonra bant mikroskop altında incelenerek yumurtaların varlığı kontrol edilir (Cook, 1994).

Belirtiler: *Enterobius vermicularis* enfeksiyonunun belirtileri şunlardır (Zander ve ark., 2002):

- **Anal Kaşıntı:** Özellikle gece saatlerinde daha belirgindir.
- **Uyku Bozuklukları:** Kaşıntı nedeniyle çocuklarda huzursuzluk ve uyku sorunları yaşanabilir.
- **İrritabilite:** Çocuklarda sinirlilik ve huzursuzluk.
- **Dışkıda Kan:** Nadir durumlarda, bağırsak iltihabına bağlı olarak görülebilir.



Şekil 2: *Enterobius vermicularis* yumurtaları (Anonim, 2024)

1.3. *Ascaris lumbricoides* (Büyük kıl kurdu)

Tanım: İnsanlarda en yaygın görülen bağırsak parazitlerinden biridir. Büyük bir yuvarlak solucandır ve genellikle kirli gıdalar veya kontamine su yoluyla bulaşır. Dünya genelinde özellikle tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygındır. Tanı, dışkıda *Ascaris* yumurtalarının varlığının mikroskopik incelemesi ile konur. Ayrıca, hastalığın şiddetli olduğu durumlarda görüntüleme teknikleri (ultrasonografi veya BT taraması) kullanılabilir. (Garcia, 2016).

Belirtiler: *Ascaris lumbricoides* enfeksiyonu bazı insanlarda belirti vermeyebilirken, bazı durumlarda aşağıdaki belirtiler görülebilir:

- **Karın Ağrısı:** Genellikle kramplı bir ağrı şeklinde.
- **İshal veya Kabızlık:** Bağırsakların etkilenmesiyle.
- **Kilo Kaybı:** Besin emilimindeki bozulmalar nedeniyle.
- **Öksürük ve Nefes Darlığı:** Parazitlerin akciğerlere göç etmesi durumunda.
- **Yetersiz Beslenme:** Özellikle çocuklarda büyüme geriliğine yol açabilir.



Şekil 3: Enterotomi sırasında *Ascaris lumbricoides*'in çıkartılması (Anonim, 2024)

1.4. *Trichuris trichiura* (Whipworm)

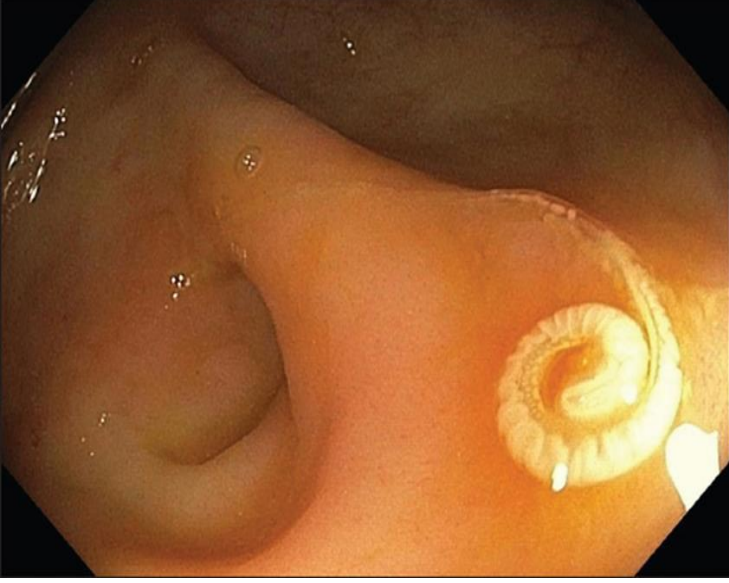
Tanım: Halk arasında "whipworm" olarak bilinen kalın bağırsakta yaşayan bir diğer parazittir. İnsanlarda en yaygın görülen soil-transmitted helminth (toprakla bulaşan kıl kurdu) türlerinden biridir. Genellikle sıcak ve nemli iklimlerde yaygındır. Tanı, dışkı örneğinde *Trichuris trichiura* yumurtalarının mikroskopik olarak incelenmesi ile konur. Dışkı testleri genellikle 3 kez yapılır çünkü yumurta çıkışı düzensiz olabilir (Bundy, 1986).

Belirtiler: *Trichuris trichiura* enfeksiyonunun belirtileri, enfeksiyonun şiddetine bağlı olarak değişir. Belirtiler şunları içerebilir(Stephenson ve ark., 2000).

- **Dışkıda Kan:** Bağırsak iltihabı nedeniyle.
- **İshal:** Genellikle kanlı ve mukuslu.
- **Karın Ağrısı:** Kramp tarzında ağrılar.
- **Büyüme Geriliği:** Özellikle çocuklarda beslenme yetersizlikleri nedeniyle.
- **Anemi:** Kan kaybı sonucu gelişebilir.

Tedavi sırasında tüm aile bireylerinin tedavi edilmesi önerilir, çünkü enfeksiyonun bulaşma ve tekrarlama riski yüksektir. Ayrıca hijyen

koşullarının iyileştirilmesi ve temiz su kaynaklarına erişim, yeniden enfeksiyonu önlemek için kritik önlemler arasındadır (Bethony ve ark., 2006).



Şekil 4: Apendiks açıklığının yanında *Trichuris trichiura*'nın endoskopik görünümü (Do ve ark., 2010)

1.5. *Strongyloides stercoralis*

Tanım: İnsanlarda bağırsak parazitlerine neden olan bir nematod (yuvarlak solucan) türüdür. Genellikle tropikal ve subtropikal bölgelerde görülür, ancak gelişmiş ülkelerde de enfeksiyonlar meydana gelebilir. *Strongyloides stercoralis* enfeksiyonu, genellikle cilt yoluyla (toprak veya kontamine yüzeylerden) veya ağız yoluyla (kontamine su ve gıda) bulaşır. Larvalar, deride veya bağırsaklarda olgunlaşarak enfeksiyona neden olurlar. Tanı, dışkı örneklerinin mikroskopik incelemesi ile konur. Ayrıca, serolojik testler ve endoskopi gibi yöntemler de kullanılabilir (Nutman, 2013).

Belirtiler: Enfeksiyon belirtileri, bireyin bağışıklık durumuna ve enfeksiyonun şiddetine bağlı olarak değişir. Genel olarak;

- **Karın Ağrısı:** Genellikle kramplı bir şekilde.
- **İshal:** Sulu dışkı.
- **Kilo Kaybı:** Besin emilimindeki bozulmalar nedeniyle.

- **Şişkinlik ve Gaz:** Rahatsızlık hissi.
- **Deri Reaksiyonları:** Enfeksiyon başlangıcında kaşıntı ve döküntü.



Şekil 5: Dışkıda *S. ratti*'nin bir yumurtası ve ilk evre larvası (Ashford ve ark., 1989)

2. Klinik Belirtiler genel olarak;

Çocuklarda intestinal parazit enfeksiyonlarının belirtileri genellikle hafif başlar, ancak tedavi edilmezse şiddetlenebilir. Belirtiler arasında en sık şunlar yer alır (Elsheikha ve ark. 2001).

- **Sindirim Problemleri:** İshal, kabızlık, karın ağrısı ve gaz.

• **Büyüme Geriliği:** Parazitlerin çocukların bağırsaklarında besin emilimini engellemesi, beslenme yetersizliğine yol açarak büyüme-gelişmeyi olumsuz etkileyebilir (Steketee, 2003).

• **Anemi:** Bazı parazit türleri, özellikle kanla beslenen parazitler (örneğin, *Ancylostoma duodenale*), kan kaybına ve demir eksikliği anemisine neden olabilir (Brooker ve ark., 2008).

• **Yorgunluk ve Halsizlik:** Parazitlerin besin maddelerini tüketmesi sonucunda çocuklarda yorgunluk ve halsizlik görülebilir.

• **Cilt Problemleri:** Kaşıntı ve döküntüler, özellikle kıl kurdu enfeksiyonlarında yaygındır.

• **Bağışıklık Sistemine Etkileri:** Parazit enfeksiyonları bağışıklık sistemini baskılayarak çocukların diğer hastalıklara karşı dirençlerini azaltabilir (Bethony ve ark., 2006).

3. Tanı Yöntemleri

İntestinal parazit enfeksiyonlarının tanısı, genellikle dışkı incelemeleri ve bazen kan testleri ile yapılır. Aşağıdaki yöntemler sıklıkla kullanılır:

• **Dışkı Mikroskopisi:** Parazitlerin varlığını tespit etmek için en yaygın kullanılan yöntemdir.

• **ELISA Testleri:** Antijen veya antikorların tespiti için kullanılır.

• **Endoskopi:** Şüpheli vakalarda iç organların incelenmesi için yapılabilir.

Sonuç

Çocuklarda intestinal parazitler, önemli sağlık sorunlarına yol açabilir. Erken tanı ve tedavi, çocukların sağlığını korumak açısından kritik öneme sahiptir. Ailelerin, Hijyen eğitimi, temiz suya erişim, iyi hijyen koşulları ve düzenli tarama, bu enfeksiyonların önlenmesinde en etkili yöntemlerdendir. Ayrıca, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) gibi uluslararası kuruluşlar, okul çağı çocuklarında düzenli deworming programları ile parazit enfeksiyonlarının azaltılmasını önermektedir (WHO, 2011).

KAYNAKLAR

- Adam RD. "Biology of Giardia lamblia." *Clinical Microbiology Reviews*, 2001; 14(3): 447-475.
- Altıntaş K. Tıbbi parazitoloji. Ankara: MN Medikal Nobel; 2002
- Anonim 1 erişim adresi(https://www.researchgate.net/figure/Giardia-intestinalis-trophozoites-visualized-by-scanning-and-transmission-electron_fig1_338186289)2024.
- Anonim 2 erişim adresi (https://www.google.com/search?q=enterobius+vermicularis&sca_) 2024.
- Anonim 3 erişim adresi(emanticscholar.org/paper/Acute-intestinal-obstruction-due-to-ascariasis-in-a-Sulmiati-urmantu/fddb07d63db5242e675c603f9fd6df2f7c26791c)2024.
- Ashford, R. W., Barnish, G., & Viney, M. E. (1992). *Strongyloides fuelleborni kellyi*: infection and disease in Papua New Guinea. *Parasitology Today*, 8(9), 314-318.
- Ashton, F. T., & Schad, G. A. (1996). *Strongyloides stercoralis* ve diğer parazitik nematodlardaki amfidler. *Trendler Parazitol. 12*, 187-194.
- Ashford, R. W., & Barnish, G. (1989). *Strongyloides fuelleborni* and similar parasites in animals and man. DI Grove, ed. (Londra: Taylor ve Francis), s. 271-286.
- Bundy, D. A. P., & Cooper, E. S. (1989). Trichuris and trichuriasis in humans. *Advances in parasitology*, 28, 107-173.
- Bethony, J., Brooker, S., Albonico, M., Geiger, S. M., Loukas, A., Diemert, D., & Hotez, P. J. (2006). Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. *The lancet*, 367(9521), 1521-1532.
- Brooker, S., Hotez, P. J., & Bundy, D. A. (2008). Hookworm-related anaemia among pregnant women: a systematic review. *PLoS neglected tropical diseases*, 2(9), e291.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2022). Parasites - Intestinal Worms. [Online] Available at: <https://www.cdc.gov/parasites/intestinalworms/index.html>
- Chai, J. Y., & Park, J. H. (2017). Intestinal Parasitic Infections in Children. *Journal of the Korean Pediatric Society*, 60(2), 57-66.
- Cook, G. C. (1994). Enterobius vermicularis infection. *Gut*, 35(9), 1159.

- Do, K. R., Cho, Y. S., Kim, H. K., Hwang, B. H., Shin, E. J., Jeong, H. B., ... & Choi, M. G. (2010). Intestinal helminthic infections diagnosed by colonoscopy in a regional hospital during 2001-2008. *The Korean journal of parasitology*, 48(1), 75.
- Elsheikha HM, et al. (2001). "*Strongyloides stercoralis*: an update on its biology, epidemiology, and clinical significance." *Clinical Microbiology Reviews*, 14(1): 1-22.
- Garcia, L. S. (2016). *Diagnostic Medical Parasitology*. 5th ed. Washington, DC: ASM Press.
- Nutman, T. B. (2013). "*Strongyloides stercoralis* and strongyloidiasis." *Infectious Disease Clinics of North America*, 2013; 27(2): 337-351.
- McCraw, B., & Jones, K. (2019). Pediatric parasitology: what every clinician should know. *Pediatric Clinics of North America*, 66(6), 1043-1060.
- Özcel, M. A., Özbel, Y., & Ak, M. (2007). Özcel'in tıbbi parazit hastalıkları. Türkiye Parazitoloji Derneği. İzmir: Meta Basım; 2007'a.
- Ok, K. S., Kim, Y. S., Song, J. H., Lee, J. H., Ryu, S. H., Lee, J. H., ... & Lee, H. K. (2009). *Trichuris trichiura* infection diagnosed by colonoscopy: case reports and review of literature. *The Korean journal of parasitology*, 47(3), 275.
- Ortega, Y. R., & Adam, R. D. (1997). *Giardia*: overview and update. *Clinical infectious diseases*, 25(3), 545-549.
- Saygı G. Temel tıbbi parazitoloji. İzmir: Dizgi Baskı Es-Form Ltd.; 2009.
- Stephenson, L. S., Holland, C. V., & Cooper, E. S. (2000). The public health significance of *Trichuris trichiura*. *Parasitology*, 121(S1), S73-S95.
- Steketee, R. W. (2003). Pregnancy, nutrition and parasitic diseases. *The Journal of nutrition*, 133(5), 1661S-1667S.
- Zander, D. A., Thompson, R. C. (2002). "*Enterobius vermicularis*: reappraisal of its role in human health." *Australian Journal of Dermatology*, 43(3), 172-179.
- Wang, D. D., Wang, X. L., Wang, X. L., Wang, S., & An, C. L. (2013). *Trichuriasis* diagnosed by colonoscopy: case report and review of the literature spanning 22 years in mainland China. *International Journal of Infectious Diseases*, 17(11), e1073-e1075.
- WHO. (2020). Soil-transmitted helminth infections. [Online] Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/soil-transmitted-helminth-infections>
- World Health Organization (WHO). (2011). "Helminth control in school-age children: A guide for managers of control programmes."

BÖLÜM 12

KEDİ VE KÖPEKLERDE KORNEA ÜLSERİ TANI VE TEDAVİSİ

Veteriner Hekim Ezgi Sude AYBAK¹

Doç. Dr. Büşra KİBAR KURT²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14565430>

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye, ezgisudeaybak@gmail.com, Orcid ID: 0000-0001-5701-6159

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye, busra.kibar@adu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-1490-8832

GİRİŞ

Kornea gözün en dış tabakasıdır ve görüşün engellenmemesi için saydamlığını koruması önemlidir. Korneada ülser oluşumu opasiteye ve ağrıya neden olur (O'Neill ve ark., 2017).

Veteriner oftalmolojide kedi ve köpeklerde sıklıkla karşılaşılan kornea ülserleri, uzun ve yorucu bir tedavi sürecine sahiptir. Kornea ülserleri derinliğe (yüzeysel, derin, descemetosel) ve iyileşme kolaylığına (komplike, komplike olmayan, dirençli, ilerleyici) göre ayrılabilir. Yüzeysel ülserler kornea epitelini ve bazal membranı içerir, stromal tutulum çok azdır veya hiç yoktur. Derin ülserler ise stromal derinliğin yarısına veya daha fazlasına kadar uzanır ve descemet membranı seviyesine kadar uzanır. Yüzeysel kornea ülserlerinin 5 ila 7 gün içinde iyileşmesi beklenir ancak iyileşme süreci uzayan olgular dirençli olarak kabul edilir ve zamanla boyut veya derinliğin arttığı gözlenen ülserler komplike olarak kabul edilir. Kronik yüzeysel epitel defektler (indolent ülserasyonlar) veteriner hekimlikte sıklıkla karşılaşılan dirençli ülserlerdir (Moore, 2003; Eaton ve ark., 2017; Choi ve ark., 2021).

Kornea ülserini etiyojisinde birçok faktör vardır. Tedavi sürecinde sadece ülserle odaklanmak çoğu zaman başarılı sonuç elde edilmesine engel olmaktadır. Ülserin altında yatan bir neden olup olmadığının belirlenmesi çok önemlidir. Kornea ülseri için olası nedenler arasında göz kapağına ilişkin durumlar örneğin entropiyon, ektropiyon, geniş göz kapağı açıklıkları, fazladan kirpikler, ektopik silyalar; kuru göz sendromu; maruz kalma keratiti; yabancı cisim; Feline Herpes Virüs enfeksiyonu; yüz veya trigeminal sinir felci gibi nörotrofik nedenler; ve travma bulunur. Nedenin ortadan kaldırılmadığı olgularda iyileşme gözlenmeyebilir veya nüklele karşılaşmak olasıdır (Dulaurent ve ark., 2014; Balland ve ark., 2016; Barachetti ve ark., 2020).

Bu bölümde kedi ve köpeklerde kornea ülserlerinin etiyojisi, tanı ve tedavisi ele alınmıştır.

KORNEA'NIN ANATOMİK YAPISI:

Işık, korneanın saydam ve damarsız yapısı sayesinde göze girer ve diğer saydam ortamlardan geçerek retinaya kadar ilerleyebilir. Lensin içinden geçerken kırılan ışık ışınları retinaya ulaşarak elektriksel ve kimyasal enerjiye dönüşür. Elde edilen sinyaller optik sinir tarafından beyne iletilerek analiz

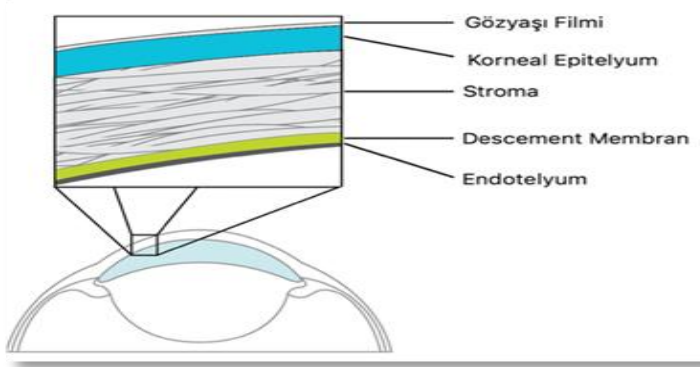
edilir ve görüntü olarak algılanır. Korneanın dış yüzeyi dışbükey olduğundan göz içi organlarını korur, göz içi basıncını korur ve ışığın kırılmasını sağlar. Kornea, doğru epitel tabakası, lamina limitans anterior, stroma tabakası, Descemet membranı ve endotel tabakası olmak üzere 5 tabakadan oluşur. Kornea yüzeyinin kendine özgü bir yapısı vardır. Kornea epitelindeki hücreler keratinize olmamış olmalarına rağmen keratosit olarak adlandırılır ve bulber konjonktivanın devamı olarak kabul edilirler. Keratositler çok katlıdır. Kornea epiteli 3 farklı hücre tipinden oluşur. Bunlar 2-3 sıra yüzey hücresi, 2-3 sıra kanat hücresi ve 1 sıra kolumnar bazal hücre tabakasıdır. Sadece bazal hücreler proliferasyon aktivitesi gösterir. Lamina limitans anterior, bazal hücreler tarafından ifade edilen ince ve homojen bir epitel yapısıdır. Dessement membran endotelyumun bazal membranıdır. Endotel tabakası tek kat hücreden oluşmuştur ve ön kamarayı sınırlandırır. (Van Der Woerdt, 2003; Bentley, 2005; Crispin, 2005;).

Stroma korneanın en kalın tabakasıdır ve düzenli olarak organize olmuş fibröz doku lamellerinden oluşur. Bazı miyelinsiz sinirler (özellikle anteriorda), fibroblastlar (keratositler) ve düzenli dizilmiş kollajen fibriller içerir. Lameller paralel kollajen fibril demetleridir. Fibrillerin düzenli dizilimi şeffaf bir kornea ile sonuçlanır. Fibriller tek tip boyuttadır ve korneanın tüm uzunluğu boyunca, limbustan limbusa, birbirlerine yaklaşık 90° açılarla geçen demetler (lameller) halinde uzanır. Fibrillerin düzenli diziliminde oluşacak bir bozukluk korneanın şeffaflığında azalma veya kayıpla sonuçlanacaktır (Van Der Woerdt, 2003; Crispin, 2005).

Normal bir korneada kan damarları mevcut değildir. Kan damarları ve lenfatik damarlar perilibal dokularda bulunurlar ve limbal damarlar periferik korneanın gaz ve metabolik gereksinimlerine katkıda bulunur. Epitel ve endotel korneanın metabolik olarak en aktif kısımlarıdır (Van Der Woerdt, 2003; Crispin, 2005).

Descemet membranı endotelin bazal membranıdır. Elastik özelliklere sahiptir ve yaş ilerledikçe kalınlığı artar. Kornea endoteli, korneayı dehidrate bir durumda tutmaktan sorumlu, oldukça aktif, tek hücreli bir tabakadır. Endotel hücrelerinde mitotik aktivitesi düşüktür veya hiç yoktur. Hücrelerin kaybı, komşu endotel hücrelerinin defekti örtmek için düzleşmesi ve kayması ile telafi edilir. Çok sayıda endotel hücresinin kaybı kalıcı kornea ödeme neden olabilir (Van Der Woerdt, 2003).

Preoküler gözyaşı filmi, kornea sağlığı ile ayrılmaz bir şekilde bağlantılıdır ve kornea hastalığının araştırılmasında gözyaşı filminin üretimi, dağılımı ve drenajının değerlendirilmesi gereklidir (Crispin, 2005).



Şekil 1: Kornea anatomisinin şematize görünümü

(<https://animalvisioncenterva.com/library/corneal-endothelial-degeneration/>)

1. KORNEA ÜLSERİ ETİYOLOJİSİ:

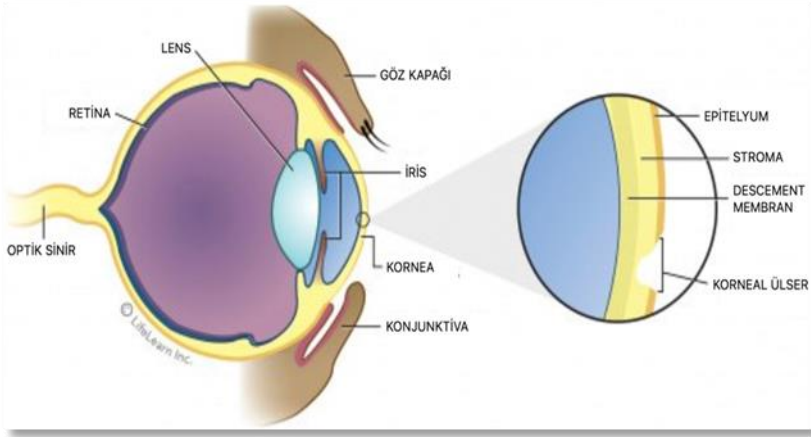
Kornea ülserasyonu, stromal kayıp ve/veya inflamasyonla birlikte epitelde bir defekt olarak tanımlanır (Şekil 2). Bu duruma katkıda bulunan çok sayıda etiyoloji vardır; travma, bakteriyel veya fungal enfeksiyon ve bağışıklık aracılı hastalıklar en çok bildirilen nedenlerdir. Kornea ülseri veteriner oftalmolojide sık karşılaşılan durumlardandır. Kornea ülseri, yetersiz korneal epitel koruması veya kaybından kaynaklanır. Ülser, etkilenen kornea katmanlarına bağlı olarak, yüzeysel veya derin kornea ülseri olarak adlandırılabilir. Yüzeysel kornea ülserleri, kornea epitelinin kaybı ve stromal kayıp olmaksızın kornea stromasının açığa çıkması ile karakterizeyken derin kornea ülserleri stromada da defekt oluşumunu içermektedir (Eaton ve ark., 2017; İonaşcu ve ark., 2020; Choi ve ark., 2021).

Korneal stromal hücre dışı matrisin bozulması, proteolitik enzimler (proteinazlar) ve proteinaz inhibitörleri arasındaki proteolitik enzimler lehine bir dengesizliğin sonucudur. Proteinazlar ve proteinaz inhibitörleri, normal kornea dokusu bakımının bir parçası olarak sağlıklı korneada ve prekorneal gözyaşı filminde doğal olarak bulunur. Ek olarak, proteolitik enzimler mikroorganizmalar tarafından üretilebilir ve salınabilir. Kornea yaralanması durumunda proteinaz aktivitesi artar ve enfeksiyon mevcutsa, enfeksiyöz

organizmalar tarafından salgılanan proteinazlar kornea hasarına daha fazla katkıda bulunur (Verdenius ve ark., 2024).

Kornea ülserine neden olan pek çok farklı neden bulunmaktadır. Enfeksiyon, alerji, trichiasis, distichiasis, ektoptik silia, entropion, travma, yabancı cisim veya gözyaşı eksikliğinden kaynaklanabilir (Kim, Won ve Jeong, 2009).

Travma bariz bir nedendir ve bazen altında yatan başka bir neden bulunabilmektedir yani ülserin nedeni tek başına travma olmayabilir. Altta yatan başka bir hastalık korneayı zayıflatır ve nispeten küçük bir travma sonucu ülser şekillenmiş olur. Eğer kornea sağlıklı olsaydı bu derecede bir travma ülserine neden olmazdı. Bunun bir örneği akut keratokonjonktivitis sicca (KCS)'dir. Düşük gözyaşı üretimi genellikle ülserasyonun bir nedeni olarak göz ardı edilir, ancak özellikle predispoze ırklarda dikkate alınmalıdır (Van Der Woerdt, 2003).



Şekil 2: Kornea ülserinin şematize görüntüsü
(https://www.cavalierhealth.org/corneal_melting.htm)

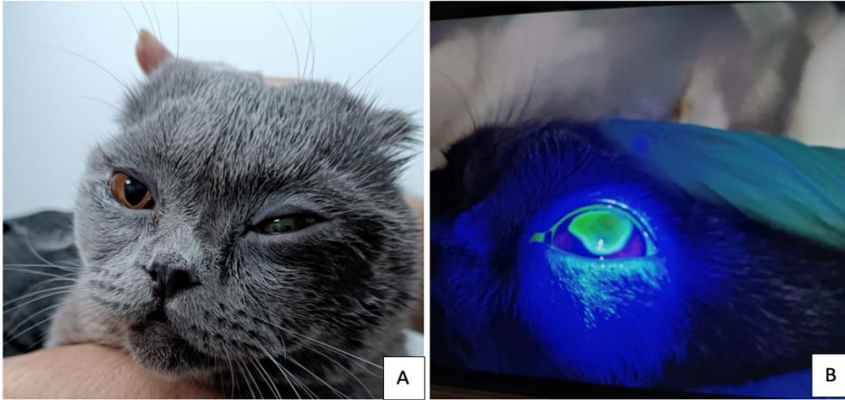
Kornea koruyucu bir prekorneal gözyaşı filmi ile kaplıdır. Gözyaşı film tabakasının etkilenmesine neden olan durumlar korneanın kurumasına neden olur ülser oluşumuna ortam hazırlar. Anestezi sırasında gözyaşı üretimi azalır bu nedenle korneanın kurumasına engel olunmalıdır. Bu amaçla jel formunda (suni göz yaşı) oftalmik ürünler kullanılabilir (Park ve ark., 2013).

Brakisefalik ırklar hem kedilerde hem de köpeklerde kornea ülserine yatkın ırklardır, çünkü kornea açıklığı, göz kapağı fissüründe artış, kornea

hassasiyetinde azalma, çoklu palpebral anormallikler ve nasal kıvrımlar gibi çeşitli morfolojik özelliklere sahiptirler. Nasal kıvrım olan köpeklerde kornea ülserlerinin görülme sıklığı burun kıvrımı olmayanlara göre yaklaşık beş kat daha fazladır (O'Neill ve ark., 2017; İonaşcu ve ark., 2020; Mezzadri ve ark., 2021).



Resim 1: Pekinez ırkı köpek. Travma sonucu şekillenen kornea ülseri.



Resim 2: Scottish Fold ırkı kedi. (A) Sol gözünün klinik görünümü. (B) Floresein boyama sonrasındaki boya tutulumunun görünümü

Bunun dışında özellikle klinik belirtilerin akut başladığı genç, aktif köpeklerde yabancı cisim varlığından da şüphelenilmelidir. Anormal kirpikler de kornea ülserinin nedeni olabilir. Distichiae, göz kapaklarının Meibomian bezlerinden kaynaklanan anormal kıllardır. Göz kapağı kenarında ortaya çıkarlar ve yalnızca sert olduklarında korneada ülserasyona neden olurlar. Birçok köpekte distichiae nispeten yumuşaktır ve kronik konjonktivite neden

olabilmelerine rağmen, nadiren kornea ülserine neden olurlar. Ektopik kirpikler, Meibomian bezlerinden kaynaklanan ve konjonktivadan geçerek doğrudan korneayı tahriş eden anormal kıllardır. Bunlar iyileşmeyen ağrılı kornea ülserlerine neden olabilir veya tedavi kesilir kesilmez hemen tekrarlayabilir. Trikiyazis, kılların anormal yönü nedeniyle normal kılların kornea ile temas halinde olduğu bir durumdur (Van Der Woerd, 2003; İonaşcu ve ark., 2020).

Spontan kronik kornea epitel defektleri (SCCED), mikrobiyal enfeksiyon ve fasyal sinir paralizisi de kornea ülseri etiolojisinde rol oynamaktadır. Köpeklerde SCCED, normal epitel yara iyileşmesi yoluyla çözülemeyen kronik erozyonlardır. Bu duruma boxer erozyonları, indolent erozyonlar veya ülserler, köpek tekrarlayan erozyonları, tekrarlayan epitelyal erozyonlar, persiste korneal erozyonlar, refrakter korneal ülserler, iyileşmeyen erozyonlar ve idiyopatik persiste korneal erozyonlar gibi çeşitli isimler verilmiştir (Bentley, 2005; İonaşcu ve ark., 2020).

İndolent (iyileşmeyen) ülserler, çok yüzeysel olan ve iyileşmeyen ülserlerdir ve Boxer indolent ülser oluşumuna predispoze bir ırktır. Epitelin kornea stromasına uygun şekilde yapışmasını engelleyen bir bazal membran defekti mevcuttur. Nispeten küçük travmalar korneal ülserasyonla sonuçlanır. İndolent ülserler her ırktan yaşlı köpeklerde gözlenebilir (La Croix, Van Der Woerd ve Olivero, 2001; İonaşcu ve ark., 2020).

3.KORNEA ÜLSERİ TANISI:

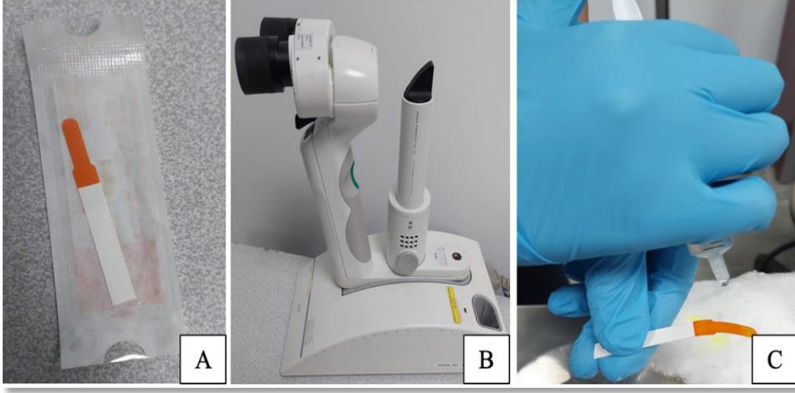
Hastalarda klinik olarak konjonktival hiperemi, fotofobi, blefarospazm, kornea ödemi, epifora, ve muhtemelen refleks üveit (miyozis ve aköz flare) gözlenir. Tanı bu klinik bulgulara ve korneal stromanın floresein tutulumu ile mümkündür (İonaşcu ve ark., 2020).



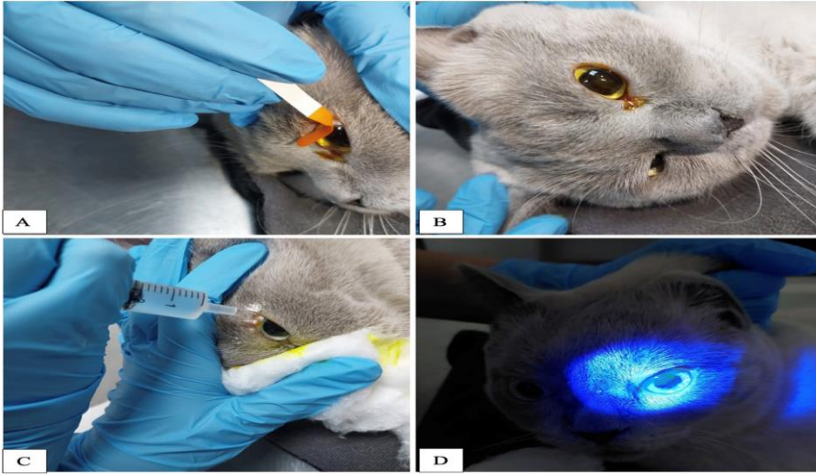
Resim 3: Terrier ırkı köpek. (A) Sol gözünün klinik görünümü. (B) Floresein boyama sonrasındaki boya tutulumunun görünümü.

Kornea ülserinin değerlendirilmesi için getirilen her hastada tam bir oftalmik muayene yapılmalıdır. Lokal anestetik solüsyon veya floresein boyası damlatılmadan önce gözyaşı üretiminin ölçülmesi gerekir. Sonuçların mevcut göz hastalığıyla ilişkili olarak değerlendirilmesi önemlidir. Kornea ülseri genellikle çok ağrılıdır ve bol miktarda gözyaşı üretimiyle sonuçlanmalıdır. Kornea ülseri olan bir gözde Schirmer Gözyaşı Testi sonucunun 15 mm/dk olması altta yatan potansiyel bir hastalık olarak KCS'ye işaret edebilir. Diğer gözde gözyaşı üretiminin ölçülmesi genellikle o gözde de KCS varlığını ortaya çıkaracaktır. Göz kapakları ve göz kapağı kenarları, anormal kirpiklerin varlığı açısından güçlü bir ışık kaynağı ve bir büyüteç kullanılarak değerlendirilmelidir (Van Der Woerd, 2003).

Korneaya uygulanan floresein boya, kornea stroması tarafından tutulum gösterecektir. Sağlam epitel, descemet membran veya endotel boya almayacaktır. Çünkü Floresein suda çözünen bir boyadır ve tüm hidrofilik yapılar tarafından tutulur ancak hidrofobik yapılar tarafından tutulmaz bu nedenle boya hidrofilik stroma tarafından tutulur. Korneadaki sığ çukurlarda boyanın “birikmesini” önlemek için floresein boya uygulandıktan sonra korneanın iyice durulanması önemlidir. Kobalt mavisi ışık kullanımı floresein alımının tespitini büyük ölçüde kolaylaştıracaktır. Korneada floresein pozitif bir halka ile çevrili berrak bir alanın varlığı descemetosel varlığını gösterir. Bir kornea perforasyonu ülserin merkezinde kan, fibrin ve muhtemelen iris varlığıyla tanınabilir (Van Der Woerd, 2003; Maggs, Miller ve Ofri, 2007).



Resim 4: Floresein göz boyamada kullanılan malzemeler. (A) Florescein kağıdı. (B) Slit lamp. (C) Florescein kağıdını ıslatmak amacıyla kullanılan %0.9 NaCl.



Resim 5: (A) Florescein kağıdı ile korneanın boyanması. (B) Gözün florescein boya ile boyanmış hali. (C) Florescein boyanın durulanması. (D) Korneanın slit lamp'in kobalt mavsi ışığı altında incelenmesi.



Resim 6: Kornea ülserinde floresein tutulumu. (A) Melez 3 yaşlı kedide travma kaynaklı kornea ülseri. (B) Melez 1 yaşlı köpekte travma kaynaklı kornea ülseri.

Enfekte bir kornea ülserinin belirtileri arasında şiddetli ağrı, belirgin miyozis ve kornea ödemi yer alır. Ülserin yakınındaki beyaz bir infiltrat, ülser bölgesinde beyaz kan hücrelerinin varlığını gösterir. Korneal kan damarlarının varlığı veya yokluğu kornea ülserinin süresinin tahmin edilmesine yardımcı olacaktır (Van Der Woerdt, 2003).



Resim 7: British Shorthair ırkı kedi. (A) Korneal neovaskülarizasyon varlığı görülmektedir. (B) Sağ gözün medial açısında mukoid gözyaşı akıntısı birikimi görülmektedir.

İndolent ülser/SCCED oftalmik muayenede yüzeysel bir kornea ülseri ve epitel kenarlarında kabarıklık şeklinde görülür. Erozyon, floresein ile difüz boyanma ile öne çıkar ve daha az yoğun bir floresein boyanma halkası defekti çevreler. Lezyon yüzeyseldir ve stromal madde kaybı yoktur. Kornea ödemi erozyon alanı ile sınırlıdır. Kornea ülserinin boyutu göz önünde

bulundurulduğunda oküler ağrı genellikle nispeten azdır. İyileşmeyen bir ülser için KCS, yabancı cisim ve ektopik silia gibi diğer tüm nedenlerin ekarte edilmesi önemlidir (Van Der Woerd, 2003; Bentley, 2005).

4. KORNEA ÜLSERİ TEDAVİSİ:

Kornea ülserinin tedavisi, ülserin derecesine bağlıdır. Korneanın her bir bileşeni farklı bir hızda iyileşir ve basit kornea ülseri stromaya ilerlemeden 7 gün içinde iyileşebilir. Gecikmiş kornea iyileşmesi, neovaskülarizasyon ve üveit gibi komplikasyonlara yol açabilir. Yetersiz stromal rejenerasyon, göz küresini korumak adına zayıf bir kornea yapısı oluşumuyla sonuçlanabilir (Choi ve ark., 2021).

Kornea ülseri olgularında tedavinin başarılı olabilmesi için primer nedenin ortadan kaldırılması önemlidir. Örneğin Keratokonjonktivitis Sicca'nın lokal siklosporin ile tedavisi gerekir. Ayrıca korneanın iyileşme süresi sistemik hastalıkların varlığından da etkilenebilir. Hiperadrenokortisizm ve diabetes mellitusun kornea ülserlerinin iyileşmesini geciktirdiği bilinmektedir (Ionaşcu ve ark., 2020; Choi ve ark., 2021).

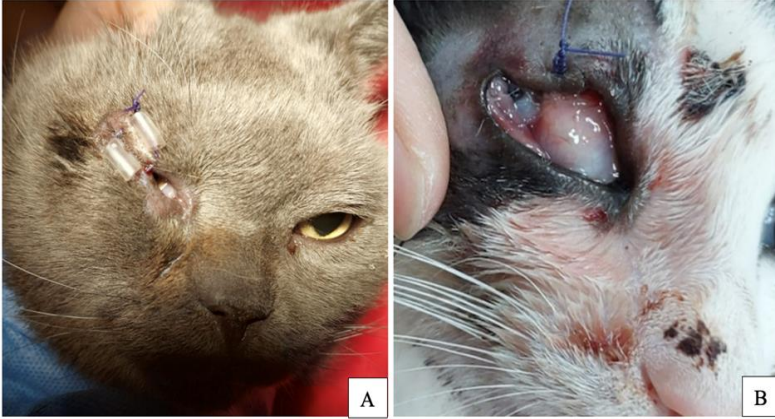
Yaygın olarak kullanılan ilaçlar arasında antibiyotik, atropin ve antikollagenaz özellikli damlalar bulunmaktadır. Antibiyotik damlalar veya merhemlerle tedavi edilen hafif ülserlerin iyileşme süresi 14 ila 180 gün arasında değişmektedir. Köpeklerde bu iyileşme sürecini kısaltmak için çeşitli tedaviler önerilmiştir. Kullanılabilecek ek ilaçlar arasında lokal hiperosmotik solüsyonlar veya merhemler, epidermal büyüme faktörü, polisülfatlanmış glikozaminoglikanlar, kontakt lensler yer almaktadır (La Croix ve ark., 2001; Van Der Woerd, 2003).

Antibiyotik kullanımı, kornea ülserinin enfeksiyon kaynaklı ciddi komplikasyon riskleri olduğundan hemen hemen tüm olgularda endikedir. Rutinde ülserler için geniş spektrumlu antibiyotik kullanımı tercih edilmektedir, örneğin Neomisin, Basitrasin ve Polimiksin gibi. Gentamisin gibi güçlü antibiyotikler, bol miktarda göz akıntısı veya kornea stromasının renk değiştirmesi gibi enfeksiyon belirtileri olmadığı sürece endike değildir. Pupil küçükse veya üveit mevcutsa atropin endikedir. Miyozis genellikle yüzeysel ülserlerden kaynaklanan akson refleksiyle daha yoğun olabilir (Gelatt, 2013).

Cerrahi prosedürler arasında gevşek epitelin debride edilmesi, konjonktival pedikül grefti, grid veya punktat keratotomi, üçüncü göz kapağı

flebi, tarsorafı, yüzeysel/derin keratektomi ve greft uygulamaları yer almaktadır (La Croix ve ark., 2001).

Kornea lezyonunun derinliği kornea kalınlığının %50'si veya daha derin olduğunda, derin kornea ülserasyonunda cerrahi müdahale endikedir. İyileşmeyi hızlandırmak, kaybedilen dokuyu onarmak ve mümkün olan en iyi görsel sonucu elde etmek için otolog, allojenik, ksenojenik greftler ve biyomalzemeler kullanılmaktadır. Ksenojenik greftler ve biyomalzemeler, defekt boyutu veya greftin bulunmasıyla ilgili kısıtlamalar nedeniyle otolog veya allojenik kornea greftler mümkün değilse düşünülebilir. Domuz mesane hücreli matrisi, amniyotik membranlar, sığır perikardı ve domuz ince bağırsak submukozası, köpeklerin derin kornea defektlerinin tedavisinde başarıyla uygulanan biyomalzemelerdir. Bu greft materyalleri, dikişler kullanılarak defektin kenarında sağlam periferik kornea dokusuna sabitlenir (Bussieres ve ark., 2004; Vanore ve ark., 2007; Kim ve ark., 2009; Dulaurent ve ark., 2014; Balland ve ark., 2016; Chow ve Westermeyer, 2016; Costa ve ark., 2019; Barachetti ve ark., 2020).



Resim 8: (A) British Shorthair ırkı kedide yapılan tarsorafı uygulaması. (B) Tuxedo ırkı kedide üçüncü göz kapağı ile yapılan tarsorafı uygulaması.

Cerrahi tedavi hızlı ilerleyen kornea ülserlerinde, descemetocele veya kornea perforasyonu mevcut olduğunda endike olmaktadır. Enfekte olmayan yüzeysel kornea ülserleri, köpeklerde üçlü antibiyotik veya gentamisin ve kedilerde tetrasiklin merhem gibi lokal antibiyotik solüsyonu veya merhem ile tedavi edilebilir. Tedavinin günde üç ila dört kez yapılması gerekir. Ağrılı bir siliyer spazm mevcutsa atropin kullanılabilir. Ülser iyileşmemişse, altta yatan

hastalıkların varlığı açısından kapsamlı bir yeniden değerlendirme gereklidir (Van Der Woerdt, 2003).

Şiddetli ülseratif korneal lezyonlar, heterolog/homolog doku, aselüler biyomateryal ve sentetik materyal gibi çeşitli materyaller kullanılarak cerrahi olarak tedavi edilebilir (Mezzadri ve ark., 2021).

Orta stromal kornea ülserinin daha yakından izlenmesi gerekir. İlk tedavi yüzeysel ülser için tarif edilene benzer olabilir, ancak ilaçlar daha yüksek bir sıklıkta (her 4 saatte bir) kullanılmalıdır. Korneadan kültür için örnek alınması endike olabilir. Pupillanın dilate kalması için sıklıkla atropin gerekir. Mevcut tedavinin etkili olup olmadığını belirlemek için gözün 24-48 saat içinde yeniden değerlendirilmesi gerekir. İyileşmenin ilk belirtisinin kötüleşmenin olmaması olduğunu unutmamak önemlidir. İyileşme fark edilirse, ilaç sıklığı 5-7 gün içinde yeniden değerlendirilerek günde 3-4 defaya düşürülebilir. Kötüleşme fark edilirse, derin kornea ülseri olarak tedavi edilmesi gerekir (Van Der Woerdt, 2003).

Derin kornea ülseriyle, kornea perforasyonlarıyla ve descemetosellerle veteriner oftalmolojide sıklıkla karşılaşılmaktadır ve görme kaybını önlemek aynı zamanda göz küresinin anatomik yapılarının korunmasını sağlamak için bunların hızlı bir şekilde tedavi edilmesi gerekmektedir. Derin kornea ülserleri agresif tıbbi veya cerrahi tedavi gerektirir. Ülser enfekte görünüyorsa, sitoloji için bir örnek alınabilir. Genellikle bakteri kültürüne bakılması ve antibiyogram testinin yapılması gereksiz antibiyotik kullanımına bağlı oluşabilecek antibiyotik direncinin önüne geçecektir. Tedavi tamamlanana kadar elizabeth yakalık gereklidir. Gram negatif bakteriler mevcutsa lokal siprofloksasin veya tobramisın kullanılabilir. Birçok Pseudomonas türünün gentamisine dirençli olduğu için lokal gentamisın gram negatif enfeksiyonların tedavisinde iyi bir seçim değildir. Tedavinin ilk günlerinde iyileşme fark edilene kadar her 1-2 saatte bir damla uygulanması uygundur. Pupillanın dilate edilmesi için başlangıçta günde dört defaya kadar atropin kullanılması gerekebilir. Daha sonra pupillayı genişletmek için gerektiği kadar kullanılır. Kollajenaz aktivitesi mevcut görünüyorsa, serum kullanımından bir miktar fayda elde edilebilir. Bu tedavinin etkinliği tartışmalıdır, ancak diğer tedavi yöntemleri (cerrahi gibi) mevcut değilse kesinlikle kullanılması düşünülebilir. Serum buzdolabında saklanmalıdır. Anti-kollajenaz aktivitesinin serumda ne kadar süreyle mevcut olduğu bilinmemektedir (Van Der Woerdt, 2003; Mezzadri ve ark., 2021).

Hızlı ilerleyen kornea ülseri (eriyen ülser/melting kornea), descemetosel veya kornea perforasyonunda cerrahi tedavi tercih edilebilir. Üçüncü göz kapağı flebinin yerleştirilmesi derin kornea ülserleri için önerilmemektedir çünkü üçüncü göz kapağı flebi ülsere doğrudan kan akışı sağlamaz, sadece bir bandaj görevi görür ve ülserli bölgenin yakından izlenmesini engeller. Derin bir kornea ülseri veya descemetosel en iyi konjonktival pedikül grefti yerleştirilerek tedavi edilir. Konjonktivadan bir konjonktiva şeridi alınır ve ülserli alan üzerine döndürülür, şeridin tabanı konjonktivaya bağlı kalır. Konjonktival pedikülün ince olması önemlidir. Kalın greftler ameliyattan sonra kalın yara izlerine neden olur. Greft üzerindeki gerginlik, erken retraksiyon ve greft başarısızlığı için bir başka predispozan faktördür. Bir korneal perforasyon, korneal skleral transpozisyon kullanılarak cerrahi olarak onarılabilir. Bu prosedürde, perfore alana bitişik korneadan bir kornea grefti alınır, konjonktiva kornea greftine bağlı kalır sonrasında greft korneal defekte dikilir ve bağlı konjonktiva korneal donör bölgeyi örter. Bu prosedür, perforasyon alanında potansiyel olarak berrak bir kornea avantajına sahiptir. Bu özellikle merkezi yerleşimli kornea perforasyonlarında önemlidir. Perforasyonu onarmak için diğer donör doku kaynaklarını kullanmak da mümkündür (Van Der Woerdt, 2003).

Köpeklerde iyileşmeyen ülser için birden fazla tedavi seçeneği mevcuttur. İlk adım her zaman (kuru) steril bir pamuklu çubuk kullanarak gereksiz epitelin debridmanıdır. Sağlıklı kornea stromasını ortaya çıkarmak için ek prosedürler de sıklıkla uygulanır. Örnekler arasında grid keratotomi veya punktat keratotomi yer alır. Sonrasında bakım, atropinli veya atropinsiz lokal antibiyotik tedavisinden oluşur. Köpekler birkaç gün boyunca gözde artan ağrı yaşayabilir. Sistemik karprofen veya diğer uygun nonsteroidal analjezikler birkaç gün için reçete edilebilir. Tedaviye rağmen devam eden ülserler en iyi yüzeysel keratektomi ile tedavi edilir (Van Der Woerdt, 2003).

Ülserin debridmanı yalnızca hafif ülser mevcut olduğunda endikedir. İndolent ülserler köpeklerde genellikle kornea stromasını etkilemiyor gibi görünmektedir. Bir kornea ülseri stromayı etkilediğinde (korneada bir girinti görülecektir), debridman veya grid keratotomi endike değildir ve korneada gereksiz travmaya neden olabilir (Van Der Woerdt, 2003).

SCCED'lerin tedavisinde çoklu tedavi yöntemleri önerilmiştir. SCCED'ler tanım gereği nonseptik olduğundan, sık antibiyotik uygulaması gerekli değildir ve korneal yara iyileşmesini geciktirebilir. Lokal

antibiyotikler yalnızca profilaktik olarak uygulanır ve yalnızca 12 ila 8 saatte bir uygulama gerekir (Bentley, 2005).

Kedilerdeki iyileşmeyen ülserler köpeklerdeki iyileşmeyen ülserlerden farklıdır. Oftalmik muayene bulguları köpeklerdekine benzerdir. Bazı kedilerde iyileşmeyen ülserler ile FHV-1 arasında bir ilişki olabilir. FHV-1 konjonktivit belirtileri mevcutsa lokal antiviral tedavi endikedir. Punktat keratotomi veya grid keratotomi gibi prosedürler kedilerde uygulanmamalıdır. İyileşmeyi hızlandırmazlar ve korneal sekestrum gelişimine zemin hazırlayabilirler (Van Der Woerd, 2003).

Yapılan bir çalışmada kedi ve köpeklerde farklı kornea ülseri tiplerinde subkonjonktival otolog (Platelet Rich Plasma) PRP enjeksiyonunun etkisi incelenmiştir. Çalışmada otolog PRP'nin hem köpeklerde hem de kedilerde farklı kornea ülseri tiplerini iyileştirdiği saptanmıştır. Ayrıca yapılması gereken enjeksiyon sayısının olguya bağlı olduğu ortaya konulmuştur. Çoğunlukla köpeklerde tam iyileşme için iki enjeksiyona, kedilerde ise üç enjeksiyona ihtiyaç duyulduğu görülmüştür (Farghali ve ark., 2021).

Konjonktival greft, kornea ülserlerinin cerrahi çözümü için kullanılan en yaygın tekniktir. Konjonktival greftlerin uygulanması kolaydır, homolog doku olması reddedilme riskinin önüne geçer, korneal destek, korneal defektleri doldurmak için fibrovasküler doku ve kan kaynağı sağlar. Her türlü konjonktival greftleme prosedüründe en yaygın komplikasyon greftin açılması ve rezidüel korneal fibrozise bağlı olarak farklı derecelerde görme bozukluğudur. Buna ek olarak, konjonktival greft özellikle kornea perforasyonu veya geniş descemetosel durumunda iyi bir tektonik destek sağlamaz (Mezzadri ve ark., 2021).

Korneokonjonktival transpozisyon, hafiften derine keratektomiye takiben sağlıklı bir kornea ve ona bağlı bulber konjonktivadan keratektomi bölgesine bir pedikülün transpozisyonunu içerir. Bu tekniğin çeşitli avantajları vardır: homolog doku kullanımı; anında vasküler destek sağlaması; şeffaf bir korneanın transpozisyonu ve konjonktival greftlemeye kıyasla daha az merkezi veya aksiyal korneal skar ve iyi tektonik destektir. En yaygın kısıtlamalar, sağlıklı korneanın yaralanması ve geniş lezyonlarda uygulanamamasıdır. Yakın zamanda, tek bir kedide yoğun bir kornea sekestrumunun tedavisi için çift yönlü bir korneo-konjonktival transpozisyon tanımlanmıştır. Bu yenilikçi tekniğin, özellikle keratomalazi varlığında, iris prolapsusu olan veya olmayan büyük perforasyonların cerrahi çözümünde

uygulanabilirliğini doğrulamak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Mezzadri ve ark., 2021).

Çok sayıda çalışma hyaluronik asidin hem in vitro hem de in vivo olarak korneal yara iyileşmesini hızlandırdığını göstermiştir. Sonuç olarak, lokal hyaluronik asit köpek hastalarda yüzeysel korneal ülserasyonların tedavi rejimine yaygın olarak dahil edilmektedir (Gronkiewicz ve ark., 2017).

Taze veya dondurulmuş homolog veya heterolog kornea dokusu kullanılarak yapılan lameller ve penetran transplantasyonlar derin yaralar veya çok geniş lezyonlar için uygundur. Yüksek düzeyde tektonik destek nedeniyle, bu teknikler descemetocel veya korneal perforasyonun yönetiminde de yararlıdır. Taze korneanın alınması zordur ve dondurulduğunda saklanması için uygun bir donör ve dondurucu gerekir. Bu tekniklerin en büyük dezavantajı yüksek greft reddi oranı ve gözün intraoküler cerrahiye verdiği enflamatuvar yanıtıdır (Mezzadri ve ark., 2021).

Artık piyasada elde edilmesi ve saklanması kolay çeşitli aselüler biyomateryaller bulunmaktadır. Ayrıca aselüler olmaları daha düşük bağışıklık tepkisi ve dolayısıyla sınırlı greft reddi ile ilişkilidir, ve korneanın nihai şeffaflığı iyidir. Bununla birlikte, perforasyon veya çok derin ülserasyon durumunda tek başlarına kullanılmaları önerilmez ve bazı yazarlar kolajenöz yapılarının potansiyel olarak kolajenazların etkisi için bir substrat olarak kullanılabileceğini öne sürmektedir (Mezzadri ve ark., 2021).

Kornea hasarının tıbbi tedavisi hastalar ve hayvan sahipleri için uzun süren bir süreçtir ve yorucudur. Kolajen bariyer uygulaması (Resim 9) sık sık göz damlası uygulama ihtiyacını ortadan kaldırır ve kolayca uygulanabilir. Kornea ülseri/yarası olgularında kolajen bariyer uygulaması göz damlası yerine pratik ve etkili bir tedavi aracı olarak önerilebilir (Kıbar Kurt ve Belge, 2021).



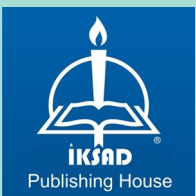
Resim 9: Korneal lezyonda dehidre korneal kollajen bariyer uygulaması (Kıbar Kurt ve Belge, 2021).

KAYNAKLAR

- Balland, O., Poinard, A. S., Famose, F., Gouille, F., Isard, P. F., Mathieson, I., & Dulaurent, T. (2016). Use of a porcine urinary bladder acellular matrix for corneal reconstruction in dogs and cats. *Veterinary ophthalmology*, 19(6), 454-463.
- Barchetti, L., Zanni, M., Stefanello, D., & Rampazzo, A. (2020). Use of four-layer porcine small intestinal submucosa alone as a scaffold for the treatment of deep corneal defects in dogs and cats: preliminary results. *Veterinary Record*, 186(19), e28-e28.
- Bentley, E. (2005). Spontaneous chronic corneal epithelial defects in dogs: a review. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 41(3), 158-165.
- Bussieres, M., Krohne, S. G., Stiles, J., & Townsend, W. M. (2004). The use of porcine small intestinal submucosa for the repair of full-thickness corneal defects in dogs, cats and horses. *Veterinary Ophthalmology*, 7(5), 352-359.
- Choi, H., Kim, S. E., Kim, T., Jang, J., Hwang, S. Y., & Seo, K. (2021). Clinical Features and Prognosis of Corneal Ulcers in Dogs with Chronic Kidney Disease. *Journal of veterinary clinics*, 38(3), 115-119.
- Chow, D. W., & Westermeyer, H. D. (2016). Retrospective evaluation of corneal reconstruction using AC ell Vet™ alone in dogs and cats: 82 cases. *Veterinary ophthalmology*, 19(5), 357-366.
- Costa, D., Leiva, M., Sanz, F., Espejo, V., Esteban, J., Vergara, J., ... & Peña, M. T. (2019). A multicenter retrospective study on cryopreserved amniotic membrane transplantation for the treatment of complicated corneal ulcers in the dog. *Veterinary ophthalmology*, 22(5), 695-702.
- Crispin, S. M. (2005). *Notes on Veterinary Ophthalmology*. (S. M. Crispin, Ed.) (1. bs.). Blackwell Science.
- Dulaurent, T., Azoulay, T., Gouille, F., Dulaurent, A., Mentek, M., Peiffer, R. L., & Isard, P. F. (2014). Use of bovine pericardium (Tutopatch®) graft for surgical repair of deep melting corneal ulcers in dogs and corneal sequestra in cats. *Veterinary ophthalmology*, 17(2), 91-99.
- Eaton, J. S., Hollingsworth, S. R., Holmberg, B. J., Brown, M. H., Smith, P. J., & Maggs, D. J. (2017). Effects of topically applied heterologous serum on reepithelialization rate of superficial chronic corneal epithelial defects in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 250(9), 1014-1022.

- Farghali, H. A., AbdElKader, N. A., AbuBakr, H. O., Ramadan, E. S., Khattab, M. S., Salem, N. Y., & Emam, I. A. (2021). Corneal ulcer in dogs and cats: novel clinical application of regenerative therapy using subconjunctival injection of autologous platelet-rich plasma. *Frontiers in veterinary science*, 8, 641265.
- Gelatt KN. (2013). *Veterinary Ophthalmology*. (K. Gelatt, B. Gilger ve T. Kern, Ed.) (C. 2). Wiley-Blackwell.
- Gronkiewicz, K. M., Giuliano, E. A., Sharma, A., & Mohan, R. R. (2017). Effects of topical hyaluronic acid on corneal wound healing in dogs: a pilot study. *Veterinary ophthalmology*, 20(2), 123-130.
- IONAȘCU, I., ARGĂSEALĂ, A., Seralp, U. Z. U. N., Gîrdan, G., GÎRLOANȚĂ, A., & Calentaru, V. (2020). A new eye drop formulation used in the management of corneal ulcers in dogs and cats. *Agrolife scientific journal*, 9(1).
- Kurt, B. K., & Belge, A. (2021). Investigation of the effectiveness of dehydrated corneal collagen barriers on corneal defects: An experimental rabbit model. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*.
- Kim, J. Y., Choi, Y. M., Jeong, S. W., & Williams, D. L. (2009). Effect of bovine freeze-dried amniotic membrane (Amnisite-BA™) on uncomplicated canine corneal erosion. *Veterinary ophthalmology*, 12(1), 36-42.
- Kim, J. Y., Won, H. J., & Jeong, S. W. (2009). A retrospective study of ulcerative keratitis in 32 dogs. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 7(1/2), 27-31.
- La Croix, N. C., van der Woerd, A., & Olivero, D. K. (2001). Nonhealing corneal ulcers in cats: 29 cases (1991–1999). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 218(5), 733-735.
- Maggs, D., Miller, P. ve Ofri, R. (2007). *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology (Fourth.)*. Saunders.
- Mezzadri, V., Crotti, A., Nardi, S., & Barsotti, G. (2021). Surgical treatment of canine and feline descemetocelles, deep and perforated corneal ulcers with autologous buccal mucous membrane grafts. *Veterinary Ophthalmology*, 24(6), 599-609.
- Moore, P. A. (2003). Diagnosis and management of chronic corneal epithelial defects (indolent corneal ulcerations). *Clinical techniques in small animal practice*, 18(3), 168-177.

- O'Neill, D. G., Lee, M. M., Brodbelt, D. C., Church, D. B., & Sanchez, R. F. (2017). Corneal ulcerative disease in dogs under primary veterinary care in England: epidemiology and clinical management. *Canine genetics and epidemiology*, 4, 1-12.
- Park, Y. W., Son, W. G., Jeong, M. B., Seo, K., Lee, L. Y., & Lee, I. (2013). Evaluation of risk factors for development of corneal ulcer after nonocular surgery in dogs: 14 cases (2009–2011). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 242(11), 1544-1548.
- Van Der Woerd, A. (2003). Clinical management of corneal ulceration in dogs and cats. *Small Animal içinde* (ss. 714-715). <https://cabidigitallibrary.org> adresinden erişildi.
- Vanore, M., Chahory, S., Payen, G., & Clerc, B. (2007). Surgical repair of deep melting ulcers with porcine small intestinal submucosa (SIS) graft in dogs and cats. *Veterinary ophthalmology*, 10(2), 93-99.
- Verdenius, C. Y., Broens, E. M., Slenter, I. J., & Djajadiningrat-Laanen, S. C. (2024). Corneal stromal ulcerations in a referral population of dogs and cats in the Netherlands (2012–2019): bacterial isolates and antibiotic resistance. *Veterinary Ophthalmology*, 27(1), 7-16.



ISBN: 978-625-378-060-9