



TÜRKİYE VE DÜNYADA VETERİNER PARAZİTOLOJİSİ

Editör: Doç.Dr.Aykut ZEREK

yaz
yayınları

Türkiye ve Dünyada Veteriner Parazitolojisi

Editör

Doç.Dr. Aykut ZEREK

yaz
yayınları

2025

**Türkiye ve Dünyada Veteriner
Parazitolojisi**

Editör: Doç.Dr. Aykut ZEREK

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8678-84-0

Aralık 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Zoonotik <i>Cryptosporidium</i> spp. Parazitinin Bulaşmasında Yaban Kuşlarının Rolü	1
<i>Aykut ZEREK, İpek ERDEM</i>	
Balıkesir Bölgesinde Ergin Bal Arılarında (<i>Apis Mellifera</i>) Nosemosis Hastalığında Timol, Mentol ve Okaliptus Esansiyel Yağlarının Saha Koşullarında Etkinliklerinin Karşılaştırılması	17
<i>Mehmet ÖZÜİÇLİ</i>	
Akvaryum Balıklarında Görülen Parazitler.....	36
<i>Hakkı ÜNLÜ, Ahmet Hakan ÜNLÜ</i>	
Toprak Kaynaklı Helmint Enfeksiyonları Küresel Yük, İnsidans Ve Önleme Stratejileri	49
<i>Ayşe KARAKUŞ, Vural DENİZHAN</i>	
Kedi ve Köpeklerde Sık Karşılaşılan Sindirim Sistemi Helmintlerinin Tespiti ve Yaygınlığı	62
<i>Mehmet ÖZÜİÇLİ</i>	
Yaban Kuşlarında Trikomoniyazis: Epidemiyoloji, Klinik Bulgular ve Koruma Yaklaşımları	83
<i>İpek ERDEM</i>	

"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 sorumluluk da yazarlara aittir."

ZOONOTİK CRYPTOSPORIDIUM SPP. PARAZİTİNİN BULAŞMASINDA YABAN KUŞLARININ ROLÜ

Aykut ZEREK¹

İpek ERDEM²

1. GİRİŞ

Yaban hayatı, bulaşıcı ajanların insanlara yayılmasında tarihsel olarak önemli bir rol oynamaktadır. Rezervuarı yaban hayvanları olan zoonotik hastalıklar günümüzde tüm kıtalarda etkili olarak ciddi bir halk sağlığı sorunu hâline gelmiştir. Bu hastalıkların önemi giderek artmakta ve konuya yönelik daha fazla bilimsel odaklanmaya ihtiyaç duyulmaktadır. İnsanlarda tanımlanmış 1400'ün üzerinde enfeksiyon etkeninin yaklaşık %62'si zoonotik özellik göstermektedir (González-Barrio, 2022). Yaban hayvanları önemli bir zoonotik patojen rezervuarı olarak işlev görmekte; bu hayvanlar hastalık etkenlerini insanlara ve evcil hayvanlara doğrudan ya da dolaylı yollarla bulaştırabilmektedir (Cilia ve ark., 2021). Bu bulaşmada yüksek hareket yetenekleri sayesinde kıtalar arası göç edebilen yaban kuşları göz ardı edilemeyecek düzeyde bir rol oynamaktadır (Mathison ve Pritt, 2018; Vogt, 2023). Nitekim, yaban kuşları taşıdıkları patojenleri gittikleri bölgelerdeki insanlara ve

¹ Doç. Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Klinik Öncesi Bilimler Bölümü, Veterinerlik Parazitolojisi Anabilim Dalı, aykutzerek@mku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8533-387X.

² Dr. Öğr. Üyesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Klinik Öncesi Bilimler Bölümü, Veterinerlik Parazitolojisi Anabilim Dalı, ipekerdem@mku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0086-8294.

ekonomik açıdan önemli türler olan sığır, koyun, at, deve ile kümes hayvanlarına bulaştırabilir (Torgerson, 2013).

İnsanlarla kuşlar binlerce yıldır bir arada yaşamaktadır ve bu süreç boyunca bazı patojenleri paylaşmışlardır. Bu patojenlerle doğal kuş konakçıları arasındaki denge, tarihsel süreç boyunca büyük ölçüde korunmuş olsa da; sanayileşme, küreselleşme, iklim değişiklikleri, tarımsal faaliyetlerin yoğunlaşması ve yaşam alanlarının tahribatı gibi günümüzde artan antropojenik etkenler bu dengeyi bozmuştur. Göçmen kuşların geleneksel göç rotalarındaki aksamalar, bu bozulmanın çarpıcı göstergelerindendir. Sonuç olarak, kuş-insan etkileşimi giderek karmaşık ve öngörülemez bir hâl almış, bu da insanlarda yeni zoonotik patojenlerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır (Malik ve ark., 2021).

Zoonotik hastalıklar küresel sağlık ve ekonomi açısından ciddi tehditler oluşturmaktadır. Yaban kuşları, başta viral, bakteriyel, fungal ve parazitik etkenler olmak üzere pek çok zoonotik patojenin taşınmasında ve yayılmasında kritik roller üstlenmekte; bu durum hem insan hem de kuş sağlığını etkilemektedir (Malik ve ark., 2021).

Yaban kuşları aracılığıyla taşınabilen virüsler arasında arbovirüsler (Doğu At Ensefaliti virüsü, Batı Nil virüsü), Usutu virüsü, Newcastle hastalığı virüsü ve diğer kuş paramiksovirüsleri, Ördek Enteriti virüsü, Avian Poxvirüs, Sindbis virüsü, Saint Louis Ensefaliti virüsü, Murray Vadisi Ensefaliti virüsü, Mayaro Ateşi virüsü, Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi virüsü, Kyasanur Orman Hastalığı virüsü ve İnfluenza A virüsü bulunmaktadır (Bengis ve ark., 2004; Hubálek, 2004; Malik ve ark., 2021).

Klostridial enfeksiyonlar (kuş botulizmi), kampilobakteriyoz, psittakoz (ornitoz), kuş kolibasillozu (*E. coli*), erizipeller, mikoplazmoz, salmonelloz ve kuş tüberkülozu

yaban kuşlarının taşıyıcılığını yaptığı başlıca bakteriyel patojenler arasında yer almaktadır (Malik ve ark., 2021).

Yaban kuşları, en yaygın mantar enfeksiyonlarından biri olan Aspergilloz başta olmak üzere Dermatofitoz (Favus), Dactylaryosis, Histoplazmoz, Kriptokokoz, Kandidiyazis, Rhodotoruliazis ve Mukormikoz (*Mucor* spp., *Absidia* spp., *Rhizopus* spp.) gibi sporadik fungal enfeksiyonların yayılmasında da rol oynamaktadır (Malik ve ark., 2021).

Keneler, insanlarda görülen vektör kaynaklı hastalıkların taşınmasında, sivrisineklerden sonra ikinci en önemli taşıyıcı grubunu oluşturmaktadır. Göçmen kuşlar, kenelerin uzun mesafeli taşınmasına aracılık etmekte; kene kaynaklı ensefalit virüsü, Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi virüsü, *Anaplasma marginale*, *Babesia divergens*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Ehrlichia* ve *Borrelia burgdorferi* gibi çeşitli insan patojenlerini taşıyabilmektedir (Malik ve ark., 202).

Ayrıca yaban kuşları, *Leucocytozoon* spp., *Haemoproteus* spp., *Toxoplasma* spp., *Sarcocystis* spp., *Cyclospora* spp., *Giardia* spp., mikrosporidialar (*Encephalitozoon* spp., *Enterocytozoon* spp.) ve *Cryptosporidium* spp. gibi çeşitli zoonotik protozoon parazitlerin taşınması ve yayılmasında da rol oynamaktadır (Georgopoulou ve Tsiouris, 2008; Malik ve ark., 2021; Solarczyk ve ark., 2023). Bu kitap bölümünde, *Cryptosporidium*'un yaban kuşları aracılığıyla taşınması ve yayılımı ile zoonotik potansiyeli ele alınacaktır.

2. CRYPTOSPORIDIUM

Apicomplexa şubesine ait koksidiyen parazitlerden biri olan *Cryptosporidium*, kriptosporidiyozis olarak adlandırılan hastalığa neden olur. Kriptosporidiyozis, dünya genelinde evcil ve yabani kuşlarda en sık görülen parazitik enfeksiyonlardan

birdir (Wang ve ark., 2014; Zahedi ve ark., 2015). Yaklaşık 30 kuş türünde *Cryptosporidium* enfeksiyonu tespit edilmiştir (Ryan, 2010).

Evcil ve yabani kuş türlerinde *C. baileyi*, *C. galli*, *C. meleagridis* ve *C. avium* türlerine bağlı enfeksiyonlar sıkça tanımlanmaktadır (Holubová ve ark., 2016). Bu türlerin her biri çok sayıda kuş türünü enfekte edebilmekle birlikte, konakçı tercihleri, enfeksiyon bölgeleri ve klinik belirtiler açısından farklılık gösterirler. Dünya genelindeki kanatlı hayvanlarda bu türlerin haricinde 13 farklı *Cryptosporidium* genotipi tanımlanmıştır. Bunlar arasında kuş genotipleri I-VI, kaz genotipleri I-V, koyu ördek genotipi ve Avrasya çulluğu genotipi bulunmaktadır (Nakamura ve Meireles, 2015; Chelladurai ve ark., 2016). Öte yandan, *C. meleagridis*, insanlarda enfeksiyona neden olduğu bilinen tek tür olup, halk sağlığı açısından önem taşımaktadır (Xiao, 2010).

Kriptosporidiyozis, kuşlarda en yaygın protozoon hastalıklar arasında yer almaktadır. Hastalık, kuşların solunum ve sindirim sistemlerini etkiler ve Antarktika hariç tüm kıtalarda birçok kuş türünde görülmektedir. *Cryptosporidium* enfeksiyonu, kuşların solunum ve gastrointestinal sistemlerindeki epitel hücrelerinde oluşur (Huber ve ark., 2007; Gomes ve ark., 2012). Bildircin, hindi, tavus kuşu, kaz, tavuk, ördek gibi kümes hayvanları ile çeşitli evcil ve yabani kuş türlerinde *Cryptosporidium* türleri tanımlanmıştır (Morgan ve ark., 2000; Fayer, 2010).

Kriptosporidiyozis ilk kez 1976 yılında insanlarda ishal etkeni olarak bildirilmiştir. Hastalık, gelişmekte olan ülkelerde özellikle 5 yaş altı çocuklarda ishalin önemli nedenlerinden biridir. Ancak gelişmiş ülkelerdeki yetişkinler de kontamine yiyecek ve su yoluyla enfekte olabilirler. En riskli grup ise, düşük CD4⁺ lenfosit sayısına (200 hücre/ μ L) sahip bağışıklık sistemi

baskılanmış kişilerdir (Vanathy ve ark., 2017; Mohebalı ve ark., 2020). İnsanlarda görülen kriptosporidyozezin %90'ından fazlası *C. parvum* ve *C. hominis* türlerinden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, *C. canis*, *C. muris*, *C. meleagridis*, *C. felis*, *C. andersoni* ve *C. suis* gibi diğer türlerin de insanlarda enfeksiyona neden olduğu bildirilmiştir (Morgan ve ark., 2000; Fayer, 2010).

2.1. Epizootiyoloji

Cryptosporidium'un yaşam döngüsü, enfekte bir konağın dışkıında bulunan bulaşıcı ookistlerin genellikle oral yolla alınmasıyla başlar. Yeni konağına, kontamine yiyecek ve su yoluyla alınan ookistlerin duvarı, konağın uygun vücut sıcaklığı ile mide ve safra salgılarının asiditesiyle açılır. Ookist duvarının açılmasıyla serbest kalan sporozoitler bağırsak lümenine geçer. Ardından, konağın epitel hücrelerine tutunan sporozoitler eşeysel olgunluğa erişerek yeni ookistler üretirler. Enfeksiyöz aşamadaki *Cryptosporidium* ookisti 4-6 µm çapında olup kalın veya ince duvarlıdır (Pumipuntu ve Piratae, 2018). Ookistlerin %80'i kalın duvarlı, %20'si ise ince duvarlı olarak şekillenir (Current ve Navin, 1986). Kalın duvarlı olan ookistler sindirim sistemini geçerek dışkıyla dış ortama atılırken, ince duvarlı olanlar konağın sindirim sisteminde açılarak otoenfeksiyona neden olabilirler (Barlık, 2023).

Cryptosporidium türleri farklı kuş takımlarında bildirilmiştir. Bunlardan; *C. baileyi* klinik veya subklinik enfeksiyonlarla en yaygın olarak Galliformes takımı olmak üzere 12 kuş takımında; *C. galli*, en yaygın Passeriformes ve Psittaciformes takımları olmak üzere 5 kuş takımında; *C. meleagridis* ise en yaygın Galliformes takımı olmak üzere 4 farklı kuş takımında tanımlanmıştır. Bu türler arasında memelileri hem doğal hem de deneysel olarak enfekte edebilen tek türün *C. meleagridis* olduğu tespit edilmiştir (Darabus, 1997; Sréter ve ark., 2000; Darabus ve Olariu 2003).

Cryptosporidium kuş genotiplerinin konak özgüllüğüne ilişkin veriler nadir veya oldukça azdır. Kuş genotipi I, Hint tavus kuşu (*Pavo cristatus*) ve kanaryalarda (*Serinus canaria*) bildirilirken; genotip III, birkaç Psittaciformes ve Passeriformes türünde tespit edilmiştir (Ng ve ark., 2006; Gomes ve ark., 2012; Nakamura ve ark., 2014). Kuş genotipi II ise Psittaciformes türlerinde ve deve kuşlarında rapor edilmiştir (Nguyen ve ark., 2013). Wang ve ark. (2010), 385 tavuk dışkı örneğinden 3'ünün kuş genotipi II'ye sahip olduğunu bildirirken, Meireles ve ark. (2006) ise kuş genotipi II ve *Cryptosporidium* ile deneysel olarak enfekte edilen tavuklarda enfeksiyona rastlamamışlardır. Bu durum, dışkı örneklerinde yapılan histolojik, sitolojik ve ookist analizleriyle ortaya konmuştur.

2.2. Kanada Kazlarında Kriptosporidiyozis

Her yerde bulunan bir protozoon cinsi olan *Cryptosporidium*, Kanada kazlarının dışkısında da tespit edilmiştir (Zhou ve ark., 2004). Kanada kazları, *Cryptosporidium* patojeninin yayılmasında önemli bir rol oynar (Graczyk ve ark., 1998; Kassa ve ark., 2004). *Cryptosporidium parvum* ookistleri, Kanada kazlarının vücudundan atıldıktan sonra bile canlılığını ve bulaşıcılığını korur. Göçmen Kanada kazları, dışkıları yoluyla *C. parvum* ookistlerini açık su kaynaklarına dağıtabilirler (Graczyk ve ark., 1998). Bu durum, Kanada kazlarının sulak alanları tercih etmesi ve bu sulak alanlardaki suyun *Cryptosporidium* ookistleri ile kontamine olması nedeniyle, Amerika Birleşik Devletleri'nde insanlarda kriptosporidiyozisin birincil kaynağı olarak önem taşımaktadır (Dietz ve Roberts, 2000).

Bununla birlikte, kazların insan patojenik *Cryptosporidium* türlerinin yayılmasındaki rolleri henüz tam olarak net değildir. Graczyk ve ark. (1998), Amerika Birleşik Devletleri'ndeki dokuz bölgenin yedisinde *Cryptosporidium* pozitif örnekler tespit etmişlerdir. Kassa ve ark. (2001) ise

Ohio'daki 18 kaz dışkı örneğinin 14'ünde *Cryptosporidium* spp.'nin yaygın olduğunu bildirmiş, ancak bu izolatları tür düzeyinde ayırt edememiştir. Her ne kadar Kassa ve ark. (2001) cins düzeyinde *Cryptosporidium* yaygınlığını (%77,77) yüksek olarak bildirmiş olsa da, Zhou ve ark. (2004) tarafından yapılan farklı bir çalışmada, Kanada kazlarına ait 49 dışkı örneğinin yalnızca 5'inde *C. parvum* veya *C. hominis* tespit edilmiştir. Tür düzeyinde gözlemlenen bu düşük yaygınlık, Kanada kazlarının patojen *Cryptosporidium* türlerini taşıyabildiğini ancak insanlara bulaşta sınırlı bir rol oynadığını ortaya koymaktadır (Zhou ve ark., 2004; Graczyk ve ark., 2007). Bu durumu daha da karmaşık hâle getiren unsur, konak özgül *C. parvum* genotiplerinin varlığı ve insanlara özgü olmayan genotiplerin insanlar açısından hastalık yapma potansiyelinin bilinmemesidir (Zhou ve ark., 2004).

Kaz popülasyonlarının yaygınlığında önemli değişimler yaşanmasına rağmen, *Cryptosporidium* ookistlerinin çevresel dayanıklılığı (Robertson ve ark., 1992) ve çok düşük enfeksiyöz dozlarla bulaşma yeteneği (Hlavsa ve ark., 2005), bu patojenin oluşturduğu bulaşma riskinin hâlâ dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Bu riskin boyutu, bir gram Kanada kazı dışkısında yaklaşık 370 *Cryptosporidium* ookisti bulunması ve enfekte bir Kanada kazına ait ortalama dışkı örneğinin yaklaşık 17,2 gram olması ile daha iyi anlaşılır. Bu da tek bir dışkı örneğinde ortalama 6.363 ookist bulunduğu anlamına gelir (Graczyk ve ark., 1998).

2.3. Kriptosporidiazisin Halk Sağlığı Açısından Önemi

İnsanlarda görülen *Cryptosporidium* enfeksiyonlarının %90'ından fazlası *C. hominis* veya *C. parvum* ile ilişkilidir. Bununla birlikte, diğer bazı *Cryptosporidium* türleri ve genotipleriyle de enfeksiyonlar meydana gelebilmektedir.

Cryptosporidium meleagridis, kuş kökenli *Cryptosporidium* türleri ve genotipleri arasında daha geniş bir konak yelpazesine sahip olup, insanlarda enfeksiyona neden olduğu bilinen tek türdür. Nitekim *C. meleagridis*, insan kriptosporidiyozisinin üçüncü en yaygın etkeni olarak kabul edilmektedir. Örneğin Peru ve Tayland gibi bazı ülkelerde *C. meleagridis*, insanlardaki *Cryptosporidium* enfeksiyonlarının %10–20’sinden sorumludur ve görülme sıklığı *C. parvum* ile benzerlik göstermektedir (Xiao ve Feng, 2008; Elwin ve ark., 2012; Insulander ve ark., 2013).

Silverlås ve ark. (2012), kuşlarda saptanan *C. meleagridis*’in insanlardan izole edilen türlerle ilişkili olabileceğini, dolayısıyla kuşların *C. meleagridis* kaynaklı insan enfeksiyonları açısından potansiyel bir rezervuar olabileceğini bildirmiştir (Stensvold ve ark., 2014; Wang ve ark., 2014). *Cryptosporidium meleagridis*’in evcil kuşlarda ve çevresel örneklerde varlığı, çeşitli epidemiyolojik çalışmalarla ortaya konmuştur. Baroudi ve ark. (2013), Cezayir’de *C. meleagridis*’in tavuklarda %34 ve hindilerde %44 oranında yüksek prevalans gösterdiğini raporlamıştır. Öte yandan Çin’de yapılan çalışmalarda, *C. meleagridis*’in tavuklarda (%0,52), yumurtacı tavuklarda (%0,19) ve bıldırcınlarda (%0,22) çok daha düşük oranlarda tespit edildiği bildirilmiştir (Wang ve ark., 2010; 2012; 2014). Ayrıca Li ve ark. (2012), Çin’in dört farklı kentinden toplanan atık su örneklerinin %24,4’ünde *C. meleagridis* varlığını saptamıştır.

Klinik belirti göstermeyen evcil kuşların ya da hayvanat bahçelerindeki kuşların dışkı örneklerinde, *C. parvum* ookistlerine sporadik olarak rastlanabilmektedir. Genel olarak kuşlar, ookistlerin mekanik taşıyıcısı olarak rol oynamaktadır (Nakamura ve ark., 2009; Quah ve ark., 2011). Memelilerle ilişkili *Cryptosporidium* türleri kuşlarda nadiren enfeksiyona neden olmaktadır. Bununla birlikte kuşlar, *C. hominis* ve *C. parvum* gibi zoonotik türlerin ookistlerini taşıyabilir. Bu durum,

Çevresel kontaminasyon aracılığıyla insan kriptosporidiyozunun epidemiyolojik zincirinde kuşların rol oynayabileceğini ortaya koymaktadır (Graczyk ve ark., 1998; Zhou ve ark., 2004; Graczyk ve ark., 2008; Plutzer ve Tomor, 2009).

3. SONUÇ

Cryptosporidium'un yaban kuşları tarafından insanlara doğrudan bulaştığı henüz kesin olarak kanıtlanmamıştır. Ancak serbest dolaşan yaban kuşlarının olası bir bulaş kaynağı olabileceği hipotezi, çeşitli yönlerden ele alınarak daha ayrıntılı biçimde araştırılmalıdır. İnsanlarda bu patojene maruziyet genellikle dolaylı olup, kuşların dışkı yoluyla kontamine ettiği doğal su kaynaklarının kullanımıyla gerçekleşmektedir. Banliyö ve kentsel alanlardaki göletler, lagünler ve g ller gibi yüzey suları bu bağlamda potansiyel bir halk sağlığı riski taşımaktadır. Bu dolaylı bulaşma yolu, kuş kaynaklı *Cryptosporidium* enfeksiyonlarının izlenmesini ve kaynak tespitini güçleştirmektedir. Özellikle uzun mesafeler kat eden göçmen yaban kuşlarının açık sularda bıraktığı ookist miktarı ve yoğunluğu günümüzde yeterince araştırılamamıştır. Bu nedenle, g ç yolları üzerinde bulunan tarım arazileri ve su kaynaklarının zoonotik *Cryptosporidium* türleriyle kontaminasyon potansiyelini değerlendirecek detaylı saha çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Su kalitesinin korunmasına yönelik stratejiler, kuş kaynaklı kontaminasyon risklerini dikkate almalı; yaban kuşlarının *Cryptosporidium* ve benzeri enterik patojenler açısından rezervuar olarak oynadığı rol açık biçimde ortaya konmalıdır. Sonuç olarak, yaban kuşlarından kaynaklanan zoonotik patojenlerin bulaşma riskinin azaltılmasına yönelik olarak kapsamlı veri tabanlarının oluşturulması ve etkili kontrol stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Barlık, F. (2023). Ağrı yöresinde insan ve buzağılardan elde edilen dışkı örneklerinde *Cryptosporidium* türlerinin mikroskopi ve moleküler yöntemlerle araştırılması (Doktora tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Baroudi, D., Khelef, D., Goucem, R., Adjou, K. T., Adamu, H., Zhang, H., et al. (2013). Common occurrence of zoonotic pathogen *Cryptosporidium meleagridis* in broiler chickens and turkeys in Algeria. *Veterinary Parasitology*, 196(3–4), 334–340.
- Bengis, R. G., Leighton, F. A., Fisher, J. R., Artois, M., Mörner, T., & Tate, C. M. (2004). The role of wildlife in emerging and re-emerging zoonoses. *Revue Scientifique et Technique*, 23(2), 497–511.
- Chelladurai, J. J., Clark, M. E., Kváč, M., Holubová, N., Khan, E., Stenger, B. L., Giddings, C. W., & McEvoy, J. (2016). *Cryptosporidium galli* and novel *Cryptosporidium* avian genotype VI in North American red-winged blackbirds (*Agelaius phoeniceus*). *Parasitology Research*, 115, 1901–1906.
- Cilia, G., et al. (2021). Presence and characterization of zoonotic bacterial pathogens in wild boar hunting dogs (*Canis lupus familiaris*) in Tuscany (Italy). *Animals*, 11(4), 1139.
- Current, W. L., & Navin, T. R. (1986). *Cryptosporidium*: Its biology and potential for environmental transmission. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 17(1), 21–51.
- Darabus, G. (1997). Experimental studies of inter- and intraspecific transmission of *Cryptosporidium parvum*

and *C. meleagridis*. *Revista Română de Medicină Veterinară*, 7, 155–160.

- Darabus, G., & Olariu, R. (2003). The homologous and interspecies transmission of *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium meleagridis*. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 6(3), 225–228.
- Dietz, V. J., & Roberts, J. M. (2000). National surveillance for infection with *Cryptosporidium parvum*, 1995-1998: What have we learned? *Public Health Reports*, 115, 358–363.
- Elwin, K., Hadfield, S. J., Robinson, G., & Chalmers, R. M. (2012). The epidemiology of sporadic human infections with unusual cryptosporidia detected during routine typing in England and Wales, 2000–2008. *Epidemiology and Infection*, 140(4), 673–683.
- Fayer, R. (2010). Taxonomy and species delimitation in *Cryptosporidium*. *Experimental Parasitology*, 124(1), 90–97.
- Georgopoulou, I., & Tsiouris, V. (2008). The potential role of migratory birds in the transmission of zoonoses. *Veterinaria Italiana*, 44(4), 671–677.
- Gomes, R. S., Huber, F., da Silva, S., & do Bomfim, T. C. (2012). *Cryptosporidium* spp. parasitize exotic birds that are commercialized in markets, commercial aviaries, and pet shops. *Parasitology Research*, 110(4), 1363–1370.
- González-Barrio, D. (2022). Zoonoses and wildlife: One Health approach. *Animals*, 12, 480.
- Graczyk, T. K., Cranfield, M. R., Fayer, R., Trout, J., & Goodale, H. J. (2007). Infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts is retained upon intestinal passage through a migratory waterfowl species (Canada goose, *Branta*

canadensis). *Tropical Medicine and International Health*, 12, 341–347.

- Graczyk, T. K., Fayer, R., Trout, J. M., Lewis, E. J., Farley, C. A., Sulaiman, I., et al. (1998). *Giardia* sp. cysts and infectious *Cryptosporidium parvum* oocysts in the feces of migratory Canada geese (*Branta canadensis*). *Applied and Environmental Microbiology*, 64(7), 2736–2738.
- Graczyk, T. K., Majewska, A. C., & Schwab, K. J. (2008). The role of birds in dissemination of human waterborne enteropathogens. *Trends in Parasitology*, 24(2), 55–59.
- Hlavsa, M. C., Watson, J. C., & Beach, M. J. (2005). Cryptosporidiosis surveillance—United States 1999–2002. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 54, 1–8.
- Holubová, N., Sak, B., Horčíčková, M., Hlášková, L., Květoňová, D., Menchaca, S., McEvoy, J., & Kváč, M. (2016). *Cryptosporidium avium* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) in birds. *Parasitology Research*, 115, 2243–2251.
- Hubálek, Z. (2004). An annotated checklist of microorganisms associated with migratory birds. *Journal of Wildlife Diseases*, 40(4), 639–659.
- Huber, F., da Silva, S., Bomfim, T. C. B., Teixeira, K. R. S., & Bello, A. R. (2007). Genotypic characterization and phylogenetic analysis of *Cryptosporidium* sp. from domestic animals in Brazil. *Veterinary Parasitology*, 150(1–2), 65–74.
- Insulander, M., Silverlås, C., Lebbad, M., Karlsson, L., Mattsson, J. G., & Svenungsson, B. (2013). Molecular epidemiology and clinical manifestations of human cryptosporidiosis in Sweden. *Epidemiology and Infection*, 141(5), 1009–1020.

- Kassa, H., Harrington, B. J., & Bisesi, M. S. (2001). Risk of occupational exposure to *Cryptosporidium*, *Giardia*, and *Campylobacter* associated with the feces of giant Canada geese. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 16, 905–909.
- Kassa, H., Harrington, B. J., & Bisesi, M. S. (2004). Cryptosporidiosis: A brief literature review and update regarding *Cryptosporidium* in feces of Canada geese (*Branta canadensis*). *Journal of Environmental Health*, 66, 34–39.
- Li, N., Xiao, L., Wang, L., Zhao, S., Zhao, X., Duan, L., et al. (2012). Molecular surveillance of *Cryptosporidium* spp., *Giardia duodenalis*, and *Enterocytozoon bieneusi* by genotyping and subtyping parasites in wastewater. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6(9), e1809.
- Malik, Y. S., Milton, A. A. P., Ghatak, S., & Ghosh, S. (2021). Role of birds in transmitting zoonotic pathogens (pp. 15–22). Singapore: Springer.
- Mathison, B. A., & Pritt, B. S. (2018). A systematic overview of zoonotic helminth infections in North America. *Laboratory Medicine*, 49(4), e61–e93.
- Meireles, M. V., Soares, R. M., Santos, M. M., & Gennari, S. M. (2006). Biological studies and molecular characterization of a *Cryptosporidium* isolate from ostriches (*Struthio camelus*). *Journal of Parasitology*, 92(3), 623–626.
- Mohebbi, M., Yimam, Y., & Woreta, A. (2020). *Cryptosporidium* infection among people living with HIV/AIDS in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *Pathogens and Global Health*, 4, 1.
- Morgan, U. M., Xiao, L., Limor, J., Gelis, S., Raidal, S. R., Fayer, R., et al. (2000). *Cryptosporidium meleagridis* in an

- Indian ring-necked parrot (*Psittacula krameri*). *Australian Veterinary Journal*, 78(3), 182–183.
- Nakamura, A. A., & Meireles, M. V. (2015). *Cryptosporidium* in birds—a review. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 24, 253–267.
- Nakamura, A. A., Homem, C. G., Silva, A. M. J., & Meireles, M. V. (2014). Diagnosis of gastric cryptosporidiosis in birds using a duplex real-time PCR assay. *Veterinary Parasitology*, 205(1–2), 7–13.
- Nakamura, A. A., Simões, D. C., Antunes, R. G., Silva, D. C., & Meireles, M. V. (2009). Molecular characterization of *Cryptosporidium* spp. from fecal samples of birds kept in captivity in Brazil. *Veterinary Parasitology*, 166(1–2), 47–51.
- Ng, J., Pavlasek, I., & Ryan, U. (2006). Identification of novel *Cryptosporidium* genotypes from avian hosts. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(12), 7548–7553.
- Nguyen, S. T., Fukuda, Y., Tada, C., Huynh, V. V., Nguyen, D. T., & Nakai, Y. (2013). Prevalence and molecular characterization of *Cryptosporidium* in ostriches (*Struthio camelus*) on a farm in Central Vietnam. *Experimental Parasitology*, 133(1), 8–11.
- Plutzer, J., & Tomor, B. (2009). The role of aquatic birds in the environmental dissemination of human pathogenic *Giardia duodenalis* cysts and *Cryptosporidium* oocysts in Hungary. *Parasitology International*, 58(3), 227–231.
- Pumipuntu, N., & Piratae, S. (2018). Cryptosporidiosis: A zoonotic disease concern. *Veterinary World*, 11(5), 681.
- Quah, J. X., Ambu, S., Lim, Y. A. L., Mahdy, M. A. K., & Mak, J. W. (2011). Molecular identification of *Cryptosporidium parvum* from avian hosts. *Parasitology*, 138(5), 573–577.

- Robertson, L. J., Campbell, A. T., & Smith, H. V. (1992). Survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts under various environmental pressures. *Applied and Environmental Microbiology*, 58, 3494–3500.
- Ryan, U. (2010). *Cryptosporidium* in birds, fish and amphibians. *Experimental Parasitology*, 124, 113–120.
- Silverlås, C., Mattsson, J. G., Insulander, M., & Lebbad, M. (2012). Zoonotic transmission of *Cryptosporidium meleagridis* on an organic Swedish farm. *International Journal for Parasitology*, 42(11), 963–967.
- Solarczyk, P., Wojtkowiak-Giera, A., & Heddergott, M. (2023). Migrating Anatidae as sources of environmental contamination with zoonotic *Giardia*, *Cryptosporidium*, *Cyclospora* and microsporidia. *Pathogens*, 12(3), 487.
- Sréter, T., Kovács, G., Silva, A. J., Pieniazek, N. J., Széll, Z., Dobos-Kovács, M., et al. (2000). Morphologic, host specificity, and molecular characterization of a Hungarian *Cryptosporidium meleagridis* isolate. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(2), 735–738.
- Stensvold, C. R., Beser, J., Axén, C., & Lebbad, M. (2014). High applicability of a novel method for gp60-based subtyping of *Cryptosporidium meleagridis*. *Journal of Clinical Microbiology*, 52(7), 2311–2319.
- Torgerson, P. R. (2013). One world health: Socioeconomic burden and parasitic disease control priorities. *Veterinary Parasitology*, 195(3–4), 223–232.
- Vanathy, K., Parija, S. C., Mandal, J., Hamide, A., & Krishnamurthy, S. (2017). Detection of *Cryptosporidium* in stool samples of immunocompromised patients. *Tropical Parasitology*, 7(1), 41.

- Vogt, N. A. (2023). Wild birds and zoonotic pathogens. In *Zoonoses: Infections affecting humans and animals* (pp. 1–31). Springer International Publishing.
- Wang, L., Xue, X., Li, J., Zhou, Q., Yu, Y., & Du, A. (2014). Cryptosporidiosis in broiler chickens in Zhejiang Province, China: Molecular characterization of oocysts detected in fecal samples. *Parasite*, 21, 36.
- Wang, R., Jian, F., Sun, Y., Hu, Q., Zhu, J., Wang, F., et al. (2010). Large-scale survey of *Cryptosporidium* spp. in chickens and Pekin ducks (*Anas platyrhynchos*) in Henan, China: Prevalence and molecular characterization. *Avian Pathology*, 39(6), 447–451.
- Wang, R., Wang, F., Zhao, J., Qi, M., Ning, C., Zhang, L., et al. (2012). *Cryptosporidium* spp. in quails (*Coturnix coturnix japonica*) in Henan, China: Molecular characterization and public health significance. *Veterinary Parasitology*, 187(3–4), 534–537.
- Xiao, L., & Feng, Y. (2008). Zoonotic cryptosporidiosis. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 52(3), 309–323.
- Xiao, L. (2010). Molecular epidemiology of cryptosporidiosis: an update. *Exp Parasitol.*, 124, 80–88.
- Zahedi, A., Paparini, A., Jian, F., Robertson, I., & Ryan, U. (2015). Public health significance of zoonotic *Cryptosporidium* species in wildlife: Critical insights into better drinking water management. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 5(1), 88–109.
- Zhou, L., Kassa, H., Tischler, M. L., & Xiao, L. (2004). Host-adapted *Cryptosporidium* spp. in Canada geese (*Branta canadensis*). *Applied and Environmental Microbiology*, 70, 4211–4215.

BALIKESİR BÖLGESİNDE ERGİN BAL ARILARINDA (APIS MELLIFERA) NOSEMOSIS HASTALIĞINDA TİMOL, MENTOL VE OKALİPTUS ESANSİYEL YAĞLARININ SAHA KOŞULLARINDA ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Mehmet ÖZÜİÇLİ¹

1. GİRİŞ

Bal arıları (*Apis mellifera*), doğal ekosistemlerin sürekliliği ve tarımsal üretimin verimliliği açısından vazgeçilmez tozlayıcı organizmalardır. Arıların sağladığı polinasyon hizmetleri, dünya genelindeki bitkisel üretimin yaklaşık %75'ini doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir (Klein ve., 2007). Bununla birlikte, son yıllarda küresel ölçekte arı kolonilerinde gözlenen ani kayıplar ve zayıflamalar, "Colony Collapse Disorder" (CCD) gibi sendromlarla ilişkilendirilmiş ve ekosistem sağlığı için ciddi tehditler oluşturmuştur (Potts ve ark., 2010). Bu kayıpların arkasında birçok faktör yer almakla birlikte, paraziter hastalıklar başlıca nedenler arasında gösterilmektedir.

Özellikle *Nosema* spp. tarafından oluşturulan Nosemosis hastalığı, dünya çapında bal arılarının sağlığını tehdit eden en yaygın mikroskopik paraziter hastalıklardan biridir. Nosemosis, işçi arıların, ana arıların ve erkek arıların sindirim sistemlerinde çoğalan sporlu mikroorganizmalar olan *Nosema apis* ve daha agresif bir tür olan *Nosema ceranae* tarafından meydana gelir

¹ Dr. Öğr. Üyesi Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji A.B.D., ORCID: 0000-0003-3415-2582.

(Fries, 2010). Geleneksel olarak *N. apis* enfeksiyonları daha ılımlı seyirli iken, *N. ceranae* enfeksiyonları kolonilerde sinsi bir şekilde ilerleyerek yüksek ölüm oranlarına, enerji metabolizmasında bozulmalara ve koloni kayıplarına neden olabilmektedir (Higes ve ark., 2008; Martín-Hernández ve ark., 2009).

N. ceranae, özellikle sıcak ve ılıman iklimlerde daha yüksek prevalans göstermektedir. Balıkesir bölgesi, Akdeniz iklimi ile karasal etkilerin birleştiği, sıcak yazlar ve ılıman kışlar görülen bir bölge olması nedeniyle, *N. ceranae* enfeksiyonları için uygun bir ekolojik ortam sunmaktadır. Ayrıca bölgedeki arıcılık faaliyetleri, bölgenin ekonomik yapısında önemli bir yer tuttuğundan, Nosemosis gibi hastalıkların kontrolü bölgesel tarım ekonomisi açısından da kritik öneme sahiptir.

Nosemosis hastalığının kontrolü için uzun yıllar boyunca başlıca çözüm Fumagillin gibi antibiyotiklerin kullanılması olmuştur. Ancak Fumagillin kullanımının bal ve balmumu gibi arı ürünlerinde kalıntı bırakma riski taşıması, insan sağlığı açısından olası yan etkiler oluşturması ve patojen direnç gelişimine yol açabilmesi nedeniyle doğal, kalıntısız ve çevre dostu alternatif tedavi yöntemleri üzerine yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Huang ve ark., 2013; Van den Heever ve ark., 2014).

Son yıllarda, bitkilerden elde edilen esansiyel yağların antifungal, antibakteriyel ve antiparaziter özellikleri nedeniyle Nosemosis tedavisinde potansiyel ajanlar olarak değerlendirildiği görülmektedir (García-Fernández ve ark., 2020; Marchese ve ark., 2016). Özellikle Timol, Mentol ve Okaliptus yağı gibi esansiyel yağların, patojen hücre zarında hasar oluşturarak ve metabolik süreçleri bozarak etki gösterdiği bildirilmiştir. Ancak bu yağların etkinliğinin saha koşullarında ve farklı coğrafi

bölgelerde sistematik olarak test edilmesine yönelik çalışmalar sınırlıdır.

Bu çalışmanın amacı, Balıkesir bölgesi saha koşullarında Nosemosis hastalığına karşı Timol, Mentol ve Okaliptus esansiyel yağlarının etkinliklerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek ve bu doğal ajanların koloni sağlığı üzerindeki etkilerini analiz etmektir. Çalışmadan elde edilecek bulgular, bölgesel arıcılık faaliyetlerine kalıntısız, sürdürülebilir ve doğal bir Nosemosis kontrol stratejisi geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Nosemosis Hastalığı: Biyolojik ve Moleküler Temeller

Bal arıları (*Apis mellifera*), ekosistemlerin devamlılığı ve gıda üretimi için vazgeçilmez bir rol üstlenmektedir. Dünya tarım üretiminin üçte birinden fazlası, doğrudan veya dolaylı olarak arıların sağladığı polinasyon hizmetlerine bağlıdır (Klein ve ark., 2007).

Buna karşın, son yıllarda artan koloni kayıpları ve zayıflamaların önemli bir kısmı paraziter hastalıklara, özellikle Nosemosis'e atfedilmiştir (Potts ve ark., 2010).

Nosemosis, bal arılarının sindirim sistemini hedef alan mikrosporidiyen kökenli bir hastalıktır. Etkenler *Nosema apis* ve daha agresif bir patotip olan *N. ceranae*'dir. Bu spor oluşturuçu parazitler, spor formunda dışkı veya kontamine gıda aracılığıyla yayılır, arının orta bağırsağında sporlardan çıkan sporoplazmlar aracılığıyla epitel hücrelerine giriş yapar (Fries, 2010).

Moleküler düzeyde: *N. ceranae* enfeksiyonları, konakçı hücrede enerji metabolizmasını hedef alır. ATP üretim zincirini sekteye uğratarak arıların enerji açığı yaşamasına sebep olur

(Mayack ve Naug, 2009). Bağışıklık yanıtı zayıflar: Toll ve Imd yolları gibi temel bağışıklık sinyal yolları baskılanır (Antúnez ve ark., 2009). Apoptosis (programlı hücre ölümü) gecikir, enfekte hücrelerin anormal yaşaması parazitin çoğalmasına hizmet eder. Bu süreçlerin sonunda arılar davranışsal bozukluklar (yetersiz yön bulma, artan uçuş kayıpları), erken ölüm ve koloni düzeyinde çöküş gibi sonuçlarla karşılaşır.

2.2. Nosemosis'in Koloni Dinamiklerine Etkisi

Koloni ölçeğinde, Nosemosis enfeksiyonları: Yaş yapısını değiştirir: Genç işçi arıların erken yaşta dış görevlerde çalışmaya başlamasına neden olur (prematüre davranış değişimi). Beslenme yükünü artırır: Enfekte arılar daha fazla karbonhidrat tüketir, kolonide stok erimesine sebep olur (Martín-Hernández ve ark., 2009). Kuluçka bakımını bozar: Larva bakımında yetersizlik ortaya çıkar, koloni yenilenmesi düşer. Kış kayıplarını artırır: Özellikle *N. ceranae* enfeksiyonları kışlayamama oranlarını dramatik şekilde yükseltir. Araştırmalar, Nosemosis enfeksiyonu taşıyan kolonilerin %40–60 oranında daha yüksek kış kaybı riski taşıdığını göstermiştir (Genersch ve ark., 2010).

2.3. Geleneksel Nosemosis Tedavileri ve Limitasyonları

Fumagillin: *Aspergillus fumigatus* kaynaklı bir antibiyotik. Nosema'nın sporülasyonunu engeller. Bal, balmumu ve polen ürünlerinde kalıntı oluşturur. İnsan tüketimi açısından risk oluşturur. Fumagillin'e karşı *Nosema* spp.'de direnç gelişimi rapor edilmiştir (Williams ve ark., 2008). Avrupa Birliği'nde 2017 yılında kullanımına son verilmiştir. Sonuç olarak, modern arıcılıkta doğal, güvenli ve kalıntısız tedavi yöntemlerine geçiş zorunluluk haline gelmiştir.

2.4. Esansiyel Yağlar ve Nosemosis Mücadelesi

Bitkisel kaynaklı esansiyel yağlar, antimikrobiyal, antiparaziter ve antioksidan özellikleri nedeniyle son yıllarda yoğun araştırma konusudur.

2.4.1. Timol

Kimyasal yapı: Fenolik monoterpenoid. Etki mekanizması: Hücre zarını bozarak patojen membran geçirgenliğini değiştirir. ATP sentezini sekteye uğratar (Marchese ve ark., 2016). Avantajları: Düşük toksisite, bal ürünlerinde kalıntı bırakmama.

2.4.2. Mentol

Kimyasal yapı: Monoterpen alkoller grubu. Hücre membranlarında akışkanlık değişimi oluşturur. Ancak Thymol kadar zar yıkıcı değildir. Etkisi orta düzeydedir.

2.4.3. Okaliptus

Ana bileşeni: 1,8-Cineole (Eucalyptol). Solunum yolu antiseptiği olarak bilinse de, mikrosporidiyenler üzerinde etkinliği sınırlıdır. Çalışmalarda Nosema yükünü düşürmede tutarsız sonuçlar vermiştir.

2.5. Balıkesir Bölgesi: Ekolojik ve Arıcılık Açısından Değerlendirme

Balıkesir, Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara ve Ege Bölgeleri arasında bir geçiş kuşağında yer alır. Bölgenin iklimsel özellikleri: Yazları sıcak ve kurak (30–35°C) ve kışları ılıman ve yağışlıdır. Yıllık ortalama sıcaklık: 16°C'dir. Bağıl nem: %60–70 arasındadır. Bu koşullar, *N. ceranae* gibi sıcak ve nemli ortam seven patojenler için ideal bir çoğalma ortamı sağlar. Ayrıca bölgede yoğun olarak yürütülen göçer arıcılık faaliyetleri, Nosemosis'in koloniler arasında hızla yayılmasına katkı sağlamaktadır. Balıkesir, Türkiye genelinde bal üretiminde ve

koloni sayısında üst sıralarda yer almakta olup, bölgedeki arıcılık sektörünün sürdürülebilirliği için Nosemosis gibi hastalıkların etkin kontrolü büyük önem arz etmektedir.

2.6. Çalışmanın Bilimsel ve Pratik Önemi

Bu çalışmada: Timol, Mentol ve Okaliptus yağlarının doğrudan saha koşullarında, yani doğrudan gerçek arı koloni ortamında etkileri incelenmektedir. Böylece yalnızca laboratuvar ortamı değil, çevresel stres faktörleri altında da etkinlik test edilmiştir. Balıkesir bölgesine özgü Nosemosis epidemiolojisi daha iyi anlaşılmıştır. Doğal ve kalıntısız tedavi protokolleri geliştirilmesine zemin hazırlanmıştır. Sonuçlar, hem Türkiye'deki hem de küresel ölçekte Nosemosis yönetimi için doğal tedavi alternatiflerinin önünü açabilecektir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı ve İklim Koşulları

Bu saha çalışması, 2024 yılı Nisan-Temmuz ayları arasında Türkiye'nin Balıkesir ilinde (Enlem 39°38'N, Boylam 27°53'E) yürütülmüştür. Balıkesir, Akdeniz ve karasal iklim özelliklerini bir arada gösteren geçiş kuşağında yer almaktadır. Çalışma süresince ortalama sıcaklık 18°C ile 32°C arasında, bağıl nem oranı ise %50 ile %75 arasında değişmiştir.

Bu iklim koşulları, özellikle sıcak ve nemli ortamları tercih eden *N. ceranae* için uygun bir çoğalma ortamı sağlamaktadır. Çalışmada kullanılan arılıklar, yoğun bitki çeşitliliğine sahip kırsal alanlarda yer almakta olup, baskın flora trifolium (yonca), helianthus (ayçiçeği) ve çeşitli yabancı çiçeklerden oluşmaktadır.

3.2. Deneme Kolonileri

Çalışmada, sağlıklı ve benzer büyüklükte (8–10 çerçeve arı) 80 adet *Apis mellifera anatoliaca* kolonisi kullanılmıştır. Çalışmaya dahil edilmeden önce tüm koloniler, Martín-Hernández ve ark. (2007)'nın mikroskopik inceleme yöntemine uygun olarak *Nosema* spp. enfeksiyonu açısından taranmıştır.

Koloniler rastgele dört gruba ayrılmıştır (her grup 20 kovan):

Grup 1: Timol uygulaması, Grup 2: Mentol uygulaması, Grup 3: Okaliptus yağı uygulaması, Grup 4: Kontrol (uygulama yapılmayan grup)

Tüm kovanlar standart Langstroth tipi kovanlarda tutulmuş ve aynı bakım ve beslenme protokolü altında yönetilmiştir.

3.3. Esansiyel Yağların Hazırlanması ve Uygulanması

Gıda saflığında (ISO 9001 ve HACCP sertifikalı) temin edilen esansiyel yağlar (timol, mentol ve okaliptus yağı) kullanılmıştır.

Her esansiyel yağ, 1:1 oranında hazırlanmış şeker şurubuna %0,1 oranında (1 mL/L) karıştırılarak uygulanmıştır.

- Her koloni haftada bir kez 500 mL hazırlanmış şurup almıştır.
- Uygulamalar sabah saatlerinde (08:00–10:00) yapılmış, böylece arıların şurubu hızlı ve
- etkin tüketmesi sağlanmıştır.
- Kontrol grubuna sadece esansiyel yağsız şeker şurubu verilmiştir.
- Koloniler arasında çapraz bulaşmayı önlemek için her koloni için ayrı ekipman kullanılmıştır.

3.4. Örneklem Yöntemi

Her hafta, her kovanın merkez çerçevelerinden 30 adet işçi arı toplanmıştır. Toplanan arılar, taşıma sırasında soğutulmuş kutularda korunmuş ve en geç 6 saat içerisinde laboratuvara ulaştırılmıştır.

3.5. Mikroskopik Spor Sayımı

30 işçi arı steril distile suda (5 mL) homojenize edilmiştir. Homojenat, çift katlı tül filtreden süzölmüştür. 10 µL'lik süspansiyon örneği Neubauer lamına alınmış ve ışık mikroskopunda 400× büyütmede incelenmiştir. Her örnekten iki kez sayım yapılmış ve ortalaması alınmıştır. Spor yükü, arı başına ortalama spor sayısı ($\times 10^6$ spor/arılı) olarak ifade edilmiştir.

3.6. Koloni Sağlığı ve Değerlendirilmesi

Her hafta şu parametreler ölçölmüştür **Yetişkin arı popülasyonu:** Kovan çerçeve doluluk skoruna göre belirlenmiştir. **Yavru alanı:** Şeffaf plastik ızgara (1 cm²/satır) ile ölçölerek cm² cinsinden kaydedilmiştir. **İç kovan ölümleri:** Her hafta dip tahtasındaki ölü arılar sayılmıştır. Ayrıca kolonilerde *Varroa* veya diğer bulaşıcı hastalıkların varlığı da gözlemlenmiştir.

3.7. İstatistiksel Analizler

Tüm veriler SPSS Statistics 25.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılımı Shapiro-Wilk testi ile kontrol edilmiştir. Spor yükü ve yavru alanı verileri Tek Yönlü ANOVA ile analiz edilmiştir. Anlamlı farklılık tespit edilen gruplar arasında Tukey HSD testi uygulanmıştır. Ölüm oranları Ki-kare (χ^2) testi ile karşılaştırılmıştır. İstatistiksel anlamlılık sınırı $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Veriler ortalama $\pm$ standart sapma (SD) olarak sunulmuştur.

Tablo 3.1. Deneme grupları ve uygulama programı

Grup	Uygulanan esansiyel yağ	Şurup içeriği	Uygulama sıklığı	Uygulama miktarı
Grup 1	Thymol	1:1 şeker şurubu + %0.1 thymol	Haftada 1	500 mL
Grup 2	Mentol	1:1 şeker şurubu + %0.1 mentol	Haftada 1	500 mL
Grup 3	Okaliptus yağı	1:1 şeker şurubu + %0.1 okaliptus	Haftada 1	500 mL
Grup 4	Kontrol	Sadece 1:1 şeker şurubu	Haftada 1	500 mL

4. BULGULAR

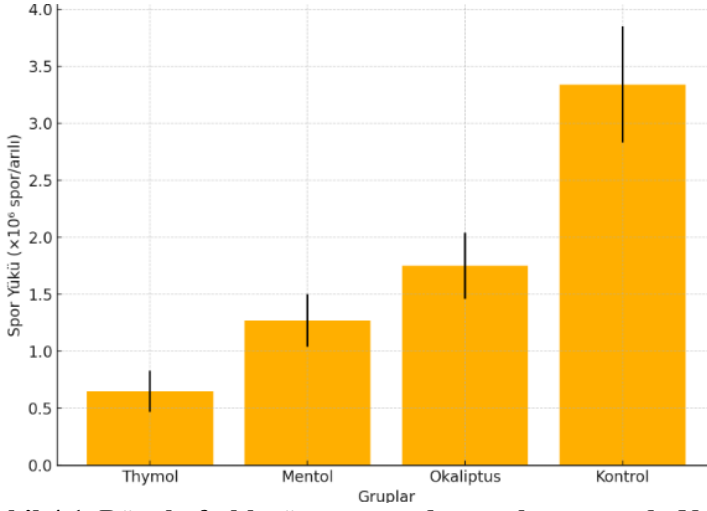
4.1. Nosema Spor Yüğü Değişimi

Çalışmanın başlangıcında tüm kolonilerde yapılan mikroskopik spor sayımları, gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir ($p>0,05$). Başlangıçta ölçülen ortalama *Nosema* spor yükü tüm gruplarda yaklaşık $2,42 \times 10^6$ spor/arılı düzeyinde bulunmuştur.

Dört haftalık uygulama süresinin sonunda, Thymol grubunda spor yükü belirgin şekilde azalarak $0,65 \pm 0,18 \times 10^6$ spor/arılı seviyesine düşmüştür (Tablo 2; Şekil 1). Mentol grubunda spor yükü $1,27 \pm 0,23 \times 10^6$ spor/arılı, Okaliptus grubunda ise $1,75 \pm 0,29 \times 10^6$ spor/arılı olarak ölçülmüştür. Kontrol grubunda ise spor yükü artarak $3,34 \pm 0,51 \times 10^6$ spor/arılı'ya ulaşmıştır. Tek Yönlü ANOVA sonuçları, gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir ($F=28,51$, $p<0,01$). Tukey HSD testi, Thymol grubunun tüm diğer gruplardan anlamlı şekilde daha düşük spor yüküne sahip olduğunu ortaya koymuştur ($p<0,01$).

Tablo 4.1. Dört haftalık uygulama sonunda ortalama Nosema spor yükleri

Grup	Ortalama spor yükü ($\times 10^6$ spor/arılı)	SD
Thymol	0.65	± 0.18
Mentol	1.27	± 0.23
Okaliptus	1.75	± 0.29
Kontrol	3.34	± 0.51



Şekil 4.1. Dört haftalık süreç sonunda gruplar arasında Nosema spor yükü değişimleri.

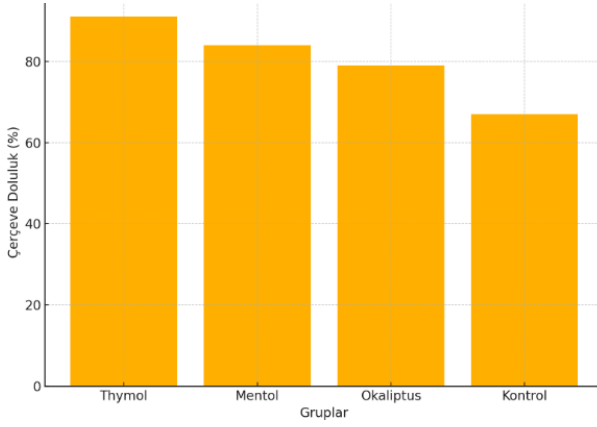
4.2. Koloni Popülasyonu ve Yavru Alanı Değişimi

Dört haftalık uygulama sonrasında kolonilerdeki işçi arı popülasyonları ve yavru alanları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 3). Timol uygulanan kolonilerde çerçeve doluluk oranı %91 ile en yüksek düzeyde korunmuş, kontrol grubunda ise bu oran %67'ye kadar gerilemiştir (Şekil 2).

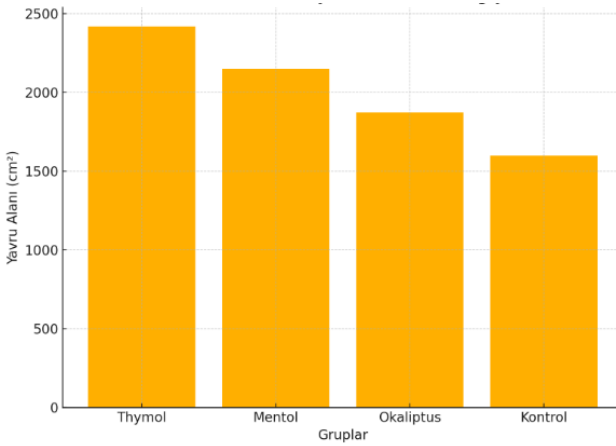
Benzer şekilde, yavru alanı Timol grubunda 2420 ± 120 cm² ile korunmuşken, kontrol grubunda bu alan 1600 ± 210 cm²'ye kadar küçülmüştür (Şekil 3).

Tablo 4.2. Dört haftalık uygulama sonunda koloni popülasyonu ve yavru alanı değerleri

Grup	Çerçeve doluluk oranı (%)	Yavru alanı (cm ²)
Thymol	91	2420 ± 120
Mentol	84	2150 ± 150
Okaliptus	79	1875 ± 180
Kontrol	67	1600 ± 210



Şekil 4.2. Dört haftalık süreçte koloni çerçeve doluluk oranı.



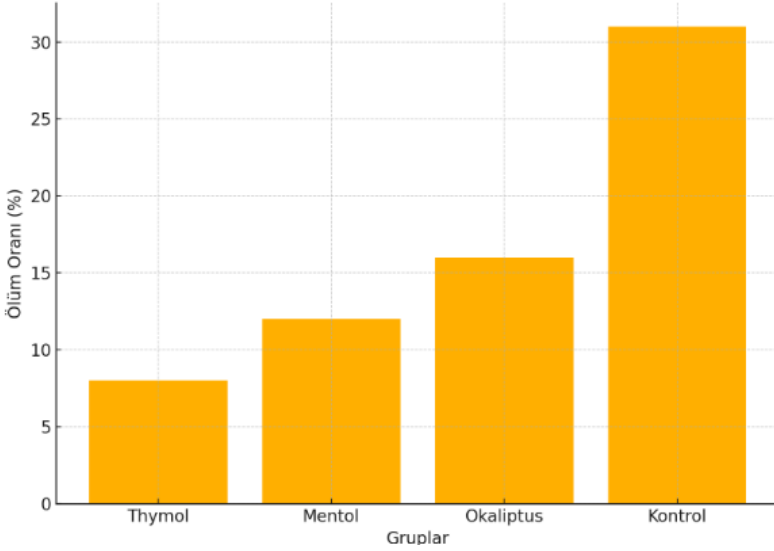
Şekil 4.3. Dört haftalık süreçte yavru alanı değişimi.

4.3. Koloni İçi Ölüm Oranları

Dört haftalık çalışma boyunca toplanan veriler, kolonilerdeki ölüm oranlarının da tedavi grupları arasında anlamlı şekilde farklılaştığını göstermiştir ($\chi^2=19,44$, $p<0,01$). Ölüm oranı Timol grubunda %8 ile en düşük seviyede kalırken, kontrol grubunda %31 gibi yüksek bir seviyeye ulaşmıştır (Tablo 4; Şekil 4).

Tablo 4.3. Çalışma süresince ortalama ölüm oranları

Grup	Ölüm oranı (%)
Timol	8
Mentol	12
Okaliptus	16
Kontrol	31



Şekil 4.4. Dört haftalık süreçte ölüm oranı (%).

5. SONUÇ

Bu çalışma, Balıkesir bölgesindeki saha koşullarında *Apis mellifera anatoliaca* kolonilerinde *N. ceranae* enfeksiyonunun kontrolünde timol, mentol ve okaliptus esansiyel yağlarının etkinliklerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Elde edilen bulgular, timol'ün Nosemosis kontrolünde açık ara üstünlük sağladığını, mentolün orta derecede etkinlik gösterdiğini, okaliptus yağının ise sınırlı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmanın bulguları, timol uygulanan kolonilerde *Nosema* spor yükünün dört hafta sonunda başlangıca göre %73 oranında azaldığını göstermektedir. Bu sonuç, Costa ve ark. (2010) tarafından bildirilen timol'ün *Nosema* enfeksiyonu üzerindeki inhibe edici etkileriyle paralellik göstermektedir. Aynı şekilde Botías ve ark. (2013), timol uygulamasının arı kolonilerinde *Nosema* enfeksiyonlarına karşı koruyucu bir etki oluşturduğunu ve koloni sağlığını desteklediğini rapor etmiştir. Bu etki mekanizması, timol'ün patojen hücre zarında hasar oluşturarak ozmotik dengeyi bozması ve böylece patojenin hayatta kalmasını engellemesiyle açıklanmaktadır (Hammer ve ark., 2019; Marchese ve ark., 2016).

Mentol uygulaması da *Nosema* spor yükünde anlamlı bir azalma sağlamış, ancak timol kadar güçlü bir etki göstermemiştir. García-Fernández ve ark., (2020) mentolün hücre membran geçirgenliğini artırarak bazı patojenlere karşı etki gösterebildiğini bildirmiştir. Bununla birlikte, mentolün düşük fenolik içeriği nedeniyle *Nosema* gibi zorlu mikrosporidiyenlere karşı tam etkinlik gösteremediği belirtilmiştir (Liolios ve ark., 2012). Çalışmamızda mentolün, spor yükünü yaklaşık %47 oranında azaltması, bu bileşiğin doğal mücadelede destekleyici ancak birincil ajan olarak yetersiz olabileceğini düşündürmektedir.

Okaliptus yağı uygulamasının spor yükünde azalma eğilimi göstermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı

olmaması, bu esansiyel yağın sınırlı antifungal ve antiparaziter etki profiliyle ilişkilendirilebilir. 1,8-cineole (eucalyptol) gibi bileşenler, antibakteriyel özellikler sergilemelerine rağmen (Batish ve ark., 2008), *N. ceranae* gibi hücre içi yerleşen patojenlere karşı yetersiz kalabilmektedir (Gómez ve ark., 2018). Di Prisco ve arkadaşlarının (2016) belirttiği gibi, hücre içi parazitler ile mücadelede etkili bileşikler genellikle sitoplazmik hedeflere veya immün yanıtı güçlendirici özelliklere sahip olmalıdır. Okaliptus yağında bu özelliklerin baskın olmaması, sınırlı etkinliği açıklamaktadır.

Koloni sağlığı parametreleri de timol'ün koruyucu etkisini desteklemiştir. Thymol uygulanan kolonilerde çerçeve doluluk oranı %91, yavru alanı büyüklüğü ise $2420 \pm 120 \text{ cm}^2$ olarak korunmuştur. Bu sonuçlar, *Nosema* enfeksiyonlarının koloni genel metabolizmasını ve yavru bakım aktivitelerini olumsuz etkilediğini gösteren Higes ve ark. (2008) ve Martín-Hernández ve ark. (2009) çalışmalarını doğrulamaktadır. Kontrol grubunda çerçeve doluluk oranının %67'ye düşmesi ve yavru alanının $1600 \pm 210 \text{ cm}^2$ 'ye gerilemesi, enfekte kolonilerde enerji kaynaklarının tükenmesi ve bakım davranışlarının bozulması ile açıklanabilir.

Koloni mortalite oranları çalışmanın diğer önemli bulgularındandır. Timol grubunda ölüm oranı %8 gibi düşük bir seviyede kalırken, kontrol grubunda bu oran %31'e ulaşmıştır. Bu sonuç, Fries (2010) ve Genersch ve ark. (2010) tarafından da ifade edildiği gibi, *N. ceranae* enfeksiyonlarının arı mortalitesi üzerindeki doğrudan etkisini açıkça göstermektedir. Ayrıca timol'ün koloni mortalitesini azaltmadaki etkinliği, bu bileşiğin *Nosema* enfeksiyonlarını baskılayarak koloninin genel fizyolojik dayanıklılığını artırmasıyla ilişkilendirilebilir.

Çalışmamızın Balıkesir bölgesinde yürütülmüş olması, sonuçların pratik uygulanabilirlik açısından yüksek değere sahip olduğunu göstermektedir. Balıkesir'in sıcak ve nemli iklim

koşulları, *N. ceranae* enfeksiyonları için ideal bir ortam sağlamaktadır. Papachristoforou ve ark. (2018) sıcak iklimlerde Nosemosis'in koloniler üzerinde daha yıkıcı etkiler gösterdiğini bildirmiştir. Bu bağlamda timol'ün sıcak ve nemli saha koşullarında dahi etkinliğini koruması, bu doğal ajanın geniş kullanım potansiyeline işaret etmektedir.

Bulgularımız ayrıca, timol'ün yalnızca *Nosema* enfeksiyonlarını kontrol etmekle kalmayıp, koloni sağlığı üzerinde genel bir koruyucu etki oluşturduğunu da göstermektedir. Yavru alanı korunumu, çerçeve doluluk stabilitesi ve düşük ölüm oranları, timol'ün arı metabolizmasına zarar vermeden bağışıklık sistemini destekleyebileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, thymol'ün aşırı yüksek konsantrasyonlarda kullanımı durumunda arılarda yem tüketiminde azalma, kuluçka alanında küçülme gibi olumsuz etkiler bildirilmiştir (Imdorf ve ark., 1999; Mattila ve Otis, 2000). Bu nedenle uygulamada doz optimizasyonu kritik öneme sahiptir.

Mentolün orta düzey etkinlik göstermesi, onu tek başına birincil tedavi seçeneği olmaktan çıkarırken, belki kombinasyon terapileri (örneğin timol + mentol kombinasyonları) için bir aday olabileceğini düşündürmektedir. Değişik kombinasyon tedavileri, hem patojen baskılamada sinerjistik etki yaratabilir hem de direnç gelişimini azaltabilir (Albo ve ark., 2003).

Okalıptus yağının düşük etkinlik göstermesi, bu ürünün Nosemosis gibi hücre içi enfeksiyonlarda tek başına kullanımını sınırlı kılmaktadır. Ancak okalıptus yağının bakteriyel enfeksiyonlara karşı etkin olduğu bildirilmiş olduğundan (Hammer ve ark., 1999), Nosemosis ile ikincil enfeksiyonların bir arada görüldüğü durumlarda destekleyici ajan olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Albo, G. N., Henning, C. P., Ringuelet, J. A., Reynaldi, F. J., De Giusti, M. R., & Alippi, A. M. (2003). Evaluation of some essential oils for the control of American foulbrood disease in honey bees. *Journal of Apicultural Research*, 42(2), 63-67.
- Antúnez, K., Martín-Hernández, R., Prieto, L., Meana, A., Zunino, P., & Higes, M. (2009). Immune suppression in the honey bee (*Apis mellifera*) following infection by *Nosema ceranae* (Microsporidia). *Environmental Microbiology*, 11(9), 2284-2290.
- Batish, D. R., Singh, H. P., Setia, N., Kaur, S., & Kohli, R. K. (2008). Chemical composition and inhibitory activity of essential oil from decaying leaves of *Eucalyptus citriodora*. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 63(9-10), 607-612.
- Botías, C., Martín-Hernández, R., Barrios, L., Meana, A., & Higes, M. (2013). *Nosema* spp. infection and its negative effects on honey bee colonies. *Research in Veterinary Science*, 93(1), 367-373.
- Costa, C., Lodesani, M., Maistrello, L., & Pellacani, A. (2010). *Nosema ceranae* infection in *Apis mellifera*: influence of diet and comparison of diagnostic methods. *Journal of Apicultural Research*, 49(3), 243-248.
- Di Prisco, G., Pennacchio, F., Caprio, E., Boncristiani, H. F., Evans, J. D., & Chen, Y. (2016). *Varroa destructor* is an effective vector of Israeli acute paralysis virus in the honeybee, *Apis mellifera*. *Journal of General Virology*, 97(7), 1514-1521.

- Fries, I. (2010). *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, S73-S79.
- García-Fernández, P., Puerta, F., & Sánchez-España, A. (2020). Effectiveness of essential oils against *Nosema ceranae* in honey bee colonies under field conditions. *Insects*, 11(11), 784.
- Genersch, E., von der Ohe, W., Kaatz, H., Schroeder, A., Otten, C., Büchler, R., ... & Gisder, S. (2010). The German bee monitoring project: a long-term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie*, 41(3), 332-352.
- Gómez, P. J., Alonso, J. D., & Pascual, A. (2018). Effect of eucalyptus essential oil on *Nosema ceranae* infection in *Apis mellifera*. *Microbial Pathogenesis*, 121, 39-43.
- Hammer, K. A., Carson, C. F., & Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86(6), 985-990.
- Hammer, K. A., Carson, C. F., & Riley, T. V. (2019). The influence of essential oils on biofilm formation by *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 53(6), 760-767.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., & Meana, A. (2008). *Nosema ceranae* in Europe: an emergent type C nosemosis. *Apidologie*, 39(6), 588-591.
- Huang, W. F., Solter, L. F., Aronstein, K., & Huang, Z. Y. (2013). Infectivity and virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in commercially available North American honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 113(3), 298-303.

- Hubert, J., Nesvorna, M., Kamler, M., Kopecky, J., Tyl, J., & Titera, D. (2017). Nosema ceranae and its influence on honeybee microbiota under field conditions. *Microbial Ecology*, 73(3), 714-723.
- Imdorf, A., Bogdanov, S., Ochoa, R. I., & Calderone, N. W. (1999). Use of essential oils for the control of Varroa jacobsoni Oud. in honey bee colonies. *Apidologie*, 30(2-3), 209-228.
- Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), 303-313.
- Liolios, V., Gortzi, O., Lalas, S., Tsaknis, J., & Chinou, I. (2012). Liposomal incorporation of carvacrol and thymol isolated from the essential oil of Origanum dictamnus L. and in vitro antimicrobial activity. *Food Chemistry*, 122(1), 121-128.
- Marchese, A., Arciola, C. R., Barbieri, R., Silva, A. S., Nabavi, S. F., Sokeng, A. J. T., ... & Nabavi, S. M. (2016). Update on monoterpenes as antimicrobial agents: a particular focus on p-cymene. *Materials Science and Engineering: C*, 61, 744-761.
- Martín-Hernández, R., Meana, A., Prieto, L., Salvador, A. M., Garrido-Bailón, E., & Higes, M. (2007). Outcome of colonization of Apis mellifera by Nosema ceranae. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(20), 6331-6338.
- Martín-Hernández, R., Botías, C., Barrios, L., Martínez-Salvador, b, Meana, A., & Higes, M. (2009). Comparison of the energetic stress associated with experimental Nosema

- ceranae and *Nosema apis* infection of honeybees (*Apis mellifera*). *Parasitology Research*, 105(3), 767-773.
- Mattila, H. R., & Otis, G. W. (2000). Effect of pollen availability on the survival and growth of honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. *Environmental Entomology*, 29(4), 629-636.
- Papachristoforou, A., Papachristoforou, C., Morgan, E. D., & Satta, A. (2018). The use of essential oils for Nosemosis control in honey bees: a promising field to explore. *Journal of Apicultural Research*, 57(5), 661-670.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345-353.
- Van den Heever, J. P., Thompson, T. S., & Curtis, J. M. (2014). Effect of fumagillin on *Nosema ceranae* infection levels in honey bees in field trials in Alberta, Canada. *Journal of Apicultural Research*, 53(4), 482-484.
- Williams, G. R., Shafer, A. B., Rogers, R. E., Shutler, D., & Stewart, D. T. (2008). First detection of *Nosema ceranae*, a microsporidian parasite of European honey bees (*Apis mellifera*), in Canada and central USA. *Journal of Invertebrate Pathology*, 97(2), 189-192.

AKVARYUM BALIKLARINDA GÖRÜLEN PARAZİTLER

Hakkı ÜNLÜ¹

Ahmet Hakan ÜNLÜ²

1. GİRİŞ

Su ürünleri denildiğinde gıda olarak tüketilen balıkların yanı sıra süs amaçlı beslenen balıklar da akla gelmektedir. Dünya genelinde hobilere ilişkin anket yapıldığında akvaryum hobisinin fotoğrafçılık hobisinden sonra ikinci sırada olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye’de 1980’li yıllardan önce bireysel çabalar sonucunda yurtdışından çok az balık türü getirilmiştir. Günümüzde internetin ve sosyal medyanın gelişmesiyle ürün çeşitliği artmış olup akvaryum ile ilgili ürünlere hızlı bir şekilde ulaşılabilir. Bu tür kolaylıklar sayesinde akvaryum hobisi günümüzde giderek yaygınlaşan bir hobi olmuştur. Bu sayede akvaryum balığı üretimi ve pazarlanması pek çok insanın gelir kaynağı konumundadır. Dünya çapında yaklaşık 60 milyon insan akvaryum balıkçılığı ile geçimini sağlamaktadır. Akvaryum sektöründe en büyük payı tropikal tatlı su akvaryum balıkları yer almaktadır. Türkiye’de hobi niteliğinde yapılan süs balıkçılığının yanı sıra, dünya balıklarını tanıtmak amacıyla gezi ve gözleme açık, aynı zamanda eğitim amaçlı kurulmuş pek çok akvaryum

¹ Vet. Hekim Dr., Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Aydın, Türkiye, ORCID: 0009-0003-0615-6831.

² Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevaş Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Van, Türkiye, ORCID: 0000-0003-3441-8504.

mevcuttur (Doğanay et al., 1989; Erez et al., 2017; Hekimoğlu, 2006; Türkmen & Alpbaz, 2001).

Tatlı ve tuzlu su balıklarında bulunan paraziter etkenler, yaşamların bir kısmını ya da tamamını konakta geçirir ve balıkların patojen hastalık etkenleridir. Balık parazitlerinin bir kısmı zoonotik özelliktedir. Hayvansal gıda kaynağı olan balıklarda tespit edilen parazitlerin bir kısmının tüm dünyada en önemli gıda kaynaklı parazitler arasında olduğu kabul edilmektedir. Aynı zamanda akvaryum balıklarında da çeşitli parazitlerin görüldüğü ve özellikle sıcaklıkların artmasıyla da balıklarda büyük kayıplara neden olduğu belirtilmiştir (Doğanay et al., 1989, Dönmez 2024, Dörücü & Mutlu, 2008).

Türkiye’ de 41 tatlı su balığından 113 metazoon parazitin (parazitik helminth ve crustacea) varlığından bahsedilmiştir (Öktener, 2003, Öktener et al., 2010). Bu derlemede çeşitli kaynaklar taranarak özellikle tatlı su tropikal akvaryum balıklarında sık görülen parazit türleri ve bu parazitlerle mücadele yöntemleri hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.

2. AKVARYUM BALIKLARINDA GÖRÜLEN PARAZİT GRUPLARI

Akvaryum balıklarında görülen ve hastalık oluşturan paraziter etkenler sistematik olarak sınıflandırılacak olursa Protozoa, Helminth ve Artropod olarak üç ana gruba ayrılmaktadır. Türkiye’ de 1931’den 2003 yılına kadar, balık parazitleriyle ilgili deniz balıkları ve tatlı su balıklarında çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu makalede yapılan literatür taraması sonucunda; çalışma yapılan tatlı su akvaryum balığı türleri ile ilgili bilgiler Tablo 1’de bulunmaktadır. Genel olarak tespit edilen parazitler ile ilgili bilgiler de Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye’de parazit tespit edilen tatlı su akvaryum balık türleri (Doğanay et al., 1989; Durgun & Özdemir 2021, Kayış et al., 2013; Kayış et al., 2016).

Balığın İsmi	Aile	Tür
Japon Balığı	Cyprinidae	<i>Carassius auratus</i>
Tetrazon	Cyprinidae	<i>Puntius tetrazona</i>
Labio	Cyprinidae	<i>Labeo bicolor</i>
Beta balığı	Anabantidae	<i>Betta splendens</i>
Gurami	Anabantidae	<i>Trichogaster sp.</i>
Lepistes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>
Moli	Poeciliidae	<i>Poecilia sphenops</i>
Kılıçkuyruk	Poeciliidae	<i>Xiphophorus helleri</i>
Plati	Poeciliidae	<i>Xiphophorus maculatus</i>
Velifera	Poeciliidae	<i>Mollinesia velifera</i>
Zebra Ciklet	Chiclidae	<i>Chiclasoma nigrofasciatum</i>
Sarı Prenses	Chiclidae	<i>Labidochromis caeruleus</i>
Severum	Chiclidae	<i>Heros efasciatus</i>
Diskus	Chiclidae	<i>Symphosodon discus</i>
Melek balığı	Chiclidae	<i>Pterophyllum scalare</i>
Köpekbalığı	Pangasiidae	<i>Pangasius sp.</i>
Vatoz	Loricariidae	<i>Hemiancistrus vittatus</i>
Vatoz	Loricariidae	<i>Hypostomus sp.</i>
Tetra	Characidae	<i>Characidae spp.</i>

Tablo 2. Akvaryum balıklarında sık görülen parazitler ve yerleştiği organlar (Burgu et al., 1988; Doğanay et al., 1989; Dörücü & Mutlu, 2008; Gökpinar et al., 2023, Öktener et al., 2024; Yarsan, 2020; Yıldız, 2005).

Grup	Tür	Bulunduğu Organ	Bulaşma Şekli
Protozoa	<i>Trichodina sp.</i>	Deri ve solungaçlar	Sudaki etkenler
	<i>Myxosporidia sp.</i>	Safra kesesi ve solungaçlar	Ağız yoluyla
	<i>Chilodonella cyprini</i>	Vücudun dış yüzeyi	Sudaki etkenler
	<i>Ichtyophthirius multifiliis</i>	Deri ve solungaçlar	Sudaki etkenler
	<i>Hexamita salmonis</i>	Sindirim sistemi ve safra kesesi	Sudaki etkenler
Helmint	<i>Piscinoodinium sp.</i>	Deri ve solungaçlar	Sudaki etkenler
	<i>Trichodinella sp.</i>	Solungaçlar	Sudaki etkenler
	<i>Ichtyobodo necator</i>	Deri, solungaçlar, yüzgeçler	Sudaki etkenler
	<i>Vorticella sp.</i>	Deri, solungaçlar, yüzgeçler	Sudaki etkenler
	<i>Gyrodactylus</i>	Deri ve solungaçlar	Vücut teması
	<i>Dactylogyrus</i>	Deri ve solungaçlar	Sudaki etkenler
	<i>Diplozoön paradoxus</i>	Solungaçlar	Sudaki etkenler
	<i>Discocotyle sp.</i>	Solungaçlar	Sudaki etkenler
	<i>Centrocestus formosanus</i>	Solungaçlar	Ağız yoluyla
	<i>Capillaria sp.</i>	Sindirim sistemi	Ağız yoluyla
Artropod	<i>Camallanus sp.</i>	Sindirim sistemi	Ağız yoluyla
	<i>Acantocephala sp.</i>	Sindirim sistemi	Ağız yoluyla
	<i>Argulus sp.</i>	Deri ve solungaçlar	Sudaki etkenler
	<i>Ergasilus sp.</i>	Solungaçlar	Sudaki etkenler
	<i>Lernaeo sp.</i>	Vücudun dış yüzeyi, kas dokusu	Sudaki etkenler

2.1. Protozoa

Protozoonlar tek hücreli canlılar olup balıkların deri ve mukoza gibi dış yüzeyine veya iç organlarda yaşamlarını sürdürebilirler. Biyolojileri doğrudan olduğu gibi yaşamlarının devamlığı için omurgasız su canlılarına ihtiyaç duyan türler mevcuttur. Balıklarda parazit kaynaklı enfeksiyon hastalıklarının çoğunluğunu protozoon türleri oluşturmaktadır (Öktener et al., 2010).

Dünya’da ve Türkiye’de görülen beyaz benek (Ich) hastalığının etkeni ciliatalı bir protozoon olan *I. multifiliis*, canlı balıkların varlığı olmadan yaşayamayan zorunlu bir patojendir ve akvaryum balıklarında en sık görülen tek hücreli bir ektoparazittir. Parazit ile enfeste balıkların derisinde, yüzgeçlerinde ve solungaçlarında genellikle 1/16 inç çapa kadar tuz tanelerine benzeyen beyaz noktalar oluşmaktadır. Her beyaz nokta aynı zamanda kistli bir parazittir. Akvaryuma enfekte olmuş bir balık eklendiğinde etken hızlıca diğer balıklara yayılmaktadır. Hızlı ve doğrudan yaşam döngüsü nedeniyle organizmanın kontrol edilmesi ve ortadan kaldırılması zordur. Parazit balığın derisine ve solungaçlarına zarar vermektedir. Solungaç hasarı oluştuğunda özellikle su kalitesi düşük olduğunda oksijen alımı zorlaşmakta ve enfekte balıklar genellikle tedavi olmaksızın ölmektedir. (Öge & Öge, 2020; Fish Pathogens, 2025; Petty et al., 2024).

Kafada delik hastalığının etkeni flagellalı bir protozoon olan *H. salmonis*’tir. Hastalığın patolojik mekanizması tam olarak açıklanamamıştır. Etkenin biyolojisi direktir. Hastalık özellikle diskus ve astronot gibi Güney Amerika çikletlerinde görülmektedir. Etken sağlıklı balıkların bağırsaklarında bulunmakta olup balığın sağlık ve yaşam kalitesinde herhangi bir olumsuzluk oluştuğunda yani stres altında hastalık baş göstermektedir (Öge & Öge, 2020).

Diğer sık görülen protozoan tür olan *Chilodinella sp.* ılıman ve tropikal tatlı su balıklarında yaygındır. *Chilodinella sp.* balıklarda hareket etmede ve iştahta azalmaya sebep olurlar. *Myxobolus sp.* çoğunlukla solungaçlarda bulunur ve dokuyu büyük oranda tahrip ederek kanamalı lezyonlara sebep olmaktadır. *Costia* ve bazı *Trichodina* türleri solungaçlarda “blue slime” denilen hastalığa sebep olmaktadır. Balıkta aşırı mukus üretimine bağlı olarak mavimsi-grimsi bir tabaka (bulanıklık) oluşmaktadır. Bu protozoonlar balıkların ağırlık kayıplarına sebep olmalarının yanı sıra ticari olarak pazarlanmalarında da olumsuz etkileri olmaktadır (Ekingen, 1983; Doğanay, 2020; Öktener et al., 2010; Öztürk & Güven, 2024).

2.2. Helmintler

Akvaryum balıklarında hemint kaynaklı enfeksiyonlar da görülmektedir. Monogenetik trematodlar hermafrodit olup ara konak yoktur. *Gyrodactylus*, *Dactylogyrus*, *Diplozoon*, *Discocotyle* türleri genellikle solungaçlara yerleşirler. Ağır enfestasyonlarda genel olarak iştahsızlık, kilo kaybı, solungaç bölgesinde lezyonlar ve ölüm görülmektedir (Öge & Öge, 2020; Öktener et al., 2010).

Akvaryum balıklarında çeşitli parazit nematod türleri enfestasyon yapmaktadır. Nematodlarda dişi ve erkek birey ayrıdır. Genellikle canlı yem ile besleme yapıldığında etkenler bulaşmaktadır. *Capillaria sp.* konağa doğrudan bulaşmakla beraber *Tubifex* türlerinde de paratenik konak olarak bulunabilmektedir. *Camallanus sp.* larva dönemlerinde balık, oligochaete, copepod ve crustaceanlarda görülmektedir. Son konak balık ara konağı yiyerek vücuduna almaktadır. Etkenler çeşitli iç organlarda bulunabildiği gibi çoğunlukla sindirim sistemine yerleşmektedir. Yoğun *Camallanus* enfestasyonlarında balığın anüsünde kırmızı renkli etkenler görülebilir. Nematodlar

özellikle ağır enfestasyonlarda iştahsızlık, ağırlık kaybı ve ölüme neden olmaktadır (Erez et al., 2017; Öktener et al., 2010).

Acanthocephala türlerinin gelişimi indirekt olup dişi ve erkek bireyler ayrıdır. Gelişimleri indirekt olup ara konakları çeşitli crustaceanlardır. Dikenli hortumları ile son konağın bağırsağına tutunur ve irritasyon yaparlar. Küçük akvaryum balıklarında birkaç parazit ölüme neden olabilmektedir (Öge & Öge, 2020; Öktener et al., 2010).

2.3. Crustaceanlar

Akvaryum balıklarında Artropoda şubesine ait crustaceanlar ciddi problemlere sebebiyet verebilirler. Copepoda alt-sınıfına ait *Argus sp.* balık biti hastalığına, *Ergasilus sp.* balık yengeç hastalığına ve *Lernaea sp.* ise çapa kurdu hastalığına sebep olmaktadır. Etkenler genellikle deri, solungaç ve yüzgeç bölgelerine yerleşirler. Balığın kanını emerek sekonder bakteriyel ve mantar hastalıklarına karşı predispoze hale getirirler (Gökpinar et al., 2023; Öge & Öge, 2020).

3. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE AKVARYUM BALIĞI PARAZİTLERİ ÜZERİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Sri Lanka'da ihracat amaçlı kurulmuş çiftliklerden alınan 1520 akvaryum balığının %45,3'nün çeşitli parazitlerle infeste olduğu tespit edilmiştir. İlgili çalışmada *Trichodina nigra*, *Trichodina spp.*, *Tetrahymena corlissi*, *Tetrahymena pyriformis*, *I. multifilis*, *Ichtyobodo necator*, *Piscinoodinium spp.*, *Dactylogyrus extensus*, *Dactylogyrus extensus*, *Gyrodactylus tumbulli*, *Gyrodactylus katjerineri*, *Gyrodactylus spp.* *Centocetus sp.*'ye ait metaserker, *Capillaria spp.*, *Lernaea cyprinacea*, *Ergasilus ceylonensis* ve *Argulus foliaceus* tespit edilmiştir (Thilakarathne et al., 2003). Brezilya'da akvaryum

balıkları üzerinde yapılan bir çalışmada 240 balığın %22,5’inde parazit tespit edilmiştir. Tespit edilen parazitler *I. multifilis*, tanımlanamayan digenea metaserkerleri, *Acanthosotmum spp.*, *Bothriocephalus acehilognathi*, *Echinorynchus sp.* ve Estagio larvalarıdır (Hoshino et al., 2018).

Türkiye’de akvaryum balıkları üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Doğanay ve ark., (1989) Ankara’da yaptıkları bir çalışma sonucunda 290 akvaryum balığının 91’inde parazit tespit edilmiştir. Çalışmada tespit edilen parazitler *Trichodina sp.*, *Myxosporidia sp.*, *Chilodonella cyprini*, *I. multifilis*, *Trichodinella sp.*, *Gyrodactylus sp.*, *Dactylogyrus*, *Metacercariae*, *Capillaria*, *Camallanus lacustris*, *Camallanus sp.* ve *Acanthocephala sp.*’dir. Çalışmada en çok saptanan türün %26,6 oranında *Trichodina sp.* olduğu bildirilmiştir. Kayış ve ark., (2013) Rize ve Doğu Anadolu’nun bazı bölgelerinden getirilmiş 55 akvaryum balığının 50’sinin (%90,9) parazit ile enfeste olduğunu tespit etmişlerdir. Tespit edilen türler *Dactylogyrus sp.*, *Epistis sp.*, *C. cyprini*, *I. multifilis*, *Tetrahymena sp.*, *Trichodina sp.*, *Vorticella sp.*, *Hexamita sp.*, *I. necator* ve *Piscinodinium pillulare*’dir. Çalışmada en yüksek oranda tespit edilen türlerin *I. multifilis*, *I. necator* ve *Trichodina sp.* (%16,36) olduğu belirtilmiştir. Durgun ve Özdemir, (2021), Konya’da 100 adet akvaryum balığının %35’inde parazit ile enfeste olduğunu saptamışlardır. Tespit edilen türler *Chilodonella sp.*, *Costia sp.*, *Tetrahymena sp.*, *Rotifera sp.*, *I. multifilis*, *Trichodina sp.*, *Gyrodactylus p.*, *Dactylogyrus sp.*, *Aelosoma sp.* ve *Vorticella sp.* olarak bildirilmiştir. Çalışmada en çok tespit edilen tür *Chilodonella sp.* (%51) olmuştur. Gökpınar ve ark., (2023) Kırıkkale’de akvaryum balıkları üzerinde yaptıkları bir araştırmada 502 adet akvaryum balığı parazitik yönden incelenmiştir. Araştırma sonucunda 502 balığın %62,7’sinin bir veya birden fazla parazit türüyle enfeste olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada tespit edilen türler *Chilodonella sp.*, *Trichodina sp.*, *I.*

multifiliis, *Ichthyobodo* sp., *Hexamita* sp., *Myxosporidia* sp., *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp., *Thaparocleidus* sp., *Centrocestus* metaserkeri, *Lernaea* sp., *Argulus* sp., *Camallanus* sp., *Capillaria* sp., *Ambiphyra* sp., *Epistylis* sp., *Tetrahymena*, *Vorticella*, *Philodina*, *Chaetonotus* sp., *Euchlanis* sp., *Acanthocephala* sp., *Sciadicleithrum variabilum*'dir. En sık tespit edilen türün %61 oranında *Chilodonella* sp. olduğu belirtilmiştir.

4. AKVARYUM BALIKLARINDA PARAZİTER ETKENLERİN TEŞHİSİ

Parazit hastalıklarının teşhisinde balığın muayenesi ve nekropsisi önem taşımaktadır. Genellikle ölmek üzere olan veya yeni ölmüş balıklar nekropsi için daha uygundur. Etkenlerin teşhisi için bulunduğu bölgeden kazıntı alınarak makroskopik bakı ve mikroskop altında kazıntı preparatları incelenerek konulabilir. Nekropsi sonucu doku ve organlardan elde edilen preparatlar direkt bakıyla veya özellikle protozoon etkenlerin tanımlanması için çeşitli tekniklerle boyanarak mikroskop altında teşhis edilebilmektedir. Ayrıca PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) gibi moleküler teknikler ile de etken identifikasyonu yapılabilmektedir. (Öge & Öge, 2020; Yardımcı, 2020).

5. AKVARYUMDA PARAZİTER HASTALIKLARDAN KORUNMA

Parazit enfestasyonlarının kontrolü için kimyasal madde kullanımı ilk tercih olsa da çevre dostu korunma ve kontrol yöntemleri de mevcuttur. Öncelikli olarak parazitlerin yaşam döngüleri ve bulaşma şekilleri hakkında bilgi sahibi olmak yaklaşımın temelini oluşturmaktadır. Akvaryum ortamında yetiştirilen balıklarda parazitler hastalıkların kontrolü akvaryumun sınırlı bir alanda olması nedeniyle havuz ortamında

yetiştirilen balıklara oranla daha kolay olmaktadır (Şenler & Yıldız, 2019; Öztürk & Güven, 2024).

Akvaryumda balık sağlığını korumanın en iyi yolu gözlem yapmak ve akvaryumun temizliğine özen göstermektir. Akvaryum suyunun kalitesi, akvaryumun kapasitesinden fazla yoğun balık tutulmaması, birbiri ile uyumlu olan türlerin birlikte bakılması, yeterli filtrasyon ve stres oluşturabilecek diğer koşulların önlenmesi önemli faktörler arasındadır. Hastalık belirtileri her zaman göze çarpmamaktadır. Bu yüzden akvaryuma yeni balık eklemekten önce karantina akvaryumunda yaklaşık 15 gün tutmak ve bu süre zarfında gözlem yapmak hastalığın yayılmaması açısından önemlidir. Hijyen tedbirleri olarak hobide kullanılan alet ve ekipmanların dezenfekte etmek ve hastalık belirtisi gösteren balıkları akvaryumdan ayırıp başka bir akvaryuma eklemek alınacak koruyucu önlemler arasındadır. Ayrıca balıklar gereğinden fazla beslenmemeli ve dış ortamdan yakalanan crustacean, solucan gibi canlı yemler balıklara verilmemelidir (Sanford, 2023; Scott, 1998).

6. SONUÇ

Son yıllarda Türkiye’de akvaryum balığı türleri ve akvaryum ekipmanı çeşitliliğinde artış görülmekte ve akvaryum hobisi giderek yaygınlaşmaktadır. Hastalıklardan korunma tedaviden daha büyük bir önem taşımaktadır. Kültür ortamında yetiştirilen balıklarda görülen parazit türleri doğal ortamda yetişen balıklara göre daha az görülmesine rağmen etkileri daha büyük olmaktadır. Akvaryum balık yetiştiriciliğinde büyük ekonomik kayıplara yol açan paraziter enfeksiyonlar göz ardı edilmemelidir. Balık parazitleri, özellikle balıkların larva evresinde akvaryum balığı yetiştiriciliğinde yüksek oranda ölüme neden olmaktadır. Bu nedenle balık ithalatı, balık üretiminde ve nakliyesinde iyi sağlık yönetimi uygulamalarının,

kontaminasyonun önlenmesinin ve hijyen önlemlerinin çok önemli olduğu anlaşılmaktadır (Dörücü & Mutlu,2008; Kayış et al., 2013, Şenler & Yıldız, 2019).

KAYNAKÇA

- Doğanay, A. (1989). Ankara’da bazı akvaryum balıklarında görülen parazitler. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 36(03), 795-806.
- Dönmez, A. E. (2024). Paraziter Balık Zoonozları. *Acta Aquatica Turcica*, 20(2), 151-167.
- Dörücü, M, & Mutlu N. (2008). Parazit balık hastalıkları ve ilaçla tedavileri. *Natural and Applied Sciences*, 3, 372-380.
- Durgun, B, & Özdemir, Ö. (2021). Akvaryum balıklarından Vatoz balığı (*Hypostomus sp*) ve Tetra balıklarında (*Characidae sp*) patolojik ve parazitolojik incelemeler. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 11(2), 145-157.
- Ekingen, G. (1983). Tatlısu Balık Parazitleri. *Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu*. Yay. No:1, Elazığ.
- Erez, M. S., Göksu, A., & Kozan, E. (2017). Camallanus spp. in aquarium fish (*Poecilia reticulata*). *Kocatepe Veterinary Journal*, 10(1), 37-39.
- Fish Pathogens. *Ichthyophthirius multifiliis*. <https://fishpathogens.net/pathogen/ichthyophthirius-multifiliis-ich>. Erişim Tarihi: 29.04.2025,
- Gökpınar, S., Akkuş, G. N., & Akdeniz, S. (2023). Kırıkkale’deki Petshoplarda satışa sunulan akvaryum balıklarında parazitolojik incelemeler. *Türkiye Parazit Derg*, 47(3), 160-165.
- Hekimoğlu, M. A. (2006). Akvaryum Sektörünün Dünyadaki ve Türkiye'deki Genel Durumu. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(2), 237-241.
- Hoshino, É. D. M., Hoshino, M. D. F. G., & Tavares-Dias, M. (2018). Parasites of ornamental fish commercialized in

- Macapá, Amapá State (Brazil). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 27, 74-79.
- Kayış, Ş., Balta, F., Serezli, R., & Er, A. (2013). Parasites on different ornamental fish species in Turkey. *J FisheriesSciences. com*, 7(2), 114-120.
- Kayış, Ş., Er, A., & Kaçar, Z. Z. (2016). Rize ilinden örneklenen bazı balık türlerinde dış protozoan parazitlerin araştırılması. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 1(2), 44-47.
- Sanford, G. (2023). Akvaryum sahibinin elkitabı. (ss.228-233). İstanbul. Alfa Basım Yayım Dağıtım Ltd.Şti.
- Scott, P. W. (1998). Bütün yönleriyle akvaryum. (ss.180-183). Ankara. Dost Kitabevi Yayınları.
- Şenler, N. G. & Yıldız, İ. (2019). Kültür balıkçılığında balık-siliyat (Protista: Ciliophora) Etkileşimleri: simbiyotik ve ekolojik ilişkiler. *Doğanın Sesi*, (3), 25-34.
- Thilakaratne, I. D. S. I. P., Rajapaksha, G., Hewakopara, A., Rajapakse, R. P. V. J., & Faizal, A. C. M. (2003). Parasitic infections in freshwater ornamental fish in Sri Lanka. *Diseases of Aquatic Organisms*, 54(2), 157-162.
- Tigin, Y., Burgu, A., Doğanay, A. ve Öge, S. (1992). Balık parazitleri. *Türk Parazitoloji Derg.* 16 (1), 103-119.
- Türkmen, G. ve Albaz, A. (2001). Türkiye'ye İthal Edilen Akvaryum Balıkları ve Sonuçları Üzerine Araştırmalar. *Ege Su Ürünleri ve Su Bilimleri Dergisi*, 18 (3).
- Öge, S. & Öge, H. (2020). Paraziter hastalıklar. Yarsan, E.(Ed.). Balık hekimliği. (ss.147-221). Ankara. Güneş Tıp Kitapevleri.

- Öktener, A. (2003). A Checklist of Metazoan Parasites Recorded in Freshwater Fish from Turkey. *Zootaxa* 394, 1–28.
- Öktener, A., Yalçın, M., & Koçyiğit, E. (2004). Türkiye’deki balıklarda kaydedilen protozoon parazitler.
- Öztürk, M.O. (2005). Eber Gölü (Afyon)’ndeki sazan (*Cyprinus carpio* L.)’ların metazoon parazitleri üzerine bir araştırma. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 29(3), 204-210.
- Öztürk, T. Güven, A. (2024). Balıklarda görülen parazitik enfestasyonlar ve önlemler. *Balık Sağlığı Araştırmalarında Modern ve Geleceğe Yönelik Yaklaşımlar*, 37.
- Petty, B.D., Francis-Floyd, R., & Yanong R.P.E. (2024). Parasitic Diseases of Fish. *Msd Manual Vet Manual*. <https://www.msdvetmanual.com/exotic-and-laboratory-animals/aquarium-fish/parasitic-diseases-of-fish>. Erişim Tarihi: 29.04.2025
- Yardımcı B. (2020). Balık hastalıklarında temel patoloji. Yarsan, E. (Ed.). Balık hekimliği. (ss.493-506). Ankara. Güneş Tıp Kitapevleri.
- Yildiz, H. Y. (2005). Infection with metacercariae of *Centrocestus formosanus* (Trematoda: Heterophyidae) in ornamental fish imported into Turkey.

TOPRAK KAYNAKLI HELMİNT ENFEKSİYONLARI KÜRESEL YÜK, İNSİDANS VE ÖNLEME STRATEJİLERİ

Ayşe KARAKUŞ¹

Vural DENİZHAN²

1. GİRİŞ

Toprak kaynaklı helmintler, insanlarda enfeksiyona neden olan bir grup parazitik nematod olup çoğunlukla dünyanın tropikal ve subtropikal iklim kuşaklarında görülmektedir. Bu enfeksiyonlar özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde yaygındır ve parazit yumurtaları veya enfektif larva evreleriyle temas sonucunda bulaşmaktadır (Bethony ve ark., 2006). Toprak kaynaklı helmintlerin erişkin evreleri gastrointestinal (GI) sistemde bulunur ve burada 1–10 yıla kadar sürebilen kronik enfeksiyonlar oluşturabilir. Küresel açıdan önem taşıyan türler arasında yuvarlak solucanlar (*Ascaris lumbricoides*), kamçı kurtları (*Trichuris trichiura*) ve kancalı kurtlar (*Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*) yer almaktadır. *Ascaris lumbricoides*, hem insanlarda enfeksiyona neden olan başlıca yuvarlak solucan türü hem de yaklaşık 400 mm uzunluğa ulaşabilen en büyük ve en yaygın görülen türdür (Elkins ve ark., 1986). Bu türlerin sırasıyla yaklaşık 807 milyon, 604 milyon ve 576 milyon kişiyi enfekte ettiği tahmin edilmektedir (WHO, 2005; Hotez ve ark., 2008).

¹ Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı 65080 Van, Türkiye, ORCID: 0000-0002-7151-8777.

² Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı 65080 Van, Türkiye, ORCID: 0000-0002-0531-9550.

Toprak kaynaklı helmintler, en önemli enfeksiyöz etken gruplarından birini oluşturarak ciddi küresel sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bu patojen grubuna ait en az bir türle bir milyardan fazla insanın enfekte olduğu bildirilmektedir (WHO, 2005). *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* ve kancalı kurt türleri (*Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*), ihmal edilmiş tropikal hastalıklar arasında en yaygın görülen enfeksiyon etkenleridir (Hotez ve Kamath, 2009; Pullan ve ark., 2014; Karagiannis-Voules ve ark., 2015). 2010 yılı itibarıyla bu parazitlerin dünya genelinde bir milyardan fazla insanı enfekte ettiği tahmin edilmiştir (Pullan ve ark., 2014; Brooker, 2010; WHO, 2019).

Toprak kaynaklı helmintlerin üçüncü önemli grubu insan kancalı kurtlarıdır (Hotez ve ark., 2005). Erişkin kancalı kurtlar ince bağırsakta uzun yıllar yaşayabilir ve konaktan kan emerek beslenir. Yüksek yoğunlukta bulunduklarında demir eksikliği anemisine (DEA) yol açabilmekte, bu durum özellikle beslenme yetersizliği olan bireylerde daha belirgin hale gelmektedir. Altta yatan demir depoları düşük olan çocuklar ve üreme çağındaki kadınlar (özellikle gebeler), kancalı kurtlara bağlı DEA gelişimi açısından en duyarlı gruplardır. İnsanlarda enfeksiyon oluşturan başlıca üç kancalı kurt türü *Necator americanus*, *Ancylostoma duodenale* ve *Ancylostoma ceylanicum*'dur. *N. americanus* en yaygın tür olup Güney Çin, Güneydoğu Asya, Amerika kıtası ve Afrika'nın büyük bölümünde endemiktir. *A. ceylanicum*'un uzun yıllar yalnızca köpeklerde enfeksiyon yaptığı düşünülmüşse de son yıllarda Asya-Pasifik bölgesinde insanlarda da önemli bir etken olduğu gösterilmiş ve bazı bölgelerde *N. americanus* ile birlikte eş-endemik şekilde bulunduğu bildirilmiştir (Inpankaew ve ark., 2014; Bradbury ve ark., 2017; Colella ve ark., 2021).

İnsanlarda *N. americanus* enfeksiyonu genellikle üçüncü larva evresindeki enfektif larvaların deriden perkütan

penetrasyonu ile gerçekleşirken, *Ancylostoma* türleri hem perkütan hem oral (hatta trans-kolostral) yollarla enfeksiyon oluşturabilir. *N. americanus* için geliştirilen insan deneysel enfeksiyon modelinde (Loukas ve ark., 2016; Diemert ve ark., 2018; Hoogerwerf ve ark., 2021), topikal olarak uygulanan 100’den fazla L3 larvasının güvenli ve iyi tolere edildiği gösterilmiştir (Hoogerwerf ve ark., 2021).

DSÖ, 2010 yılında yaklaşık 875 milyon çocuğun düzenli toprak kaynaklı helmint tedavisine ihtiyaç duyduğunu bildirmiştir. Bu tahmin dünya genelinde yaklaşık 100 milyon kişiyi enfekte eden *Strongyloides stercoralis*’i kapsamamaktadır (CDC, 2015). Son on yıllarda elde edilen veriler, toprak kaynaklı helmint enfeksiyonlarına bağlı sakatlık uyarlanmış yaşam yılı (DALY) kaybının azaldığını göstermektedir; ancak bu düşüş büyük lde st-orta gelirli ülkelerde gerçekleşmiş, hastalık yükü ise giderek düşük ve düşük-orta gelirli bölgelerde yoğunlaşmıştır (Stolk ve ark., 2016). Ayrıca DALY değerlerinin kancalı kurtların neden olduğu aneminin yeterince hesaba katılmaması gibi nedenlerle gerçek hastalık yükünü olduğundan düşük yansıtılabileceği belirtilmektedir (King ve Bertino, 2008).

2013 yılı verilerine göre *A. lumbricoides* dünya genelinde yaklaşık 804 milyon kişiyi enfekte etmektedir ve enfeksiyon en sık çocuklar ile ergenlerde görülmektedir (Elkins ve ark., 1986; GBD 2013 Collaborators, 2015). *Ascaris* enfeksiyonuna bağlı DALY değerleri 1990 yılına kıyasla dörtte bire gerileyerek yaklaşık 1 milyon düzeyine düşmüştür (de Vlas ve ark., 2016). Hastalık yükünün yaklaşık altıda biri mortaliteye bağlı olup ağır morbidite çoğunlukla kaşeksi (wasting) ile ilişkilidir (Pullan ve ark., 2014). İnsan toprak kaynaklı helmint enfeksiyonlarının endemik olmadığı ülkelerde bile nadiren evcil domuzlarla temas sonucu *Ascaris suum* kaynaklı enfeksiyonlar bildirilmektedir (Nejsum ve ark., 2012).

Toprak kaynaklı helmint enfeksiyonları küresel ölçekte yaygın olup, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde yaşayan dezavantajlı topluluklarda yüksek prevalans göstermektedir. Günümüzde bir milyardan fazla insan en yaygın toprak kaynaklı helmint türlerinden biri veya birkaçı ile enfektir (WHO, 2005; Hotez ve ark., 2008). Bu türler benzer bulaş dinamiklerine sahip oldukları için kontrol-önleme stratejileri ortak bir çerçevede değerlendirilmektedir. DSÖ, enfeksiyon prevalansını ve morbiditeyi azaltmak amacıyla uygun sanitasyona erişim, hijyen eğitimi ve koruyucu kemoterapiyi (Preventive Chemotherapy, PC) içeren entegre bir yaklaşım önermektedir (de Silva ve ark., 2003). PC, endemik bölgelerde risk altındaki nüfusa periyodik albendazol veya mebendazol uygulanmasını kapsamaktadır. Okul çağındaki çocuklarda başlangıç prevalansının %20 veya daha yüksek olduğu durumlarda bireysel değerlendirmeye gerek duyulmaksızın PC önerilmektedir (Brooker ve ark., 2006; Bundy ve de Silva, 1998). Programın ilerleyişi ideal olarak her 2-3 yılda bir izlenmeli ve beş yıllık uygulama sonrası yeniden değerlendirilmelidir (Brooker ve ark., 2006).

2. TOPRAK KAYNAKLI HELMİNT ENFEKSİYONLARI AÇISINDAN RİSK ALTINDAKİ ÜLKELER VE POPÜLASYONLAR

Toprak kaynaklı helmint enfeksiyonları çoğunlukla su, sanitasyon ve hijyen koşullarının yetersiz olduğu bölgelerde yaşayan bireylerde görülmektedir (Khuroo ve ark., 2010). Enfeksiyonlar en yaygın düşük ve orta gelirli ülkelerde görülmekle birlikte, yüksek gelirli ülkelerde yaşayan hassas topluluklarda da vaka bildirimleri yapılmıştır (Khuroo, 1996). Enfeksiyonların en yoğun olduğu bölgeler Sahra Altı Afrika,

Doğu Asya, Çin, Hindistan ve Güney Amerika'dır (de Silva ve ark., 2003).

2010 yılında toprak kaynaklı helmint açısından endemik olduğu tahmin edilen ülke ve bölge sayısı 112 iken (Molyneux ve ark., 2003), epidemiyolojik tahmin yöntemlerindeki iyileşmelerle bu sayı 2018 yılında 96 olarak güncellenmiştir (Despommier ve ark., 2005). DSÖ, morbidite açısından en yüksek risk altındaki üç popülasyon grubunu okul öncesi çocuklar, okul çağı çocukları ve üreme çağındaki kadınlar olarak tanımlamaktadır. 2018 verilerine göre 310 milyon okul öncesi çocuk (Despommier ve ark., 2005), 762 milyon okul çağı çocuğu (Despommier ve ark., 2005) ve 688 milyon üreme çağındaki kadın (bunların 69 milyonu gebedir) (Bethony ve ark., 2006) risk altındadır.

3. TOPRAK KAYNAKLI HELMİNT ENFEKSİYONLARININ KONTROLÜNDE ANTIHELMİNTİK İLAÇ BAĞIŞLARI

Dünya nüfusunun dörtte birinden fazlası *A. lumbricoides*, kancalı kurtlar (*A. duodenale*, *N. americanus*), *T. trichiura* ve *S. stercoralis* gibi toprak kaynaklı helmintlerle enfekte olma riski altındadır. Bu nedenle, endemik bölgelerde yaşayan veya bu bölgelerden dönen bireylerde helmint enfeksiyonu olasılığı klinisyenler tarafından göz önünde bulundurulmalıdır. Antihelmintik ilaçlar endemik ülkelere ücretsiz bağışlanmasına rağmen, 2016 yılında risk altındaki çocukların yalnızca yarısının tedavi alabildiği bildirilmektedir. Kitle tedavisi programlarının etkinliği tartışılrsa da enfeksiyonların ağır klinik sonuçlarını belirgin biçimde azalttığı bilinmektedir. Bu nedenle daha duyarlı tanı yöntemlerine ve daha etkili kontrol stratejilerine gereksinim duyulmaktadır (Jourdan ve ark., 2018).

4. KÜRESEL HASTALIK YÜKÜ

2010 yılı tahminlerine göre dünya genelinde yaklaşık 438,9 milyon kişi kancalı kurt, 819 milyon kişi *A. lumbricoides* ve 464,6 milyon kişi *T. trichiura* ile enfektedir. Toplam 4,98 milyon engellilikle yaşam yılı (YLD) kaybının %65'i kancalı kurtlara, %22'si *A. lumbricoides*'e ve %13'ü *T. trichiura* enfeksiyonlarına atfedilmiştir. Enfeksiyonların %67'si ve YLD kayıplarının %68'i Asya'da görülmüştür. Ancak YLD değerleri nüfusa oranlandığında, hastalık yükünün bölgeler içinde daha belirgin farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır (Pullan ve ark., 2014).

Son on yılda, kontrol programlarında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. DSÖ'nün 2020 NTD Yol Haritası doğrultusunda, enfeksiyon prevalansı %20'nin üzerinde olan bölgelerde okul çağındaki çocukların en az %75'ine düzenli antihelmintik tedavi sağlanması hedeflenmiştir. 2018 yılı itibarıyla Sahra Altı Afrika'da risk altındaki çocukların yaklaşık %70'inin düzenli şekilde dehelmintizasyon aldığı bildirilmiştir (WHO, 2019). DSÖ'nün yeni 2030 NTD Yol Haritası ise tedavi kapsamını artırmanın ötesine geçerek orta–yüksek yoğunluklu enfeksiyon prevalansının %2'nin altına düşürülmesini amaçlamaktadır (WHO, 2020).

5. SONUÇ

Toprak kaynaklı helmint enfeksiyonları (TKHE), başta *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* ve kancalı kurt türleri (*Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*) olmak üzere insanlarda yaygın morbiditeye yol açan paraziter nematod enfeksiyonlarını içermektedir. Dünya genelinde milyarlarca bireyin enfeksiyon riski altında olduğu bu paraziter hastalıklar, özellikle düşük sosyoekonomik koşulların hâkim olduğu tropikal ve subtropikal bölgelerde yüksek prevalans

göstermektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre TKHE, bulaşıcı hastalıklar içerisinde “en ihmal edilen” fakat toplumsal sağlık etkisi bakımından en önemli enfeksiyon gruplarından biri olup, her ne kadar mortalite oranları düşük olsa da uzun dönemde yarattığı klinik ve subklinik etkiler nedeniyle büyüme geriliği, anemi, malnütrisyon, bilişsel performansta azalma ve iş gücü kaybına yol açarak ciddi ölçekte Engellilikle Yaşanan Yıl (DALY) kaybına neden olmaktadır.

Bu enfeksiyonların epidemiyolojisi; çevresel, iklimsel, sosyoekonomik ve davranışsal faktörlerin karmaşık etkileşimleri ile şekillenmektedir. Toprak ve su kaynaklarının fekal kontaminasyonu, güvenli içme suyuna erişimde yetersizlik, hijyen uygulamalarının düşük olması, sanitasyon altyapısının eksikliği ve yoğun nüfuslu yaşam alanları enfeksiyonun devamlılığını kolaylaştıran başlıca faktörlerdir. Ayrıca helmint yumurtalarının toprakta uzun süre canlılığını koruyabilmesi, çevresel rezervuarların kalıcılığını artırmakta ve reinfeksiyon döngüsünün hızlı gerçekleşmesine neden olmaktadır. Çocuklar, özellikle okul çağındaki bireyler, toprakla temasın fazla olması ve hijyen davranışlarının gelişmekte olması nedeniyle enfeksiyon açısından en riskli gruplar arasında yer almaktadır.

Küresel ölçekte TKHE'nin insidansı; sadece biyolojik faktörlerle değil, aynı zamanda altyapısal eşitsizlikler, iklim değişikliği, göç hareketleri, kentleşme ve tarım uygulamaları gibi geniş sosyoekolojik süreçlerle de ilişkili bulunmuştur. İklim değişikliği bağlamında artan sıcaklıklar, değişen yağış düzenleri ve toprak nem oranındaki dalgalanmalar helmint yumurtalarının gelişimi ve çevresel dayanıklılığı üzerinde etkili olmakta, böylece enfeksiyonun coğrafi dağılımı ve sezonluğu değişebilmektedir. Bu durum gelecekte TKHE'nin bazı bölgelerde genişleyebileceğine veya yeniden ortaya çıkabileceğine işaret etmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen kontrol stratejileri, enfeksiyonun çok boyutlu yapısına uygun şekilde, disiplinler arası bir yaklaşım temelinde şekillendirilmiştir. Bu stratejiler; risk gruplarına yönelik düzenli aralıklarla kitle kemoterapisi uygulanması, sanitasyon ve kanalizasyon hizmetlerinin iyileştirilmesi, güvenli içme suyuna erişimin artırılması, hijyen davranışlarının eğitsel programlarla desteklenmesi ve çevresel kontaminasyonun azaltılması gibi kapsamlı müdahaleleri içermektedir. Bununla birlikte kitle kemoterapisinin tek başına kalıcı kontrol sağlamadığı, özellikle yetersiz sanitasyon koşullarının bulunduğu bölgelerde enfeksiyonun kısa sürede tekrar yükseldiği birçok çalışmada gösterilmiştir. Bu nedenle TKHE'nin sürdürülebilir şekilde azaltılması, farmakolojik müdahalelerin ötesine geçilerek sosyal, çevresel ve altyapısal iyileştirmelerin birlikte ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Mevcut kontrol girişimleri, program kapsamındaki eşitsizlikler, sağlık hizmetlerine erişimdeki bölgesel farklılıklar, toplum temelli eğitim eksikliği ve çevresel rezervuarların varlığı nedeniyle önemli zorluklarla karşılaşmaktadır. Ayrıca iklim değişikliğinin enfeksiyon döngüsüne olası etkileri, gelecekte TKHE'nin kontrolünü daha da karmaşık hale getirebilir. Bu bağlamda, TKHE ile mücadelede uzun vadeli ve sürdürülebilir başarı; kitle kemoterapisinin desteklendiği, sanitasyonun güçlendirildiği, toplumun bilinçlendirilmesine yönelik eğitim programlarının yaygınlaştırıldığı, sağlık sistemlerinin iyileştirildiği ve sosyoekonomik koşulların geliştirildiği bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir.

KAYNAKÇA

- 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. doi:10.1016/S0140-6736(06)68653-4
- Bradbury, R. S., Hii, S. F., Harrington, H., Speare, R., Traub, R. (2017). *Ancylostoma ceylanicum* hookworm in the Solomon Islands. *Emerging Infectious Diseases*, 23, 252–257.
- Brooker, S., Clements, A., Bundy, D. A. P. (2006). Global epidemiology, ecology and control of soil-transmitted helminth infections. *Advances in Parasitology*, 62, 223–265. doi:10.1016/S0065-308X(05)62007-6
- Centers for Disease Control and Prevention. (2015, March 18). *Parasites – Ascariasis: Biology*. Retrieved from <https://www.cdc.gov/parasites/ascariasis/biology.html>
- Colella, V., Bradbury, R., & Traub, R. (2021). *Ancylostoma ceylanicum*. *Trends in Parasitology*, 37, 844–845.
- Crompton, D. W. T. (2001). *Ascaris* and ascariasis. *Advances in Parasitology*, 48, 285–375. doi:10.1016/S0065-308X(01)48007-2
- de Silva, N. R., Brooker, S., Hotez, P. J., Montresor, A., Engels, D., Savioli, L. (2003). Helminth infections: Updating the global picture. *Trends in Parasitology*, 19(12), 547–551. doi:10.1016/j.pt.2003.10.002
- de Vlas, S. J., Stolk, W. A., le Rutte, E. A., Hontelez, J. A. C., Bakker, R., Blok, D. J., de Haan, H. P. (2016). Concerted efforts to control or eliminate neglected tropical diseases: How much health will be gained? *PLoS Neglected*

Tropical Diseases, 10(2), e0004386.
doi:10.1371/journal.pntd.0004386

- Despommier, D., Gwadz, R. W., Hotez, P. J., Knirsch, C. A. (2005). *Parasitic diseases* (5th ed.). Apple Tree Production.
- Diemert, D., Campbell, D., Brelsford, J., Leasure, C., Li, G., Peng, J., Bethony, J. M. (2018). Controlled human hookworm infection: Accelerating human hookworm vaccine development. *Open Forum Infectious Diseases*, 5, ofy083.
- Elkins, D. B., Haswell-Elkins, M., Anderson, R. M. (1986). The epidemiology and control of intestinal helminths in the Pulicat Lake region of Southern India. I. Study design and pre- and post-treatment observations on *Ascaris lumbricoides* infection. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 80(5), 774–792. doi:10.1016/0035-9203(86)90374-9
- GBD 2013 Collaborators. (2015). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990–2013. *The Lancet*, 386(9995), 743–800. doi:10.1016/S0140-6736(15)60692-4
- Hoogerwerf, M.-A., Koopman, J. P. R., Janse, J. J., Langenberg, M. C. C., van Schuijlenburg, R., Kruize, Y. C. M., Roestenberg, M. (2021). A randomized controlled trial to investigate safety and variability of egg excretion after repeated controlled human hookworm infection. *Journal of Infectious Diseases*, 223(6), 905–913.
- Hotez, P. J. (2009). Mass drug administration and integrated control for the world's high-prevalence neglected

- tropical diseases. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 85(6), 659–664. doi:10.1038/clpt.2009.16
- Hotez, P. J., Brindley, P. J., Bethony, J. M., King, C. H., Pearce, E. J., Jacobson, J. (2008). Helminth infections: The great neglected tropical diseases. *Journal of Clinical Investigation*, 118(4), 1311–1321. doi:10.1172/JCI34261
- Hotez, P. J., Kamath, A. (2009). Neglected tropical diseases in sub-Saharan Africa: Review of their prevalence, distribution, and disease burden. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 3(8), e412. doi:10.1371/journal.pntd.0000412
- Hotez, P. J., Bethony, J., Bottazzi, M. E., Brooker, S., Buss, P. (2005). Hookworm: “The great infection of mankind.” *PLoS Medicine*, 2, e67.
- Inpankaew, T., Schär, F., Dalsgaard, A., Khieu, V., Chimnoi, W., Chhoun, C., Traub, R. J. (2014). High prevalence of *Ancylostoma ceylanicum* hookworm infections in humans, Cambodia, 2012. *Emerging Infectious Diseases*, 20, 976–982.
- Jourdan, P. M., Lamberton, P. H. L., Fenwick, A., Addiss, D. G. (2018). Soil-transmitted helminth infections. *The Lancet*, 391(10117), 252–265.
- Karagiannis-Voules, D.-A., Biedermann, P., Ekpo, U. F., Garba, A., Langer, E., Mathieu, E., Utzinger, J. (2015). Spatial and temporal distribution of soil-transmitted helminth infection in sub-Saharan Africa: A systematic review and geostatistical meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, 15(1), 74–84. doi:10.1016/S1473-3099(14)71004-7
- Khuroo, M. S. (1996). Ascariasis. *Gastroenterology Clinics of North America*, 25(3), 553–577.

- Khuroo, M. S., Khuroo, M. S., Khuroo, N. S. (2010). Trichuris dysentery syndrome: A common cause of chronic iron deficiency anemia in adults in an endemic area. *Gastrointestinal Endoscopy*, 71(2), 200–204. doi:10.1016/j.gie.2009.09.016
- King, C. H., Bertino, A. M. (2008). Asymmetries of poverty: Why global burden of disease valuations underestimate the burden of neglected tropical diseases. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2(3), e209. doi:10.1371/journal.pntd.0000209
- Loukasa, A., Maizels, R. M., Hotez, P. J. (2016). The yin and yang of human soil-transmitted helminth infections. *International Journal for Parasitology*, 46(7), 407–414. doi:10.1016/j.ijpara.2016.02.004
- Molyneux, D. H., Bradley, M., Hoerauf, A., Kyelem, D., Taylor, M. J. (2003). Mass drug administration for lymphatic filariasis and onchocerciasis. *Trends in Parasitology*, 19(11), 516–522. doi:10.1016/j.pt.2003.09.005
- O’Lorcain, P., Holland, C. V. (2000). The public health importance of *Ascaris lumbricoides*. *Parasitology*, 121(Suppl.), S51–S71. doi:10.1017/S0031182000006484
- Pullan, R. L., Smith, J. L., Jasrasaria, R., Brooker, S. J. (2014). Global numbers of infection and disease burden of soil-transmitted helminth infections in 2010. *Parasites & Vectors*, 7, 37. doi:10.1186/1756-3305-7-37
- Stolk, W. A., Kulik, M. C., le Rutte, E. A., ve ark. (2016). Between-country inequalities in the neglected tropical disease burden in 1990 and 2010, with projections for 2020. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10, e0004560.
- World Health Organization. (2005). *Deworming for health and development: Report on the third global meeting of the*

partners for parasite control. World Health Organization.

World Health Organization. (2019). *Schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis: Numbers of people treated in 2018. Weekly Epidemiological Record*, 94(50), 601–612.

World Health Organization. (2020). *Ending the neglect to attain the Sustainable Development Goals: A road map for neglected tropical diseases 2021–2030.* World Health Organization.

KEDİ VE KÖPEKLERDE SIK KARŞILAŞILAN SİNDİRİM SİSTEMİ HELMİNTLERİNİN TESPİTİ VE YAYGINLIĞI

Mehmet ÖZÜİÇLİ¹

1. GİRİŞ

Kedi ve köpekler, insanlarla uzun yıllardır yakın ilişki kurmuş ve yüksek uyum kabiliyeti göstermiş evcil hayvanlardır. Günümüzde bu yakın ilişki, insanlarda sosyal, duygusal ve fiziksel refaha önemli katkılar sağlamaktadır (Bugg ve ark., 1999). Bununla birlikte, bu yakınlığın özellikle hayvanların sağlık kontrollerinin ihmal edildiği durumlarda, insan sağlığı üzerinde çeşitli riskler oluşturabileceği unutulmamalıdır.

Paraziter hastalıklar dünya genelinde yaygın olup önemli bir kısmı zoonotik karakter taşımaktadır. İnsanlar ile kedi ve köpeklerin oluşturduğu toplumsal etkileşim hem sosyal gelişime katkı sağlamakta hem de potansiyel enfeksiyon risklerini beraberinde getirmektedir. Özellikle kedilerin ve köpeklerin park, oyun alanları ve sokakları dışkıları ile kontamine etmesi, birçok zoonotik enfeksiyonun özellikle çocuklar arasında yayılmasına zemin hazırlamaktadır (Schnieder, 2006). Sokak hayvanı popülasyonunun artışı, büyük şehirlerde önemli bir halk sağlığı sorunu hâline gelmiştir (Yaman ve ark., 2006).

Türkiye’de köpeklerde yaklaşık 40 helmint türünün varlığı bildirilmiştir. Sindirim sisteminde bulunan *Echinococcus* spp., *Toxocara canis*, *Toxocara cati* ve *Ancylostoma* spp. gibi türler zoonotik karakter göstererek halk sağlığını tehdit eden en

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji A.B.D., ORCID: 0000-0003-3415-2582.

önemli parazitler arasında yer almaktadır (Overgaaauw ve van Knapen, 2013). Özellikle *Echinococcus granulosus*'un sebep olduğu kistik ekinokokkozis, insanlarda ve hayvanlarda önemli sağlık sorunlarına neden olmakla birlikte kasaplık hayvanlarda ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Anuk ve Çantay, 2022). Türkiye’de yapılan çalışmalar, köpeklerde sestodlar arasında *Dipylidium*, *Joyeuxiella*, *Taenia*, *Mesocestoides*, *Echinococcus*, *Diphyllbothrium*; nematodlar arasında ise *Toxocara*, *Toxascaris*, *Ancylostoma*, *Uncinaria*, *Spirocerca*, *Trichuris*, *Capillaria*, *Angiostrongylus*, *Strongyloides* türlerinin varlığını ortaya koymuştur (Karakuş ve Denizhan, 2019).

Benzer şekilde, Türkiye’de yaygın olarak bulunan sokak kedileri ve ev çevresinde kemirgen kontrolü amacıyla kullanılan kediler, uygun kontrol önlemleri alınmadığında taşıdıkları parazitlerle hem insan hem de diğer hayvanların sağlığını tehdit edebilmektedir. Ülkemizde yapılan araştırmalarda, kedilerde sestodlardan *Dipylidium*, *Echinococcus*, *Taenia*, *Joyeuxiella*; nematodlardan *Toxocara*, *Toxascaris*, *Ancylostoma*, *Uncinaria*, *Capillaria*, *Angiostrongylus*, *Spirocerca*, *Trichuris* türlerinin bulunduğu bildirilmiştir (Barılı ve ark., 2023).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Köpeklerin Sindirim Sistemini Etkileyen Parazitler

2.1.1. *Toxocara canis*: Köpek ve yabani canidelerin ince bağırsağında bulunan, erkekleri 6–7 cm, dişileri 4–10 cm olan ve servikal kanatları belirgin bir nematoddur (Urquhart ve ark., 1996). *Toxocara canis*, Ascaridoidea üst familyasında yer alır ve Türkiye dahil birçok ülkede köpeklerde çeşitli bulaş yollarıyla enfeksiyon oluşturur. Larvalar aynı zamanda insanlarda da klinik açıdan önemli enfeksiyonlara yol açabilir (Larva gelişimi 10°C üzerinde başlar; 15–25°C’de 4–7 haftada tamamlanır. Yumurtalar

6–12 ay canlı kalabilir. Kuraklık gelişimi olumsuz etkiler; düşük sıcaklıklarda dışkı tarafından korunarak hayatta kalabilir. Yapışkan kabukları sayesinde çevrede kolay taşınırlar. Köpek, tilki ve diğer karnivorlar son konaktır; erişkinler ince bağırsağa yerleşir. İnsan dahil birçok hayvan türü paratenik konak olabilir. Paratenik konakların yenmesiyle enfeksiyon kolayca bulaşır. Larva göçü sırasında dokularda hasar meydana gelir. Akciğer göçü öksürük ve dispneye, bağırsak yerleşimi enteritise yol açabilir. Yoğun enfeksiyonlarda bağırsak tıkanması görülebilir. Yavrularda davul karın, gelişme bozukluğu ve raşitizm benzeri durumlar sık izlenir. Karaciğer ve akciğerde göç odakları, böbrekte beyaz lezyonlar belirgindir. Nekropside erişkinlerin görülmesi ve dokularda larvaların histopatolojik olarak tanımlanması tanıda önemlidir. Yavrularda karın şişliği, kusma, ishal ve dışkıda parazit bulunması klinik ipucu sağlar (Taylor ve ark., 2016). Flotasyon yöntemi en etkili dışkı inceleme yöntemidir. Tedavide benzimidazoller, pirantel, nitroskanat ve makrosiklik laktonlar kullanılır. Askarid prevalansının yüksek olduğu bölgelerde yavru ve anne köpeklerin düzenli tedavisi önemlidir. Yavrular 2., 4., ve 6. haftalarda; ardından 6 aylığa kadar aylık olarak tedavi edilmelidir (Bowman, 2014). 2 haftalık yavrular: Pirantel pamoate, 3 haftalık ve ≥ 1 kg yavrular: Febantel + praziquantel + pyrantel, 4 haftalık yavrular: Milbemisin oksim, 6 hafta üstü: Fenbendazol veya pirantel, 7 hafta: Moksidektin + imidakloprid, 8 hafta: Pirantel + praziquantel (Bowman, 2014). Gebe köpeklerde ivermektin ve moksidektin uygulamaları transplasental larva geçişini azaltır; fenbendazol de gebelikten doğum sonrası döneme kadar etkilidir fakat ivermektin kullanımında yüksek doz toksisite nedeniyle gebelerde kullanımda dikkatli olunmalıdır. Ayrıca Özellikle Collie ırkları ve MDR1 mutasyonu taşıyan köpeklerde kesin kontrendikedir (Bowman, 2014). *T. canis* enfeksiyonlarında karın şişliği, gelişme geriliği ve ishal görülebilir; ağır olgularda bağırsak tıkanması ve perforasyon gelişebilir (Corda ve ark., 2019).

2.1.2. Echinococcus granulosus: Echinococcosis dünya çapında önemli bir zoonoz olup hem insanlarda hem hayvanlarda ciddi ekonomik kayıplara neden olur (Battelli ve ark., 2009). Parazitin larva formu olan kist hidatik, halk sağlığını ve kasaplık hayvanların verimliliğini olumsuz etkileyen bir enfeksiyon kaynağıdır. Gelişmiş ülkelerde hijyen, halk eğitimi ve düzenli antihelmintik uygulamalarla yayılımı azalsa da küresel ölçekte hâlâ önemli bir sorundur. Genç hayvanlar enfeksiyona daha duyarlı olmakla birlikte kistin gelişiminin uzun sürmesi nedeniyle bir yaşından küçük ara konaklarda kistlere nadir rastlanır (Cai ve ark., 2023). Parazitin yayılmasında köpek ve çiftlik hayvanlarının hareketliliği, yumurtaların akarsu, rüzgâr veya kuşlar aracılığıyla taşınması gibi çevresel faktörler etkilidir. *E. granulosus*'un geniş konak yelpazesi ve hayvan hareketleri hastalığın coğrafi yayılımını artırır. Son konak çoğunlukla köpek ve diğer kanideler, ara konak ise insan dahil çeşitli herbivor ve omnivorlardır. Enfeksiyon, ara konağın yumurtaları yem veya suyla almasıyla başlar. Bağırsakta açılan onkosferler kan dolaşımıyla karaciğere, ardından akciğere veya diğer organlara taşınır. Larva gelişimiyle oluşan kistler aylar içinde büyür; fertil kistlerde protoskoleksler gelişir. Kistlerin büyüklüğü ve şekli, bulunduğu organın doku yapısına göre değişir. Son konak, fertil kistleri tükettiğinde parazitin bağırsaktaki gelişimi 6–8 haftada tamamlanır ve gebe halkalar dışkıyla atılmaya başlar (Karaman ve ark., 2015). Kistler yerleştikleri organlarda yangı ve basınca bağlı atrofi oluşturur. Karaciğer kistleri safra akışını bozarak ikterusa, akciğer kistleri solunum güçlüğüne neden olur. Büyük kistlerin damarlara bası yapması organ nekrozuna yol açabilir. Kist rüptürü durumunda sekonder kistler gelişebilir ve ciddi alerjik reaksiyonlar, hatta anafilaktik şok ortaya çıkabilir. Klinik belirtiler kistin yerleştiği organ, boyutu, sayısı ve hayvanın yaşına göre değişir. Kistlerin büyümesi uzun yıllar sürdüğünden genç hayvanlarda genellikle hafif seyrederken, yaşlı hayvanlarda daha ağır tablolar görülür (Pedrosa ve ark., 2000). Tarihsel olarak

kullanılan arekolin hidrobromid paraziti dışarı atmayı kolaylaştırırsa da öldürücü etkisi yoktur ve günümüzde yerini praziquantel'e bırakmıştır (Gemmell, 1973). Köpek ve kedilerde 5 mg/kg oral doz etkilidir. Hastalığın kontrolünde biyolojik döngünün kırılması esastır (Taylor, 2016). Köpeklere çiğ sakatat verilmemeli, enfekte organlar imha edilmeli, köpekler 5 haftayı aşmayan aralıklarla antiparaziterle tedavi edilmeli, dışkı ve parazit halkaları uygun şekilde yakılmalı veya gömülmelidir. Ayrıca sebze-meyvelerin iyi yıkanması, mezbahaların kontrolü ve kurban dönemlerinde halkın bilinçlendirilmesi enfeksiyonun yayılımını azaltır (OIE, 2018).

2.1.3. Uncinaria stenocephala: Kedi, köpek ve tilkilerin ince bağırsağında yaşayan kan emici bir nematodur. Erişkin erkekler 5–8.5 mm, dişiler 7–12 mm uzunluğundadır (Bowman, 2014). Yaşam döngüsü *Ancylostoma caninum*'a benzer; ancak *A. caninum*'da görülen akciğer göçü bu türde görülmez. Enfektif üçüncü dönem larva ağızdan veya deri yoluyla bulaşabilir. Köpekte prepatent süre 15 gündür. İnsanlarda erişkin forma dönüşmez fakat deri larva migrans oluşturabilir (Fagundes-Moreira., 2025).

2.1.4. Trichuriasis: Köpeklerde *Trichuris vulpis*, insanlarda ise *T. trichiura* başlıca etken olup, *T. vulpis* ve *T. suis*'in insanlarda nadiren zoonotik enfeksiyon oluşturabildiği bildirilmektedir. *Trichuris* türleri sekum ve kalın bağırsakta lokalize olur ve tipik olarak doku göçü yapmazlar. Ancak literatürde *T. vulpis*'in insanda çok nadir olarak visceral larva migrans benzeri tablolara yol açtığı olgular bulunmaktadır (Bowman, 2014).

2.1.4.1. Trichuris vulpis: *T. vulpis* erişkinleri 3–7 cm uzunluğunda olup köpek ve tilkilerin sekumunda parazitlenir. Türün yumurtaları kalın kabuklu, bipolar tıkaçlı ve 38–47 × 86–99 µm boyutlarında olup çevre koşullarına oldukça dayanıklıdır.

T. vulpis'in gelişim döngüsü direkt olup herhangi bir ara konak gerektirmez; yumurtaların ağız yoluyla alınmasını takiben sekum mukozasında larval gelişim tamamlanır ve erişkin form oluşur. Enfekte dışkı ile çevreye saçılan *Trichuris vulpis* yumurtaları uygun sıcaklık ve nem koşullarında embriyasyon geçirerek yaklaşık 3–8 hafta içinde enfektif hâle gelir. Olumsuz çevre koşullarında gelişim yavaşlayabilir veya durabilir; ancak yumurtalar çevrede uzun süre (birkaç yıla kadar) canlılığını koruyabilir. Konak, enfektif yumurtaları oral yolla alarak enfekte olur. Bağırsakta açığa çıkan larvalar sekum mukozasına penetre olarak burada gelişimlerini sürdürür ve erişkin forma ulaşır. Tür için prepatent süre 70–90 gün arasında değişmektedir (Taylor ve ark., 2016). İnsanlara bulaş nadiren görülse de kontamine sebze ve meyvelerin tüketilmesi veya yetersiz el hijyeni yoluyla gerçekleşebilir. Yumurtaların çevresel dayanıklılığı nedeniyle barınaklar ve köpeklerin yoğun bulunduğu alanlar önemli bulaş kaynaklarıdır (Bowman, 2014). Köpeklerde *T. vulpis* enfestasyonları çoğunlukla kronik seyirli kilo kaybı, anemi, kanlı–mukuslu ishal ve sekal mukozada yangı ile karakterizedir. Şiddetli olgularda belirgin elektrolit bozuklukları—özellikle hiponatremi ve hiperkalemi—gelişebilir ve bu durum klinikte “yalancı Addison sendromu” (pseudo-Addison) olarak tanımlanan tabloya yol açarak mortalite riskini artırabilir. İnsanlarda enfeksiyon oldukça nadir görülmekle birlikte, semptomatik vakalarda karın ağrısı, bulantı, iştahsızlık gibi gastrointestinal bulguların yanı sıra visceral larva migrans olgularında eozinofilinin artış gösterdiği bildirilmektedir. (Bowman, 2014; Dunn ve ark., 2002; Venco ve ark., 2011). *T. vulpis* enfestasyonlarının tanısında dışkı muayenesi temel yöntem olup limon biçimli, bipolar tıkaçlı tipik yumurtaların saptanması tanı koydurucudur. Yüksek özgül ağırlığa sahip olmaları nedeniyle çinko sülfat ($ZnSO_4$) çözeltisi ile flotasyon, yumurtaların konsantrasyonunda sık kullanılan ve etkili bir yöntemdir (Bowman, 2014). Bununla birlikte bazı olgularda

aralıklı yumurta saçılımı nedeniyle birden fazla dışkı örneğinin incelenmesi önerilir. Köpeklerde *T. vulpis* enfeksiyonlarının tedavisinde en yaygın ve etkili ajan fenbendazoldür. Ivermektin de etkinlik göstermesine rağmen güvenlik profili ve bazı ırklarda görülebilen duyarlılık nedeniyle ilk tercih olarak önerilmemektedir. İnsanlarda görülen nadir zoonotik enfeksiyonlarda ise mebendazol tedavide etkili bir seçenektir (Bowman, 2014; Taylor ve ark., 2016). Korunmada; çevre kontaminasyonunun azaltılması, köpek dışkılarının düzenli olarak temizlenmesi, duyarlı hayvanlarda periyodik parazitler kontrollerin yapılması ve reenfeksiyonun önlenmesi büyük önem taşır. Yumurtaların çevresel dayanıklılığı göz önünde bulundurulduğunda özellikle barınak, bahçe ve park gibi alanlarda hijyen uygulamalarının titizlikle sürdürülmesi gereklidir.

2.1.5. Toxascaris leonina: *T. leonina*, köpek ve kedilerin ince bağırsağında bulunan, *Toxocara* türlerine göre daha az patojen olmakla birlikte yaygın görülen bir askariddir. *T. canis*'in aksine transplasental ve transmammery enfeksiyon oluşturmaz. Gelişim döngüsü direkt olup yumurtalar çevrede 1–3 haftada enfektif hâle gelir. Paratenik konaklar enfeksiyon kaynağı olabilir (Bowman, 2014; Taylor ve ark., 2016). Yumurtaların sağlam kabuk yapısı uzun süre çevresel dayanıklılık sağlar. *T. leonina* enfeksiyonları genellikle subklinik seyreder. Yoğun parazit yükünde kilo kaybı, karın şişliği ve sindirim bozuklukları görülebilir. Flotasyon yöntemiyle yumurtaların tespiti tanı koydurucudur. Fenbendazol, pyrantel ve milbemycin oxime tedavide etkilidir (Bowman, 2014).

2.1.6. Ancylostoma caninum: Köpeklerde en önemli kan emici nematodlardan biridir. Yavrularda akut kan kaybı ve ölümle sonuçlanabilen ağır klinik tablolar oluşabilir. Bulaş deri penetrasyonu, oral yol ve transmammery enfeksiyon ile gerçekleşir (Sönmez ve ark., 2025). Larvalar dokularda

hipobiyozis oluşturabilir. Anemi, melena, letarji ve kilo kaybı sık gözlenir. Yüksek parazit yükü yavrularda perakut ölümle sonuçlanabilir (Langeland ve ark., 2024). Flotasyonla yumurtaların görülmesi tanı sağlar. Tedavide fenbendazol, pyrantel ve makrosiklik laktonlar etkilidir. İnsanlarda cutaneous larva migrans oluşturma potansiyeli nedeniyle zoonoz açısından önemlidir (Bowman, 2014).

2.1.7. Dipylidium caninum: *D. caninum* köpeklerde en yaygın görülen sestod türlerinden biridir. Zoonotik potansiyeli özellikle çocuklar açısından önem arz eder (Rousseau ve ark., 2022). Köpekler enfekte pire veya bitleri yutarak enfekte olur. Ara konak genellikle *Ctenocephalides felis*'tir (Sultan ve ark., 2024). Genelde asemptomatik seyir görülür. Perianal bölgede kaşıntı, pirinç tanesi şeklinde proglottidlerin bulunması tipiktir. Proglottidlerin makroskobik görülmesi tanı için yeterlidir. Praziquantel tek doz tedavide oldukça etkilidir.

2.1.8. Taenia spp. (*T. hydatigena*, *T. multiceps*, *T. ovis*): Köpekler bu türlerin son konağıdır ve enfeksiyon çığ sakatat tüketimi ile gelişir. Ara konaklar koyun, keçi ve sığır gibi herbivorlardır. Çığ veya uygun şekilde imha edilmemiş sakatatların köpekler tarafından tüketilmesi hastalığın devamlılığını sağlar (Nguyen ve ark., 2021). Köpeklerde çoğunlukla klinik belirti görülmez. İnsanlarda *Taenia multiceps* larvası (*Coenurus cerebralis*) nörolojik bozukluklara yol açabilir. Praziquantel 5 mg/kg oral doz etkilidir (Eckert ve ark., 2022).

2.1.9. Strongyloides stercoralis: Köpeklerde ince bağırsakta yaşayan önemli bir zoonotik nematoddur. Otoenfeksiyon yeteneği nedeniyle kronik enfeksiyon oluşturabilir (Eslahi ve ark., 2022). Tropikal ve nemli bölgelerde yayılımı daha fazladır. Larvalar deri penetrasyonu ile enfekte eder. İmmünsupresif köpeklerde ağır klinik tablolar oluşabilir. İshal, kilo kaybı, dermatit ve hiperenfeksiyon sendromu görülebilir.

Tanıda Baermann tekniği, direkt smear ve PCR kullanılabilir. Tedavide ivermektin ve fenbendazol etkilidir (Zajac ve Conboy, 2012).

2.2. Kedilerin Sindirim Sistemini Etkileyen Parazitler

2.2.1. Toxocara cati: *T. cati*, kedilerin ince bağırsağında yaşayan, 4–10 cm uzunluğunda, kalın kabuklu yumurtalar oluşturan bir askariddir (Schnieder, 2006; Taylor ve ark., 2007). Enfeksiyon, çevredeki enfektif yumurtaların ağız yoluyla alınması, paratenik konakların (kemiriciler, kuşlar vb.) tüketilmesi veya galaktojen bulaş ile meydana gelir (Lee ve ark., 2010). Prenatal enfeksiyon bildirilmemiştir; özellikle emzirme döneminde sütle bulaş önemlidir (Lee ve ark., 2010; Taylor ve ark., 2007). Yavru kedilerde karın şişliği, zayıflık, gelişme geriliği, mat tüy yapısı, iştahsızlık veya polifaji ve değişken derecede ishal görülebilir (Schnieder, 2006). Ağır enfeksiyonlarda bağırsak tıkanması, nadiren de bağırsak perforasyonu gelişebilir. İnsanlarda larvaların aberrant migrasyonu sonucu visseral larva migrans (VLM) ve oküler toxocariosis tablosu ortaya çıkabilir (Lee ve ark., 2010; Schnieder, 2006). Teşhis çoğunlukla dışkı muayenesi ile kalın kabuklu, pürüzlü yüzeyli, oval yumurtaların saptanmasına dayanır (Taylor ve ark., 2007). Yavru kedilerde bazen dışkıda veya kusmukta erişkin helmintlerin görülmesi de tanıda yardımcıdır. Tedavide emodepsid, milbemycin oxime, fenbendazol ve pyrantel pamoat gibi geniş spektrumlu antelmintikler etkilidir (Bowman, 2013). Rutin koruma programının bir parçası olarak özellikle yavru kedilerin belirli aralıklarla parazitten arındırılması önerilmektedir (Taylor ve ark., 2007).

2.2.2. Toxascaris leonina: *T. leonina*, kedilerin ve köpeklerin ince bağırsağında yaşayan bir askarid türüdür. Erkekleri yaklaşık 7 cm, dişileri 10 cm uzunluğundadır (Taylor

ve ark., 2007). Enfeksiyon, çevredeki enfektif yumurtaların ağız yoluyla alınması veya paratenik konakların tüketilmesi ile gelişir. Prenatal ve galaktojen bulaş bildirilmemiş olduğundan yavru kedilerde *T. cati*'ye göre daha az yaygındır (Taylor ve ark., 2007; Bowman, 2013). Çoğu olguda klinik bulgular hafiftir veya subklinik seyirlidir. Yoğun enfeksiyonlarda hafif derecede ishal, zayıflama ve kondisyon kaybı görülebilir (Taylor ve ark., 2007). Teşhis, dışkı muayenesinde *T. cati* yumurtalarına göre daha ince kabuklu, düzgün yüzeyli ve daha oval yapıda yumurtaların görülmesine dayanır (Bowman, 2013). Klinik tablo ve dışkı muayenesi birlikte değerlendirilmelidir. Tedavide özellikle pyrantel pamoat (5 mg/kg), fenbendazol ve milbemycin oxime gibi preparatlar etkilidir (Bowman, 2013). Düzenli dışkı muayenesi ve uygun aralıklarla antiparaziter uygulamalar, enfeksiyonun kontrolünde önem taşır.

2.2.3. Ancylostoma tubaeforme: *A. tubaeforme*, kedilerin ince bağırsağında lokalize olan, kan emerek beslenen bir kancalı kurt türüdür (Taylor ve ark., 2007). Enfeksiyon; çevredeki enfektif L3 larvalarının ağız yoluyla alınması, deriden penetrasyonu veya paratenik konakların (kemiriciler, kuşlar vb.) tüketilmesi ile meydana gelir (Bowman, 2013). Galaktojen bulaşın rolü tartışmalı olmakla birlikte, çevresel kontaminasyon enfeksiyon zincirinde temel faktördür. Parazit, bağırsak mukozasını zedeleyip kan emdiği için özellikle yavru kedilerde ağır anemi, zayıflık, letarji ve soluk mukozalar ile karakterizedir (Taylor ve ark., 2007). Dışkı çoğunlukla koyu, katranımsı (melena) yapıda olabilir. Yetersiz beslenen veya ağır enfeste kedilerde mortalite görülebilir. Teşhis, dışkı muayenesinde tipik ince kabuklu, oval kancalı kurt yumurtalarının görülmesi ile konur (Bowman, 2013). Şiddetli anemi bulguları ve melena ile birlikte dışkıda yumurta saptanması, *A. tubaeforme* enfeksiyonunu destekler. Tedavide fenbendazol, milbemycin oxime, emodepsid ve pyrantel pamoat gibi antelmintikler etkilidir

(Taylor ve ark., 2007). Çevre kontaminasyonunun azaltılması, dışkının düzenli uzaklaştırılması ve gerektiğinde uygun dezenfeksiyon uygulamaları korunmada önem taşır. Ağır olgularda sıvı tedavisi ve gerekirse kan transfüzyonu gibi destek tedavileri gerekebilir (Bowman, 2013).

2.2.4. *Ancylostoma braziliense*: *A. braziliense*, kedi ve köpeklerde enfeksiyon oluşturan bir diğer kancalı kurt türüdür. Kedilerde sindirim kanalında yerleşerek kan emmekle birlikte, daha çok zoonotik önemi ile öne çıkar (Taylor ve ark., 2007). Enfeksiyon, enfektif L3 larvalarının deriden penetrasyonu veya ağız yoluyla alınması sonucu gelişir (Bowman, 2013). Kedilerde çoğu olgu hafif veya subklinik seyirlidir. Ağır enfestasyonlarda hafif anemi, halsizlik ve zaman zaman ishal görülebilir (Taylor ve ark., 2007). İnsanlarda ise larvaların deride göçü sonucunda tipik “kutanöz larva migrans” lezyonları ortaya çıkar (Bowman, 2013). Teşhis, dışkı muayenesi ile kancalı kurt yumurtalarının saptanmasına dayanır. Yumurtalar morfolojik olarak *A. tubaeforme* ile benzer olduğundan, tür düzeyinde ayırım genellikle coğrafi dağılım ve moleküler yöntemlere ihtiyaç duyabilir (Taylor ve ark., 2007). Kedilerde fenbendazol, milbemycin oxime, emodepsid ve pyrantel pamoat gibi preparatlar etkilidir. Zoonoz riski nedeniyle özellikle kumlu alanlarda yaşayan veya dışarı çıkan kedilerde düzenli antiparaziter uygulama önerilir (Bowman, 2013).

2.2.5. *Dipylidium caninum*: *D. caninum*, kedi ve köpeklerde ince bağırsakta yerleşen, segmentleri salyangoz kabuğunu andıran tipik bir sestoddur (Taylor ve ark., 2007). Ara konak, çoğunlukla *Ctenocephalides felis* gibi pirelerdir; nadiren bitler de rol alabilir. Kediler, enfekte pire veya bitleri tımar sırasında yutarak enfekte olurlar (Bowman, 2013). Genellikle subklinik seyirlidir. Bazı kedilerde perianal bölgede hareket eden proglottidler nedeniyle kaşıntı, oturup sürünme davranışı (“scooting”) ve huzursuzluk görülebilir (Taylor ve ark., 2007).

Çok ağır enfestasyonlarda yavru kedilerde zayıflama ve hafif sindirim bozuklukları oluşabilir. Dışkıda pirinç tanesi veya salatalık çekirdeğini andıran proglottidlerin görülmesi tanıda tipiktir (Bowman, 2013). Dışkı flotasyonunda karakteristik, kapsüller içinde yer alan yumurtalar saptanabilir. Tedavide praziquantel tek doz halinde oldukça etkilidir. Tedavinin başarısı için mutlaka pire kontrolü yapılmalı; kedinin üzerinde ve çevresinde uygun ektoparaziter ürünler kullanılmalıdır. Aksi halde reenfeksiyon sık görülür (Taylor ve ark., 2007).

2.2.6. *Taenia taeniaeformis*: *T. taeniaeformis*, kedilerin ince bağırsağında yaşayan bir sestoddur. Ara konaklar genellikle kemiricilerdir; larval form (strobilocercus) karaciğerde gelişir (Taylor ve ark., 2007). Kediler, enfekte kemiricileri tüketerek enfekte olurlar. Özellikle avlanan ve dışarı çıkan kedilerde yaygındır (Bowman, 2013). Çoğu zaman subklinik seyirlidir ve belirgin klinik bulgu oluşturmaz. Yoğun enfeksiyonlarda zayıflama, mat tüy yapısı ve zaman zaman hafif sindirim sistemi bozuklukları görülebilir (Taylor ve ark., 2007). Teşhis, dışkı muayenesinde *Taenia* tipinde kalın kabuklu, radier çizgili yumurtaların saptanmasına veya dışkıda/proglottidlerde gözle görülmesine dayanır (Bowman, 2013). Ara konak kemiricilerin karaciğerinde strobilocercusların bulunması da tanıda destekleyicidir. Praziquantel, *T. taeniaeformis*'e karşı oldukça etkilidir. Avlanma davranışının kontrolü, kemirici popülasyonunun azaltılması ve düzenli antiparaziter program, enfeksiyonun kontrolünde önemlidir (Taylor ve ark., 2007).

2.2.7. *Physaloptera* spp.: *Physaloptera* türleri, kedilerin mide ve proksimal ince bağırsağında yaşayan spirurid nematodlardır (Taylor ve ark., 2007). Ara konaklar genellikle böcekler (örneğin hamamböcekleri, cırcır böcekleri), paratenik konaklar ise küçük memeliler ve sürüngenler olabilir. Kediler, enfekte ara veya paratenik konakları tüketerek enfekte olurlar (Bowman, 2013). Kedilerde kronik kusma, iştahsızlık, kilo kaybı

ve bazen siyah renkli dışkı (melena) görülebilir (Taylor ve ark., 2007). Klinik tablo sıklıkla kronik gastrit ile karışır. Teşhis zor olabilir; dışkıda yumurta saptanması her zaman mümkün değildir. Endoskopi ile mide ve duodenumda erişkin helmintlerin görülmesi tanıda en güvenilir yöntemdir (Bowman, 2013). Bazı olgularda kusmukta erişkin parazitlerin görülmesi de tanıya yardımcı olur. Tedavide fenbendazol, ivermektin ve pyrantel pamoat gibi bazı antelmintiklerin etkili olduğu bildirilmektedir (Bowman, 2013). Enfekte ara ve paratenik konaklarla teması azaltmak, özellikle dış ortama çıkan kedilerde önem taşır.

2.2.8. *Ollanulus tricuspis*: *O. tricuspis*, kedilerin mide mukozasında yerleşen bir nematoddur (Taylor ve ark., 2007). Enfeksiyon, enfekte kedilerin kusmuk materyalinin alınması ile şekillenir; bu nedenle özellikle aynı ortamı paylaşan kediler arasında bulaş önemlidir (Bowman, 2013). Enfekte kedilerde kronik kusma, kilo kaybı, iştahsızlık ve kronik gastrit bulguları görülebilir. Bazı olgular subklinik seyreder ve yalnızca hafif kilo kaybı ile kendini gösterebilir (Taylor ve ark., 2007). Teşhis çoğunlukla taze kusmuk materyalinin mikroskopik incelenmesi ile larvaların veya erişkinlerin saptanmasına dayanır (Bowman, 2013). Dışkı muayenesi genellikle tanı için yeterli değildir. Gerekli durumlarda mide biyopsisi de değerlendirilebilir. Tedaviye yönelik net protokoller sınırlı olmakla birlikte, fenbendazol ve levamisol ile başarılı olgular bildirilmektedir (Bowman, 2013). Enfekte kedilerin izole edilmesi ve çevre hijyenine dikkat edilmesi, bulaşın kontrolünde önemlidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Kedi ve köpek dışkılarında gram dışkıdaki parazit sayısı (EPG), 50 EPG hassasiyetle Mc Master tekniği kullanılarak belirlenmiştir (MAFF, 1986).

4. SONUÇ

Balıkesir ilinde değişik yaş ve cinsiyette 25 kedi ve 25 köpekten alınan toplam 50 dışkı örneği incelenmiştir. Bu incelemelerde Mc master ve flotasyon yöntemleri kullanılmıştır. Dışkı bakısı sonuçlarına göre 25 köpeğin 8'inde %32 oranında enfeksiyon ve 3 helmint türü tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada en yüksek oranda (%16) *T. canis* türü tespit edilmiştir. 4 köpekte gram dışkıdaki yumurta miktarı hesaplanmıştır. Yumurta miktarları 50, 150, 100, 100 olarak kaydedilmiştir. *A. caninum* türü 2 örnekte görülmüş ve %8' lik bir yayılım göstermiştir. Gram dışkıdaki yumurta miktarları 50, 100 olarak kaydedilmiştir. 2 köpekte *Iso spora* spp. (%8) tespit edilmiştir. Gram dışkıdaki yumurta miktarları 700, 550 olarak kaydedilmiştir.

Kedi dışkıları incelemelerinde 25 kedinin 9'unda %36 oranında enfeksiyon ve 2 helmint türü tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada en yüksek oranda (%20) *Iso spora* spp. türü tespit edilmiştir. 5 kedide gram dışkıdaki yumurta miktarı hesaplanmıştır. Yumurta miktarları 500, 450, 600, 700, 550 olarak kaydedilmiştir. *T. cati* türü 4 örnekte görülmüş ve %8'lik bir yayılım göstermiştir. Gram dışkıdaki yumurta miktarları 150, 200, 200, 300 olarak kaydedilmiştir.

Dünya genelinde farklı ülkelerde yapılan çalışmalara göre, köpeklerde bağırsak parazitlerinin yaygınlığının %5 ile %70 oranında olduğu bildirilmiştir (Traversa ve ark., 2014). Dünyanın değişik yerlerinde yapılan çalışmalarda dışkı bakılarına göre köpeklerdeki helmint enfeksiyonlarının yayılım oranlarının ise %3.5-91.4 olduğu kaydedilmiştir (Lee ve ark., 2010). Ülkemizde köpeklerin taşıdığı mide bağırsak helmintlerinin yayılım oranları ile ilgili değişik yörelerde birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda dışkı bakılarına göre

köpeklerdeki helmint enfeksiyonlarının yayılış oranlarının %28.4- 86.9 olduğu bildirilmektedir (Yaman ve ark., 2006).

Birçok ülkede kedi parazitleri ile ilgili pek çok araştırma yapılmış, araştırma sonuçları ülkeden ülkeye, şehirden şehire ve hatta aynı şehirde yapılan değişik çalışmalarda yıldan yıla farklılıklar göstermiştir. Son yıllarda Kırıkkale’de bakısı yapılan çalışma kapsamında incelenen kedilerin %47’sinin dışkıında bağırsak parazitine rastlanmıştır. Kedilerde *Isospora* spp. oocysti %65,9, *Toxocara* spp. yumurtası %48,9, kancalıkurt yumurtası %4,2 *Joyeuxiella* spp. halkası %4,2, *Cryptosporidium* spp. oocysti %2,1 oranında tespit edilmiştir (Korkmaz ve ark., 2016).

Bu araştırmada, dışkı örnekleri incelenen kedi ve köpeklerin %22’sinin paraziter enfeksiyonlarla enfekte olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgular, enfeksiyon riskinin yüksek olduğunu ve ülkemizde olduğu gibi Balıkesir ilinde de söz konusu durumun hem hayvan sağlığı hem de halk sağlığı açısından önemli bir tehdit oluşturduğunu göstermektedir.

Bu kapsamda, öncelikle toplumun bilinçlendirilmesine yönelik eğitim faaliyetlerinin artırılması, okul bahçeleri ve parklar gibi kamusal alanların düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerekli durumlarda ilaçlama çalışmalarının yapılması büyük önem taşımaktadır. Halk sağlığı ve hayvan sağlığı alanında görev yapan ilgili kurum ve kuruluşların, toplumun farklı kesimlerine yönelik bilgilendirici eğitim programları düzenlemesi gerekmektedir.

Kedi ve köpeklerin insanlar ile en sık temas eden hayvanlar arasında yer alması nedeniyle, bu hayvanlarla ilişkili paraziter enfeksiyonların önlenmesi açısından bilinçli yaklaşımlar büyük önem arz etmektedir. Bu doğrultuda özellikle hayvan sahiplerinin zoonotik enfeksiyonlar konusunda bilgilendirilmesi, düzenli aralıklarla dışkı muayenelerinin

yaptırılması ve uygun anthelmintik tedavi programlarının uygulanması gerektiği hatırlatılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Anuk, T., & Çantay, H. (2022). Ekinokokus granulosus Parazitinin İnsana Bulaşmasını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Türkiye’de Olgu-kontrol Tipinde Bir Araştırma. *Turkish Journal of Parasitology*.
- Barılı, Ö., Tuygun, T., Gençay Topçu, E., & Umur, Ş. (2023). The Parasites of Cats in Türkiye Türkiye’de Görülen Kedi Parazitleri. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 47(3).
- Battelli, G. (2009). Echinococcosis: costs, losses and social consequences of a neglected zoonosis. *Veterinary research communications*, 33(Suppl 1), 47-52.
- Bowman, D. D. (2013). *Georgis’ Parasitology for Veterinarians* (10th ed.). Elsevier.
- Bowman, D.D. (2014). *Georgis’ Parasitology for Veterinarians*, 10th ed. Elsevier.
- Bugg, R. J., Robertson, I. D., Elliott, A. D., & Thompson, R. C. A. (1999). Gastrointestinal parasites of urban dogs in Perth, Western Australia. *Veterinary Journal*, 157, 295–301.
- Cai, J., Yang, K., Chen, Q., Zhao, Q., Li, J., Wang, S., ... & Liu, Y. (2023). The impact of echinococcosis interventions on economic outcomes in Qinghai Province of China: evidence from county-level panel data. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1068259.
- Corda, A., Tamponi, C., Meloni, R., Varcasia, A., Parpaglia, M. L. P., Gomez-Ochoa, P., & Scala, A. (2019). Ultrasonography for early diagnosis of Toxocara canis infection in puppies. *Parasitology research*, 118(3), 873-880.

- Eckert, J., Gemmell, M. A., Meslin, F. X., & Pawlowski, Z. S. (2022). WHO/OIE manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern 2001. *World Organisation for Animal Health*, 56-60.
- Eslahi, A. V., Hashemipour, S., Olfatifar, M., Houshmand, E., Hajialilo, E., Mahmoudi, R., ... & Ketzis, J. K. (2022). Global prevalence and epidemiology of *Strongyloides stercoralis* in dogs: a systematic review and meta-analysis. *Parasites & Vectors*, 15(1), 21.
- Fagundes-Moreira, R., Bezerra-Santos, M. A., Alves, M. H., Palazzo, N., Lia, R. P., Mendoza-Roldan, J. A., ... & Otranto, D. (2025). *Ancylostoma caninum* and *Uncinaria stenocephala* hookworms: Morphological and molecular differentiation and epidemiological data in Southern Italy. *Veterinary Parasitology*, 110581.
- Gemmell, M. A. (1973). Surveillance of *Echinococcus granulosus* in dogs with arecoline hydrobromide. *Bulletin of the World Health Organization*, 48(6), 649.
- Karakuş, A., & Denizhan, V. (2019). Prevalence of gastrointestinal helminths in stray dogs in Van province. *Turkish Journal of Veterinary Research*, 3(1), 27-32.
- Karaman, Ü., Enginyurt, Ö., & Gürgör, P. (2015). *Cystic echinococcosis of cattle and sheep in Ordu*. Middle Black Sea Journal of Health Science, 1(2), 8–12.
- Korkmaz, U. F., Gökpınar, S., & Yıldız, K. (2016). Prevalence of intestinal parasites in cats and their importance in terms of public health. *Türkiye Parazitolojii Dergisi*, 40(4), 194.
- Langeland, A., McKean, E. L., O'Halloran, D. M., & Hawdon, J. M. (2024). Immunity mediates host specificity in the

- human hookworm *Ancylostoma ceylanicum*. *Parasitology*, 151(1), 102-107.
- Lee, A. C. Y., Schantz, P. M., Kazacos, K. R., Montgomery, S. P., & Bowman, D. D. (2010). Epidemiologic and zoonotic aspects of ascarid infections in dogs and cats. *Trends in Parasitology*, 26(4), 155–161.
- Nguyen, D., Van Nguyen, T., Van Nguyen, T., Nguyen, H. Q., & Nguyen, V. A. T. (2021). Prevalence and risk factors of *Taenia hydatigena* in dogs, pigs, and cattle in the Central Highlands of Vietnam. *Parasitology Research*, 120(9), 3245-3253.
- Overgaauw PAM, 1997: Prevalence of intestinal nematodes of dogs and cats in the Netherlands. *Vet Quart*, 19, 14-17
- Dunn, J. et al. (2002). Human *Trichuris vulpis* infection. *American Journal of Tropical Medicine*.
- Overgaauw, P. A., & van Knapen, F. (2013). Veterinary and public health aspects of *Toxocara* spp. *Veterinary parasitology*, 193(4), 398-403.
- Pedrosa, I., Saíz, A., Arrazola, J., Ferreirós, J., & Pedrosa, C. S. (2000). Hydatid Disease: Radiologic and Pathologic Features and Complications 1: (CME available in print version and on RSNA Link). *Radiographics*, 20(3), 795-817.
- Rousseau, J., Castro, A., Novo, T., & Maia, C. (2022). *Dipylidium caninum* in the twenty-first century: epidemiological studies and reported cases in companion animals and humans. *Parasites & Vectors*, 15(1), 131.
- Schnieder, T. (2006). Helminthosen der Wiederkäuer. In T. Schnieder (Ed.), *Veterinärmedizinische Parasitologie* (6th ed., pp. 166–234). Stuttgart: Parey-Verlag.

- Sönmez, H. İ., Madak, E., Karaer, M. C., & Sarımeahmetoğlu, H. O. (2025). Anthelmintic Resistance in *Ancylostoma caninum*: A Comprehensive Review. *Veterinary Medicine and Science*, 11(4), e70434.
- Sultan, K., Satour, N. S., & Marey, N. (2024). The relation between climatic changes and fleas in stray cats: With a particular reference to their role as intermediate host of *Dipylidium caninum*. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 1-9.
- Taylor, M. A., Coop, R. L., & Wall, R. L. (2007). *Veterinary Parasitology* (3rd ed.). Blackwell Publishing.
- Taylor, M. A., Coop, R. L., & Wall, R. L. (2016). *Veterinary parasitology*, 4th edn John Wiley & Sons. Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK.
- Traversa, D., Frangipane di Regalbano, A., Di Cesare, A., La Torre, F., Drake, J., & Pietrobelli, M. (2014). Environmental contamination by canine geohelminths. *Parasites & vectors*, 7(1), 67.
- Urquhart GM, Armour J, Duncan JL, Dunn AM, Jennings FW. *Veterinary Parasitology*. 2nd ed. Blackwell Science; 1996. Section: Helminths of the dog – *Toxocara canis*.
- Venco, L., Valenti, V., Genchi, M., & Grandi, G. (2011). A dog with pseudo-Addison disease associated with *Trichuris vulpis* infection. *Journal of parasitology research*, 2011(1), 682039.
- World Organisation for Animal Health (OIE). (2018). *Echinococcus granulosus* recommendations in Terrestrial Code.

- Yaman, M., Ayaz, E., Gül, A., & Muz, M. N. (2006). Hatay ilinde bakısı yapılan kedi ve köpeklerde helmint enfeksiyonları. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 30(3), 200–204.
- Zajac, A. & Conboy, G. (2012). *Veterinary Clinical Parasitology*. Wiley-Blackwell.
- Zajac, A. M., & Conboy, G. A. (2006). *Veterinary clinical parasitology*. Blackwell publishing.

YABAN KUŞLARINDA TRİKOMONİYAZİS: EPİDEMİYOLOJİ, KLİNİK BULGULAR VE KORUMA YAKLAŞIMLARI

İpek ERDEM¹

1. GİRİŞ

Trichomonidae ailesine ait olan kamçılı protozoonların mitokondrileri yoktur, mikraerofiliktirler. Genellikle insan ve hayvanlarda sindirim sistemi (bağırsaklar) ve ürogenital sistemde bulunurlar (Brugerolle ve Müller, 2000). Kuşlarda yaygın olarak görülen iki trichomonad türü *Trichomonas gallinae* ile *Tetratrichomonas gallinarum*'dur (Amin ve ark., 2014).

Trichomonas gallinae, güvercinlerin sindirim sisteminin üst kısmında (kursak) bulunan bir türdür. İlk olarak Rivolta (1878) tarafından tanımlanmıştır ve *Cercomonas gallinae* olarak adlandırılmıştır. Karaciğerde bulunan ve kazeöz hepatit ile ilişkili olan bazı kamçılılardan dolayı *Cercomonas gallinae* bir dönem *Cercomonas hepaticum* olarak isimlendirilmiştir. Ancak sonrasında Stabler (1938), güvercinlerin kursağında kolonize olan bu tür için *Trichomonas gallinae* tanımlamasını yapmıştır. *Trichomonas gallinae*, kuşlar için patojen olma özelliği kesin olarak kanıtlanmış tek trichomonad türüdür (Bondurant ve Honigberg, 1994).

Tetratrichomonas gallinarum, ilk olarak Martin ve Robertson (1911) tarafından *Trichomonas gallinarum* olarak tanımlanmıştır. İlerleyen yıllarda diğer bir araştırmacı olan Honigberg (1963) yeni bir sınıflandırma ile günümüzde

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Parazitolojisi Ana Bilim Dalı, ORCID: 0000-0002-0086-8294.

kullandığımız *Tetratrichomonas gallinarum* isimlendirmesini yapmıştır. Bu parazit, tavukgiller ve su kuşlarının (ördek, kaz, kuğu vb.) kalın bağırsaklarında yaygın olarak bulunur (McDougald, 2008).

2. TRIKOMONADLAR

2.1. Morfoloji

Trichomonadida takımında yer alan mikroskopik canlılar, tek çekirdekli ve tek hücreli organizmalardır. Tek bir karyomastigont (kamçı, basal cisim, aksostil, vb. yapıları içeren kompleks yapı), beş-yedi adet kamçı, dalgalı bir zar ve mikrotübüler olmayan B-tipi diye sınıflandırılan costa bulundurulur. Bu morfolojik yapı takım üyeleri için tipiktir (Cepicka ve ark., 2010). Trichomonadlar, oksidatif fermentasyonun gerçekleştiği klasik mitokondrilere sahip değildir; bunun yerine hidrogenozom adı verilen özel organellere sahiptirler (Müller, 1993). Bu özel organeller sayesinde kendileri için gerekli enerjiyi üretirler.

Genel olarak *T. gallinae* ve *T. gallinarum* arasında bazı morfolojik farklar vardır. *T. gallinae* trofozoitleri oval şekilli olabilirken armut şeklini de andırabilir. Yaklaşık olarak 7-11 µm boyutlarındadır. Ön tarafında dört tane serbest kamçı ve arkaya doğru uzanan beşinci kamçısı mevcuttur. Ancak arkaya doğru uzanan bu kamçı, parazitin boyunu aşip arka uçta serbest olarak seyretmez bu morfolojik görünüm *T. gallinarum* ile arasındaki önemli farklardandır (Tasca ve De Carli, 2003; Mehlhorn ve ark., 2009). Çekirdeği ovaldır ve 2,5-3 µm büyüklüğündedir. Aksostil, besin kofulları, hidrojenozomları, costa benzeri bir yapıları, endoplazmik retikulum lakünleri ve bunun yanında glikojen granülleri vardır. Trofozoit formunun yanı sıra kamçısı olmayan kist benzeri evresi de mevcuttur (Amin ve ark., 2014).

Tetratrichomonas gallinarum, genel olarak *T. gallinae*'ye benzer, ancak onun gibi armut şeklinde bir görünümüne sahip değildir, oval formdadır. Boyutları 6-15 µm arasında değişir (Clark ve ark., 2003). Bu türün de önde dört adet serbest ve bir adet de arkaya doğru uzanan kamçısı vardır. Ancak *T. gallinae*'nin aksine bunun arkaya doğru uzanan kamçısı arka uçta serbest kalır (Bondurant ve Honigberg, 1994). Endoplazmik retikulum lakünlerinin küresel bir yapıda olması ve besin kofullarının çok büyük görünmesi *T. gallinae*'den ayırt edici diğer morfolojik özelliklerdir (Mehlhorn ve ark., 2009).

2.2. Epidemiyoloji ve Bulaşma Yolları

2.2.1. *Trichomonas gallinae*

Trichomonas gallinae, trikomoniyazise (trichomoniasis) neden olan veteriner hekimlik ve ekonomik açıdan önemli paraziter bir etkindir. Avian trikomoniyazis birçok kitleden bildirilmiştir. Özellikle *Columbiformes* ve *Falconiformes* takımlarına ait birçok kuş türünde hastalık görülebilmektedir (Stabler, 1954).

Güvercinlerde bu hastalığı ifade etmek için “canker” kelimesi kullanılmıştır. Canker İngilizce kökenli bir kelimedir ve ağızda çıkan pamukçuk benzeri yaralar anlamına gelmektedir. Nitekim bu hastalıkta da hayvanların ağız bölgesinde kazeöz tarzda yaralar oluşmaktadır. Kaya güvercinleri (*Columba livia*) bu hastalık için birincil konak kabul edilir ve dünya geneline hastalığın yayılımında, bu canlılar büyük rol sahibidir (Stabler, 1954; Harmon ve ark. 1987). Diğer yandan Columbidae familyasına ait diğer kuş türleri, örneğin kumrular (*Streptopelia decaocto*), ağaç ya da orman güvercini diye bilinen türler (*Columba palumbus*) ve yabani güvercinlerde de enfeksiyona rastlanmaktadır (Bondurant ve Honigberg, 1994).

Evcil kuşların yanı sıra şahinler, kartallar ve doğanlar gibi yırtıcı kuşlar da *T. gallinae*'ye duyarlıdır ve bunlarda da

trikomonyazis görülebilmektedir. Yabani kuşlarda bu hastalığı tanımlamak için “frounce” kelimesi kullanılmıştır. İngilizce kökenli bir kelime olan frounce, veteriner hekimlik alanında şahin gagasında çıkan çıban anlamına gelmektedir (McDougald, 2008).

Work ve Hale (1996) bir çalışmalarında 86 baykuşun ölüm nedenini araştırmışlardır. Baykuşlar çoğunlukla travma sebebiyle ölse de %28’i enfeksiyonlar sebebiyle ölmüştür. Bu enfeksiyonların baskın etkeninin *Trichomonas* spp. olduğunu bildirmişlerdir.

İspinozlarda trikomonyazisin 2005 yılından itibaren ortaya çıktığı bildirilmiştir. Birleşik Krallık’ta gözlenen bu hastalık tablosu, 2010 yılında yayımlanan bir çalışmada avian trikomonyazis olarak tanımlanmış ve columbiform olmayan kuş türlerinde bildirilen ilk epidemi olma özelliğini taşımaktadır. Kuşların göç hareketleri nedeniyle bu epidemi yalnızca bu bölge ile sınırlı kalmamış zamanla yayılım göstermiştir (Robinson ve ark. 2010). İzleyen yıllarda Güney Fenoskandiya, Kuzey Almanya, Doğu Kanada, Britanya Adaları, Fransa ve Slovenya gibi çeşitli bölgelerden salgınlar rapor edilmiştir (Peters ve ark., 2009; Forzan ve ark., 2010; Neimanis ve ark., 2010; Gourlay ve ark., 2011; Lawson ve ark., 2012; Zadavec ve ark., 2012; Lehtikoinen ve ark., 2013). Bu bildirilen salgınlarda yalnızca ispinozlar değil; Passeriformes takımına ait Cava serçesi (*Lonchura oryzivora*), Hint bülbülü (*Taeniopygia guttata*) ve kanaryalar ile birlikte Psittaciformes takımına ait papağanlar da yer almaktadır.

Park (2011), on yıllık bir retrospektif çalışmada loriketler (papağanlar takımına ait kuşlar), kargagiller, bir guguk kuşu türü (*Scythrops novaehollandiae*) ve güney boobook baykuşlarında (*Ninox boobook*) *T. gallinae* varlığının bu türlerde ilk kez rapor edildiğini bildirmiştir.

Morbidite ve mortalite ile karakterize edilen trikomoniyazis, Kuzey Kaliforniya’da serbest yaşayan ev ispinozlarında (*Carpodacus mexicanus*), alaycı kuşlarda (*Mimus polyglottos*) ve kargagillerde (Kaliforniya çalı alakargası: *Aphelocoma californica*; Amerikan kargası: *Corvus brachyrhynchos*; bayağı kuzgun: *Corvus corax*) de bildirilmiştir (Anderson ve ark., 2009).

Bahsi geçen bu kuş türlerine kıyasla, hindiler ve tavuklar gibi kuşlarda trikomoniyazis vakaları oldukça sınırlı sayıdadır (Ayan ve ark., 2020; Badparva ve ark., 2020; Chen ve ark., 2022; Ercan ve ark., 2023; Alrefaei ve ark., 2021).

Avian trikomoniyazis, çok sayıda kuş türünü enfekte edebilme kapasitesine sahiptir. Bu nedenle tehlike altındaki türler için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Hastalığın prevalansı kuş türüne, ekolojik koşullara ve beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak büyük farklılıklar göstermekte; özellikle kentsel alanlarda columbiform kuşlarla (güvercinler, kumrular gibi) beslenen yırtıcı türlerde enfeksiyon oranlarının belirgin şekilde arttığı ifade edilmektedir. Ayrıca, parazitin yaygınlığının esaret altındaki ve serbest yaşayan kuşlar arasında değişkenlik gösterebildiği belirtilmiştir (Amin ve ark., 2014). Yapılan bir çalışmada yaban güvercinlerinde %35, esaret altındaki kuşlarda ise %68 oranında prevalans tespit edildiği bildirilmiştir (Bailey ve ark., 2000). Bu durum ise hastalığın epidemiyolojisinde konak biyolojisi ve barındırma koşullarının oldukça belirleyici rol oynayabileceğini göstermiştir.

Prevalans; mevsim, yaş ve kuş türü gibi faktörlere bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir. Örneğin, güvercin ve kumrulara hastalık yıl boyunca görülebilmekte hastalıkta belirgin bir mevsimsellikten bahsedilmemektedir (Begum ve ark., 2008). Ancak yakın dönemde ispinozlarda ortaya çıkan trikomoniyazis için yaz sonu ve sonbahar başlangıcında

belirginleşen bir mevsimsel prevalans yoğunluğundan bahsetmek mümkündür (Neimanis ve ark., 2010). Kurak ve düşük yağışlı hava koşullarının hastalığın ortaya çıkışı ve yayılımında önemli olabileceği düşünülmektedir (Bunbury ve ark., 2007).

Trichomonas gallinae trofozoitleri dış ortam koşullarına karşı oldukça dayanıksızdır ve çevresel şartlara direnç sağlayan belirgin bir kistik yapıya sahip değildir. Ancak kist benzeri yapılara (psödokistler) rastlandığı ifade edilmiştir (Mehlhorn ve ark., 2009). Ayrıca, bu paraziti taşıyan herhangi bir ara konak ya da canlı vektör tanımlanmamıştır. Bu nedenle, *T. gallinae* konak dışında kısa sürede canlılığını kaybetmektedir. Genel olarak, hastalığın bulaşmasında su ve kuş yemlerinin kaynak oluşturduğu kabul edilmektedir. Parazitin musluk suyunda ya da ölmüş konakların karkaslarında uzun süre canlı kalamadığı bildirilmiş olmakla birlikte (Amin ve ark., 2014), yapılan deneysel bir çalışmada laboratuvar koşulları altında *T. gallinae*'nin konak dışında 120 saate kadar yaşayabildiği gösterilmiştir (Amin ve ark., 2010).

Trichomonas gallinae enfeksiyonunda her ne kadar su ve kuş yemlerinin bulaş kaynağı olduğu kabul edilse de esasında parazit doğrudan temas yoluyla bulaşmaktadır. Enfekte erişkin bir kuş, yavrusunu beslerken parazitin yavruya aktarılmasını sağlamaktadır (Stabler, 1954). Erişkin güvercinlerde çiftleşme öncesi görülen kur davranışında da parazit geçişi mümkün olmaktadır. Yırtıcı kuşlarda ise paraziti taşıyan enfekte av hayvanlarının tüketilmesi ile hastalık ortaya çıkabilmektedir (Stabler, 1954). Hindi ve tavuklarda ise çoğunlukla güvercinlerin kontamine ettiği içme sularının tüketilmesi enfeksiyon bulaş yolu olarak ifade edilmiştir (Bondurant ve Honigberg, 1994). Parazit protozoonların genel yaşam koşullarında olduğu gibi *T. gallinae* de çevrede canlılığını sürdürebilmek için nemli ortam koşullarına gereksinim duyar. Bu nedenle kümes ve barınakların yıkanması

sonrasında etkili bir şekilde kurutulması enfeksiyon için bir kontrol yöntemi olabilmektedir (Amin ve ark., 2014).

2.2.2. *Tetratrichomonas gallinarum*

Tetratrichomonas gallinarum, tavuklar, hindiler, gine tavukları, bıldırcınlar, ördekler ve kazlar dâhil olmak üzere farklı kanatlı türlerinin intestinal sisteminde yaygın olarak bulunan kamçılı bir protozoondur (Levine, 1985; Friedhoff ve ark., 1991; Bondurant ve Honigberg, 1994). *Tetratrichomonas gallinarum* enfeksiyonunun sıcak dönemlerde artış gösterdiği rapor edilmiş olmasına karşın (Weinzirl, 1917), sonbahar döneminde daha sık görüldüğü de bildirilmiştir (Leibovitz, 1973). Mevsimin dışında etkeni izole etmek ve çoğaltmak için kullanılan besi yerleri farklılıkları, uygulanan tanı yöntemleri de prevalansı etkileyen faktörler olarak ifade edilmiştir (Amin ve ark., 2014).

Bu kamçılı protozoon kanatlı dışkısı ile kontamine olmuş yem ve suların tüketilmesi ile duyarlı diğer bir konağa bulaşmaktadır. Parazitin prepatent süresi oldukça kısadır. Amin ve arkadaşlarının (2011) tavuk ve hindilerde yapmış oldukları deneysel enfeksiyon çalışmasında trofozoitlerin enfeksiyondan yalnızca iki gün sonra dışkı ile atıldıklarını göstermişlerdir. Parazitin trofozoitleri dışında çevre koşullarına nispeten daha dayanıklı olan psödokist formlarının fekal oral bulaş sırasında paraziti koruyabileceği düşünülmektedir (Friedhoff ve ark., 1991; Mehlhorn ve ark., 2009).

2.3. Patojenite

2.3.1. *Trichomonas gallinae*

Trichomonas gallinae genellikle ağız, farinks, özofagus ve kursağı kaplayan üst sindirim kanalına yerleşir; parazite proventrikulusun posterior bölgesinde ise nadiren rastlanır. Dolayısıyla parazitin dışkı ile atılması oldukça sınırlıdır (Cauthen, 1936). Sindirim sisteminin üst kısmında görülen bu

parazite baş sinüslerinde, beyinde, gözde ve gözyaşında da rastlanabilmektedir (Bondurant ve Honigberg, 1994). Parazit nadir de olsa abdominal organlarda da gözlenebilir. Jaquette (1950) parazitin büyük olasılıkla kan yoluyla abdominal organlara yayıldığını buna karşın bu yayılım için sindirim kanalı ya da safra kanalını kullanmadığını ifade etmiştir. Stabler ve Engley (1946) ise neredeyse tüm vücudu etkileyen sistemik bir trikomoniyazisten bahsetmiş ve nekropside karaciğer, akciğer, kalp, pankreas ile ince bağırsak yüzeyinde lezyonlara rastladıklarını ifade etmişlerdir.

Trichomonas gallinae enfeksiyonu sonucu üst sindirim kanalında hafif bir yangı meydana gelebileceği gibi özofagusu tıkayacak kadar büyük kazeöz odaklar da görülebilir. Erişkin güvercinlerin parazitin patojen olmayan bir suşuna maruz kalıp bağışıklık geliştirdiği ve bu nedenle %80-90'ının herhangi bir klinik belirti göstermediği ancak buna karşılık yavruları için sürekli bir enfeksiyon kaynağı oldukları ifade edilmiştir (Stabler, 1948; 1954).

Patojen bir *T. gallinae* ile enfeksiyon sonrasında karaciğer, akciğer ve periton gibi iç organlarda fibrinöz lezyonlarla karakterize odaklar oluşabileceği ve bunun yüksek mortalite ile sonuçlanabileceği belirtilmiştir. Aynı çalışmada enfeksiyonun sadece dördüncü gününde dilde, akciğerlerde, karaciğerde vasküler konjesyon gözlenmiştir. İlerleyen günlerde orofarengeal bölge epitel hücrelerinde ve submukozada nekrozlara rastlanmıştır. Enfeksiyondan bir hafta sonra ise orofarengeal bölgede, kursak ve akciğerlerde purulent nitelikte eksudat varlığı saptanmıştır (Narcisi ve ark., 1991). Ayrıca, enfekte güvercinlerin böbrek ve genital organlarında da dejeneratif lezyonlar saptanmıştır. Hastalıkta görülen kazeöz odakların bağırsak ve taşlık yüzeylerinde, substernal membranda ve perikardiyumda da ortaya çıkabildiği bildirilmiştir (Stabler, 1954).

2.3.2. *Tetratrichomonas gallinarum*

Tetratrichomonas gallinarum, kalın bağırsağa yerleştiği için genellikle diğer protozoal ya da bakteriyel etkenler ile miks enfeksiyon şeklinde görülmektedir. Parazitin patojenitesine dair yapılan çalışmaların farklı sonuçlar içerdiği bunun sebebinin ise çalışmaların çoğunda hayvanlardan elde edilen numunelerden *T. gallinarum*'un izole edilmemesi ve diğer patojenik etkenler ile birlikte seyretmesi ile ilişkili olabileceği ifade edilmiştir. Bu nedenle, *T. gallinarum*'un tek başına patojen olup olmadığı, patojen ise etkisinin derecesi hakkında tam bir yargıya varılamadığı belirtilmiştir (Amin ve ark., 2014).

Tetratrichomonas gallinarum'un patojenitesi Lee (1972) tarafından yapılan bir çalışma esnasında gösterilmiştir. Araştırmacı doğal enfekte broylerlerden elde ettiği sekal içerik (*T. gallinarum* içeren dışkı örneği) ile 3-6 haftalık civcivleri kloakal yolla enfekte etmiştir. Enfeksiyon sonrası civcivler klinik olarak sağlıklı görünseler de histopatolojik incelemeler bunu göstermemektedir. Mikrovillusların kaybolduğu, hücre yüzeyini koruyan glikokaliks tabakasının azaldığı ve mukozal bariyerin ciddi bir şekilde bozulduğu saptanmıştır.

Tavuk ve hindilerde yapılan diğer bir deneysel enfeksiyonda sekum içeriğinin sarı renkli ve köpüklü olduğu, sekal mukozada küçük papüllerin gözlemlendiği, hindilerin duodenum ve jejunumunda şiddetli nekrotik enteritis saptandığı ifade edilmiştir (Norton, 1997).

Crespo ve arkadaşlarının (2001) ise ördeklerde yürüttüğü çalışmada dişi ördeklerde yumurta veriminde azalma ve mortalite artışı gözlemlediklerini ifade ederlerken, ilginç bir şekilde aynı çalışmada erkek ördeklerde klinik açıdan anormal bir durum belirtilmemiştir. Bunun dışında akut sekum ve karaciğer yangısı görülen ördeklerde sorumlu ajanın *T. gallinarum* olduğunun ifade edildiği başka bir çalışma da mevcuttur (Richter ve ark., 2010).

Yaban kuşlarında *T. gallinarum* ile ilişkili patolojik değişiklikleri bildiren çalışmalar da mevcuttur. Ensefalit tespit edilen bir alaycı kuştaki (*Mimus polyglottos*), beyinde saptanan parazitin *T. gallinarum* olduğu bildirilmiştir. Ancak bu çalışmada etken moleküler olarak karakterize edilmediği için ensefalite sebep olan etkenin *T. gallinae* mi yoksa *T. gallinarum* mu olduğu kanıtlanmamıştır (Patton ve Patton, 1996). Bir kelaynakta (*Geronticus eremita*) (Laing ve ark., 2013) ve bir Amerikan beyaz pelikanında (*Pelecanus erythrorhynchos*) (Burns ve ark., 2013) yapılan olgu sunumlarında nekrotizan hepatitis/splenitis tanımlanmıştır. Her iki vaka raporunda da etkeni tanımlamak için moleküler analiz yöntemi kullanılmış ve *T. gallinarum* tespit edilmiştir.

Bu çalışmaların aksine *T. gallinarum*'un patojen olmadığını gösteren raporlar da mevcuttur. Yapılan deneysel enfeksiyonlarda tavuk ve hindilerde herhangi bir klinik belirti gözlenmediği, histopatolojik değişiklik oluşmadığı, makroskopik lezyonlar ya da vücut ağırlığında azalma saptanmadığı, mortalitenin görülmediği ifade edilmiştir (Goedbloed ve Bool, 1962; Kemp ve Reid, 1965)

Benzer şekilde *in vitro* olarak da *T. gallinarum*'un patojenik potansiyeli ortaya konulamamıştır. Parazitin maymun böbrek hücre kültüründe herhangi bir sitopatolojik etki oluşturmadan çoğaldığı (Kulda, 1967), subkutan fare denemelerinde de patolojik bir değişiklik gözlenmediği belirtilmiştir (Kulda ve ark., 1974).

2.4. Teşhis Yöntemleri

2.4.1. Klinik ve Nekropsi Bulguları

Trichomonas gallinae enfeksiyonunda iştahsızlık, kusma, tüylerde karışma-kabarıklık, ishal, yutma güçlüğü, ağırlıkta azalma, su içme isteği artışı, ayakta duramama ya da denge kaybı ile kursakta sarkma klinik olarak görülebilecek belirtiler

arasındadır. Ağız boşluğunda ve kursakta yeşilimsi bir sıvı birikimi ve bunun zaman zaman ağızdan dışarı akıntı şeklinde sızması da gözlenebilmektedir. Enfeksiyonu takiben üç hafta içinde ölüm meydana gelebilmektedir (Narcisi ve ark. 1991; Stabler, 1947).

Trikomoniyazis için nekropsi bulguları da oldukça değerlidir. Çünkü orofarengeal bölgede sarımsı, yumuşak, kazeöz nitelikte odakların varlığı *T. gallinae* için patognomik belirtiler arasında yer almaktadır. Ancak kuşlarda avian poxvirus enfeksiyonları, fungal etkenler (*Candida* spp., *Aspergillus* spp.), nematodlar (*Capillaria* spp.), tükürük taşlarının varlığı (sialolitler), spesifik olmayan farinks-özofagus yangıları veya A vitamini eksikliği gibi durumlar da ağız içinde benzer lezyonları meydana getirebilir. Bu nedenle ayırıcı tanıda dikkat etmek gereklidir (Levine, 1985). Ayrıca trikomoniyazis; tüberküloz, mikoplazmozis, salmonellozis gibi granülom oluşturan diğer enfeksiyöz hastalıklar ile de karışabilmektedir (Friedhoff, 1982). Kesin tanı, enfekte kuşlardan alınan örneklerin mikroskopik olarak incelenmesi ve etkenin nükleik asitlerinin izolasyonu ile moleküler yöntemlerin kullanılması enfeksiyon hakkında daha net bilgiler verecektir (Amin ve ark., 2014).

2.4.2. Mikroskopik Bulgular

2.4.2.1. Alınan Numunelerden Preparat Hazırlanması

Trikomonadların tanısı alınan numunenin cam bir lam üzerine sürülmesi ve vakit kaybetmeden mikroskopta trofozoitler açısından değerlendirmesine dayanmaktadır. *Tetratrichomonas gallinarum* için alınacak materyal kloakal sürüntü örneği iken (Allen, 1941), *T. gallinae* için ağız içinden alınan sürüntü örneğidir (Honigberg, 1978). Armut şekilli, kamçılı, hızlı hareket eden canlıların mikroskopta görülmesi tanı koymamızı sağlayacaktır. Preparatlara direkt bakılabildiği gibi Giemsa boyası ile boyama da yapılabilir. Eğer konakta parazit yükü azsa

preparatta tanı koymak zordur, bunun için alınan sürüntü örneği uygun bir kültür ortamına ekilip, inkübasyona tabi tutulursa parazit sayısı çoğalacaktır. Sonrasında yapılan ıslak preparatlarda etkene rastlamak biraz daha olası olacaktır (Amin ve ark., 2014).

2.4.2.2. Trikomonadların Kültüre Edilmesi

Kültür yöntemi, yorumlanmasının kolay olması ve enfeksiyonun düşük düzeyde olduğu durumlarda dahi kuşlarda güvenilir sonuçlar vermesi gibi nedenlerden dolayı tanıda altın standart olarak kabul edilmektedir. *Trichomonas gallinae*, çeşitli besiyerlerinde üreyebilmektedir (Forrester ve Foster, 2008).

Sığırlarda görülen *Tritrichomonas fetus*'un kültüre edilmesi için kullanılan InPouch™ TF kitleri (ticari bir ürün), saha koşullarında kullanımlarının oldukça kolay, pratik ve etkili olması sebebiyle *T. gallinae* için de besiyeri olarak kullanılmaktadır (Bunbury ve ark., 2007).

Trikomonadların klonal kültürlerinin oluşturulması kültür yöntemlerinde standardı arttırmıştır ancak tekniğin karmaşık olması sebebiyle rutin kullanımda halen pratik olmadığı ifade edilmiştir (Amin ve ark., 2014).

Protozoonların *in vitro* ortamda çoğaltılabilmeleri için bazı asgari beslenme şartlarının yerine getirilmesi gereklidir. Trikomonad protozoonlar diğer ökaryotik canlılardan besin gereksinimi ve enerji metabolizması bakımından farklılık göstermektedir, bazı biyosentetik yolaklardan yoksundurlar. Bu nedenle besin kaynağı olarak önceden oluşmuş metabolitlere ihtiyaç duyarlar. Bu şu anlama gelmektedir; ya ortamda başka bir organizma olmalı gerekli metabolitleri üretmeli (monoksenik kültürler) ya da bu metabolitler ortama hazır olarak eklenmelidir (aksenik kültürler) (Müller, 1990).

Monoksenik kültürlerde elde edilen protozoon sayısının aksenik kültürlerle göre daha yüksek olduğu ifade edilmiştir

(Amin ve ark., 2014). Bu bağlamda, Medium 199'da üretilen trikomonad klonal kültürlerinin, bakteri varlığında yüksek popülasyonlara ulaştığı gözlenmiştir (Hess ve ark., 2006). Aksenik kültür ortamı hazırlamak oldukça zahmetli ve zaman alıcıdır. Ancak Amin ve ark. (2010) *T. gallinarum* ve *T. gallinae* için standart bir aksenizasyon prosedürü geliştirebilmiş ve buna göre *T. gallinarum* modifiye *T. vaginalis* besiyerinde, *T. gallinae* ise Hollander fluid (HF) besiyerinde üreyebilmiştir.

İnkübasyon sıcaklığının, trikomonadların üreme hızını etkilediği ifade edilmiştir. Buna göre *T. gallinarum*'un aksenik koşullarda 40 °C sıcaklıkta iyi bir üreme potansiyeli gösterdiği, *T. gallinae*'nin ise 40 °C' den ziyade 37 °C'de daha yüksek hücre sayısına ulaştığı belirtilmiştir (Amin ve ark., 2010). Bu sıcaklık değerlerinin parazitlerin yerleşim yerlerini (*T. gallinarum*; sekum, *T. gallinae*; farinks) yansıtır olabileceği ifade edilmiştir (Amin ve ark., 2014).

2.4.2.3.Trikomonadların Boyanması

Trikomonadların sürüntü örneklerinin cam bir lama yayılıp sabitlendikten sonra boyanması işlemi genellikle protozoon kültür ortamında çoğaltıldıktan sonra yapılmaktadır. Lam üzerine fikse edilen numuneler Giemsa, gümüş, demir-hematoksilen, malaşit yeşili, metilen mavisi, akradin turuncusu gibi boyalar ile boyanabilmektedir (Borchardt ve Smith, 1991; Kaufman ve ark., 2004). Bununla birlikte, bu yöntemler zahmetli, maliyetli olmaları ve özgün örnekleri seyreletmeleri nedeniyle rutin klinik uygulamalarda kullanışlı değildirler. Ayrıca az sayıda etkenin olduğu enfeksiyon durumlarında, direkt kanatlılardan alınan örneklerden yapılan preparatlarda yanlış negatif sonuçlar alınabilmektedir (Kaufman ve ark., 2004). Özellikle az sayıda protozoon olduğunda doku kesitlerini boyamak için kullanılan hematoksilen-eozin ve Periyodik-Asit-Schiff boyalarının parazit

teşhisi yapmada çok da etkili olmadığı belirtilmiştir (Amin ve ark., 2014).

2.4.3. Trikomonadların Genetik Materyalinin İzolasyonu

Trikomonadların DNA'sı oral sıvılardan, kursaktan, farinksten veya dışkı örneklerinden polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) yöntemi ile saptanabilir. Parazit DNA'sını çoğaltmak için genellikle ITS-1, 5.8S rRNA, ITS-2 ve 18S rRNA bölgelerini hedefleyen çok sayıda primer tanımlanmıştır (Noda ve ark. 2012; Amin ve ark., 2014).

Parafine gömülü doku örneklerinde, protozoona ait nükleik asitlerin varlığını saptamak amacıyla *in situ* hibridizasyon yöntemi uygulanmaktadır. Özellikle parazitin sayısının az olduğu dokularda *in situ* hibridizasyon yönteminin boyama yöntemleri olan Periyodik-Asit- Schiff ve hematoksilen eozin'den daha duyarlı olduğu ifade edilmiştir (Amin ve ark., 2014). *In situ* hibridizasyon sonrasında protozoonlar koyu mavi renkte işaretlenmiş hücreler şeklinde net bir biçimde saptanmıştır (Amin ve ark., 2011). Ayrıca *in situ* hibridizasyon yöntemi protozoon ile hücrelerde meydana gelen histopatolojik değişiklikler arasındaki ilişkinin belirlenmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla bu yöntemin, trichomonadların hücresel düzeydeki virülansının araştırılmasını mümkün kıldığı ifade edilmiştir (Amin ve ark., 2014).

2.4.4. Serolojik Teknikle Trikomonad Tespiti

Serolojik yöntemler arasında en sık kullanılanı ELISA (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay)'dır. Ancak ELISA, *T. gallinarum* ve *T. gallinae* için, saha araştırmalarında ya da laboratuvarlarda rutin teşhis metodu olarak yer alamamıştır. Bu yöntemden sadece deneysel enfeksiyon oluşturulduğu durumlarda antikor varlığını tayin etmek için yararlanılmıştır. Antikor tespit edilmek için kullanılsa da antijen tespiti için faydalanılmamıştır. Bu nedenle doğru örnek seçimi, en iyi çalışan

antijen-antikor kombinasyonu gibi konular henüz netlik kazanmamıştır. Eğer kanatlılar *T. gallinae* enfeksiyonunu atlatıp hayatta kalabilirlerse ömür boyu parazitin latent taşıyıcısı olurlar. Potansiyel taşıyıcı kuşların tespit edilmesi enfeksiyonun yayılımının kontrolünde önemlidir. Bu amaçla serolojik testlerin kullanılması faydalı olacaktır (Amin ve ark., 2011; Amin ve ark., 2014)

2.4.6. Trikomonadların Genetik Analizi

2.4.6.1. *Trichomonas gallinae*

Klinik bulgulara bakıldığında kimi kuşlarda semptom gözlenirken kimisinde gözlenmemesi *T. gallinae* patojenitesinin farklılığı ile ilişkilidir. Bu farklılıklar da ancak genetik analizler ile suşlar arasındaki varyasyonların tespiti ile mümkündür. Bu amaçla birçok gen bölgesi hedef olarak kullanılmaktadır. Bunlar arasında sıklıkla kullanılanları ITS-1, 5.8S rRNA, ITS-2 ve 18S rRNA'dır (Noda ve ark. 2012; Amin ve ark., 2014). Nadir olarak da α -tübülin (Gerhold ve ark., 2008) ve Fe-hidrojenaz gen dizileri de (Lawson ve ark., 2011) kullanılmıştır.

Trichomonas gallinae izolatları arasındaki genetik polimorfizimi belirlemek amacıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda farklı coğrafi bölgelerden farklı kuş türlerinde çalışılmış olmasına rağmen *T. gallinae* izolatları arasında ya çok sınırlı ya da hiç dizi varyasyonu tespit edilememiştir. Bu çalışmalarda; pembe güvercinler (*Columba mayeri*), Madagaskar kaplumbağa güvercini (*Streptopelia picturata*) (Gaspar da Silva ve ark. 2007), İber Yarımadası'ndan evcil güvercinler ve yırtıcı kuşlar (Sansano-Maestre ve ark., 2009), Birleşik Krallık'tan passeriformes ve columbiformes takımındaki bazı kanatlılar ile yırtıcı kuşlar (Lawson ve ark., 2011; Chi ve ark., 2013) kullanılmıştır. Bu çalışmalarda elde edilen *T. gallinae* izolatlarının daha önce tanımlanan *T. gallinae* G7 (Kleina ve ark., 2004) ve *T. gallinae* TG (Felleisen, 1997)

suşları ile genetik olarak aynı olduğu belirlenmiştir. Bu izolatlar daha ayrıntılı olarak PCR-restriksiyon parça uzunluk polimorfizmi (PCR-RFLP) gibi ileri bir teknikle incelenirse de sonuç değişmemiştir.

Sansano-Maestre ve ark. (2009), columbiformes takımına ait kuşlarda *T. gallinae* TG suşuna benzer dizilerin daha yaygın olarak tespit edildiğini buna karşın yırtıcı kuşlarda ve makroskobik lezyon gösteren bütün kuşlarda *T. gallinae* G7 suşunun daha sıklıkla saptandığını bildirmişlerdir.

Birleşik Krallık'ta yapılan bir çalışmada passeriformes takımındaki kuşlarda yüksek mortaliteye sebep olan suşun *T. gallinae* G7 olduğu belirlenmiştir (Lawson ve ark., 2011).

Fe-hidrojenaz lokusunun incelenmesi sonucunda genetik olarak tamamen aynı olan izolatlarda bile çok ince varyasyonların saptanabileceği ortaya konmuştur. Bu nedenle farklı genetik lokusların ayrıntılı biçimde analiz edilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Chi ve ark., 2013).

Alaycı kuşlarda (*Mimus polyglottos*) yürütülen bir çalışmada elde edilen izolatların, önceden izole edilmiş trikomonad izolatlarından genetik olarak farklı olduğu, yeni bulunan izolatın ise (EU290650) tetratrikomonadlara daha benzer olduğu bulunmuştur (Anderson ve ark., 2009). Yapılan bazı çalışmalarda ise tespit edilen izolatların, bilinen *T. gallinae* izolatlarına benzemediği bunun yerine insanlarda parazitlenen *Trichomonas vaginalis* ile daha yakın ilişkili olduğu ortaya konmuştur (Gerhold ve ark., 2008; Grabensteiner ve ark., 2010; Ecco ve ark., 2012). Analiz sonucunda önceden tanımlanmış hiçbir *Trichomonas* cinsine ait izolatla benzerlik vermeyen dizilimler *Trichomonas*-benzeri olarak bildirilmiştir (Gerhold ve ark., 2008; Grabensteiner ve ark., 2010).

İnsanlardaki *Trichomonas tenax* protozoonunun tanımlandığı bir çalışmada, *T. tenax*'ın insan paraziti olan *T.*

vaginalis'den daha çok *T. gallinae* ile yakın ilişki gösterdiği bildirilmiştir. Bu durumun her iki türün de üst sindirim kanalını enfekte etmesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (Kleina ve ark., 2004; Grabensteiner ve ark., 2010, Amin ve ark., 2014).

Diğer çalışmalardan farklı olarak Grabensteiner ve ark. (2010) elde edilen trikomonad izolatlarını klonal kültürlerde çoğaltmayı denemiş ve bunun sonucunda tek bir kuş türünde birden fazla çeşitte *T. gallinae* suşunun aynı anda bulunabileceğini belirlemiştir.

2.4.6.2. *Tetratrichomonas gallinarum*

Tetratrichomonas gallinarum izolatlarına yönelik genetik analizler, bu türün beklenenden daha yüksek düzeyde genetik çeşitlilik sergilediğini ortaya koymuştur. İzolatların çok sayıda grup ve alt gruba ayrıldığı bildirilmiştir. Bu grupların birden fazla türü temsil edebileceğinin ileri sürülmesi, yapılan çalışmalarda patojenite konusunda elde edilen birbirinden farklı sonuçların ortaya çıkmasını açıklayabilir. Ayrıca, insan ve kuş kaynaklı bazı izolatlar arasındaki yakın filogenetik ilişki, *T. gallinarum*'un zoonotik potansiyelinin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir (Amin ve ark., 2014).

2.4.7. Tedavi

Elli yılı aşkın bir süredir kullanılan, test edilip onaylanmış trikomonad ilaçları vardır. Bunlar doğrudan hayvanların içme sularına katılabildiği gibi, ağız ve boğaz bölgelerine de uygulanabilmektedir. Örneğin akriflavin, seyreltilmiş hidroklorik asit ve bakır sülfat gibi preparatların kullanılması enfeksiyonda belirli düzeyde başarı sağlamaktadır (Rosenwald, 1944; Jaquette, 1948). Antibiyotiklerin kullanımı enfeksiyon için tipik değildir. Bir akdoğanın (gyrfalcon) tedavisinde geniş spektrumlu antibiyotik (Aureomisin) kullanılmış ve hayvanda pamukçuk benzeri odakların yeniden belirdiği, *Aspergillus fumigatus*

kaynaklı lezyonların ortaya çıktığı ifade edilmiştir. Bu durum latent haldeki trikomoniyazis ya da mantar enfeksiyonlarının antibiyotik kullanımı ile yeniden aktifleşebileceğini göstermiştir. Bu nedenle, trikomoniyazisin tedavisinde antibiyotik kullanımında dikkatli ve seçici olunması gerektiği vurgulanmıştır (Amin ve ark., 2014).

Hem insanlarda hem de kanatlılarda standart olarak görülen trikomoniyazis tedavi seçeneği nitroimidazoller (metronidazol, dimetridazol, ronidazol, karnidazol gibi) kullanmaktır (Franssen ve Lumeij, 1992; Kulda, 1999). Kafeslerde beslenen, yetiştirilen güvercinlerde bahsi geçen ilaçlar ile tedavide başarı sağlansa bile bu kuşların uzun süre paraziti vücutlarında bulundurmaya devam ettikleri akıldan çıkarılmamalıdır. Yarış güvercini gibi özel amaçla bakılan kuşlarda enfeksiyon görülüp ekonomik kayıplar vermek yerine bu canlılara koruyucu amaçla klinik dozun altında nitroimidazoller kullanılmaktadır. Ancak ilaçlara uzun süreli maruziyet direnç gelişimine de sebep olmaktadır bu hususta dikkatli olunması gerektiği ifade edilmiştir (Kulda ve ark., 1993). Nitekim, gerçekleştirilen bir *in vitro* çalışmada, muhabbet kuşları ve yarış güvercinlerinden elde edilen *T. gallinae* klonal kültürlerinin dört farklı nitroimidazol türevine karşı düşük duyarlılık gösterdiği ve bu bileşiklere karşı direnç geliştiği bildirilmiştir. (Zimre-Grabensteiner ve ark., 2011). Sahada görülen başarısız tedavi seçeneklerinin değerlendirilmesi için *in vitro* testlerin önemli olduğu ifade edilmiştir. Buna göre saha denemelerinden önce en doğru ilaç, en doğru dozda laboratuvar koşullarında belirlenebilmektedir (Grabensteiner ve ark., 2010; Zimre-Grabensteiner ve ark., 2011).

Yaban kuşlarında tedavi süreci, hayvanların doğada serbest yaşamaları ve bireysel olarak yakalanıp ilaç uygulanmasının pratik olmaması nedeniyle önemli güçlükler içermektedir. Bu türlerde tedavi genellikle, kuşların tahmini

günlük yem tüketimleri esas alınarak yemliklere ilaç eklenmesi yoluyla gerçekleştirilmektedir. Ancak kuşlar arasında yem tüketim miktarları bireysel olarak farklılık gösterebildiği gibi, aynı bireyin de değişken miktarlarda yem tüketmesi söz konusu olabilmektedir. Bu durum, bazı bireylerde aşırı ilaç alımına, bazılarında ise yetersiz dozlara maruz kalınmasına neden olabilmekte; yetersiz dozlar özellikle parazitte ilaç direncinin gelişmesi riskini artırmaktadır. Bu nedenlerle, yaban kuşlarında yemleme yoluyla ilaç uygulamasının önerilmediği bildirilmektedir. Ayrıca ilaçlı yem uygulamalarında hedef dışı kuşların risk altında olduğu ifade edilmiştir (Amin ve ark., 2014).

Sonuç olarak gerek yaban kuşlarında gerekse kapalı koşullarda barındırılan kuşlarda *T. gallinae* salgınlarının önlenmesine yönelik stratejiler, enfeksiyonun yayılmasına aracılık eden kaynakların azaltılmasına odaklanmalıdır. Bu kapsamda, zorunlu olmadıkça yapay yemlikler ve toplu beslenme alanları oluşturulmamalı, kuşların belirli noktalarda yoğunlaşmasına yol açan uygulamalardan kaçınılmalıdır. Ancak besleme alanlarının kullanımı kaçınılmaz olduğunda, bu alanların hijyen açısından asgari standartları karşılaması büyük önem taşımaktadır. Özellikle yemlerin düzenli aralıklarla yenilenmesi, bozulmuş veya kontamine yemlerin ortamdan uzaklaştırılması ve yemleme alanlarının uygun şekilde dezenfekte edilmesi gerekmektedir.

3. SONUÇ

Trichomonadidae familyasına ait olan *T. gallinae*, dünya genelinde yaygın olarak bulunması ve başta Columbiformes, Falconiformes ve Strigiformes takımlarına ait kuşlarda önemli klinik bulgulara neden olmasından dolayı önemlidir. Diğer trikomonad türleri daha az öneme sahiptir. Son yıllarda özellikle yaban kuşlarında daha şiddetli ve ölümcül seyir gösteren

olguların bildirilmesi, bu hastalığa yönelik bilimsel ilgiyi artırmıştır. İlerleyen çalışmalarda, *T. gallinae*'nin farklı suş ve klonlarının daha doğru biçimde tanımlanabilmesi ve izlenebilmesi için, ayrıntılı moleküler analizleri içeren epidemiyolojik araştırmaların yürütülmesi büyük önem taşımaktadır. Bu tür yaklaşımlar, aynı zamanda kuş kökenli trikomonadların potansiyel zoonotik özelliklerinin daha iyi anlaşılmasına da katkı sağlayacaktır.

Genetik çalışmalar, enfeksiyondan sorumlu etkenin yalnızca *T. gallinae* ile sınırlı olmadığını, diğer trikomonad türleriyle yakın filogenetik ilişki gösteren organizmaların da rol oynayabileceğini ortaya koymuştur. Bu nedenle tanı sürecinde yalnızca morfolojik değerlendirmelere dayanılması yeterli olmayıp, rutin uygulamalara moleküler tanı yöntemlerinin de dahil edilmesi gerekmektedir. İleri düzey moleküler araştırmaların ise *T. gallinae*'nin patojenitesi ile ilişkili olabilecek genomik lokusların belirlenmesine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu parazitin patogenezinin ve virülans özelliklerinin ayrıntılı olarak ortaya konması, ilaçlara karşı gelişen direnç olguları da dikkate alındığında, etkili ve sürdürülebilir yeni korunma stratejilerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Bununla birlikte, trikomoniyazisin ciddi klinik etkilere yol açmasına rağmen yalnızca sınırlı sayıda kuş türünü etkilemesi ve diğer enfeksiyöz etkenlerle karşılaştırıldığında ekonomik öneminin görece düşük kabul edilmesi, bu alandaki araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin kısıtlı düzeyde kalmasına neden olabilecek bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Allen, A. (1941). Macroscopic differentiation of lesions of histomoniasis and trichomoniasis in turkeys. *American Journal of Veterinary Research*, 2, 214–217.
- Alrefaei, A. F., Albeshr, M. F., Alharbi, S. N., Almutairi, M. H., Almutairi, B. O., & Manoharadas, S. (2021). Molecular characterization of the Fe hydrogenase gene marker in *Trichomonas gallinae* isolated from birds in Riyadh, Saudi Arabia. *Parasitology International*, 81, 102263.
- Amin, A., Bilic, I., Liebhart, D., & Hess, M. (2014). Trichomonads in birds: A review. *Parasitology*, 141(6), 733–747.
- Amin, A., Liebhart, D., Weissenböck, H., & Hess, M. (2011). Experimental infection of turkeys and chickens with a clonal strain of *Tetratrichomonas gallinarum* induces a latent infection in the absence of clinical signs and lesions. *Journal of Comparative Pathology*, 144, 55–62. doi:10.1016/j.jcpa.2010.06.002
- Amin, A., Neubauer, C., Liebhart, D., Grabensteiner, E., & Hess, M. (2010). Axenization and optimization of *in vitro* growth of clonal cultures of *Tetratrichomonas gallinarum* and *Trichomonas gallinae*. *Experimental Parasitology*, 124(2), 202–208.
- Anderson, L., Grahm, A., Van Hoosear, K., & Bondurant, H. (2009). Studies of trichomonad protozoa in free-ranging songbirds: Prevalence of *Trichomonas gallinae* in house finches (*Carpodacus mexicanus*) and corvids and a novel trichomonad in mockingbirds (*Mimus polyglottos*). *Veterinary Parasitology*, 161, 178–186.
- Ayan, A., Kılınç, O. O., Khan, J. M., Yılmaz, A. B., Karakuş, A. S., Bia, M. M., & Akyıldız, G. (2020). Molecular

characterization of *Tetratrichomonas gallinarum* in domestic turkeys (*Meleagris gallopavo*) in Van province, Turkey. *International Journal of Ecosystems & Ecology Sciences*, 10(2).

- Badparva, E., Badparva, S., & Hosseini-Chegeni, A. (2020). Occurrence of *Tetratrichomonas gallinarum* in chicken feces from Lorestan Province, Western Iran. *Journal of Parasitic Diseases*, 44(1), 10–16.
- Bailey, T. C., Samour, J. H., Bailey, T. A., Remple, J., Lumeij, J., Redig, R., & Cooper, J. (2000). *Trichomonas* sp. and falcon health in the United Arab Emirates. In *Raptor Biomedicine III* (pp. 53–57). Lake Worth, FL: Zoological Education Network.
- Begum, N., Mamun, M. A., Rahman, S. A., & Bari, A. S. M. (2008). Epidemiology and pathology of *Trichomonas gallinae* in the common pigeon (*Columba livia*). *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 6(2), 301–306.
- Bondurant, R. H., & Honigberg, B. M. (1994). Trichomonads of veterinary importance. In J. P. Kreier (Ed.), *Parasitic Protozoa* (pp. 111–188). New York, NY: Academic Press.
- Borchardt, K. A., & Smith, R. F. (1991). An evaluation of an InPouch TV culture method for diagnosing *Trichomonas vaginalis* infection. *Genitourinary Medicine*, 67, 149–152.
- Brugerolle, G., & Müller, M. (2000). Amitochondriate flagellates. In B. S. C. Leadbeater & J. C. Green (Eds.), *The Flagellates* (pp. 166–189). London, UK: Taylor & Francis.
- Bunbury, N., Jones, C. G., Greenwood, A. G., & Bell, D. J. (2007). *Trichomonas gallinae* in Mauritian columbids:

- Implications for an endangered endemic. *Journal of Wildlife Diseases*, 43(3), 399–407.
- Burns, R. E., Braun, J., Armien, A. G., & Rideout, B. A. (2013). Hepatitis and splenitis due to systemic tetratrichomoniasis in an American white pelican (*Pelecanus erythrorhynchos*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 25, 511–514.
- Cauthen, G. (1936). Studies on *Trichomonas columbae*, a flagellate parasitic in pigeons and doves. *American Journal of Hygiene*, 23, 132–142.
- Cepicka, I., Hampl, V., & Kulda, J. (2010). Critical taxonomic revision of Parabasalids with description of one new genus and three new species. *Protist*, 161, 400–433. doi:10.1016/j.protis.2009.11.005
- Chen, D. Q., Luo, X. Y., Li, Q. Q., Pan, J. C., Zhang, H., Gu, Y. Y., & Li, W. C. (2022). Molecular prevalence of *Tetratrichomonas gallinarum* and *Trichomonas gallinae* in three domestic free-range poultry breeds in Anhui Province, China. *Parasitology Research*, 121(10), 2841–2848.
- Chi, J. F., Lawson, B., Durrant, C., Beckmann, K., Alrefaei, A. F., Kirkbride, K., Bell, D. J., Cunningham, A. A., & Tyler, K. M. (2013). The finch epidemic strain of *Trichomonas gallinae* is predominant in British non-passerines. *Parasitology*, 140, 1234–1245.
- Clark, S., De Gussem, K., & Barnes, J. (2003). Flagellated protozoan infections in turkeys. *World Poultry – Turkey Special*, 5, 20–23.
- Crespo, R., Walker, R. L., Nordhausen, R., Sawyer, S. J., & Manalac, R. B. (2001). Salpingitis in Pekin ducks associated with concurrent infection with

- Tetratrichomonas* sp. and *Escherichia coli*. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 13, 240–245.
- Ecco, R., Preis, I. S., Vilela, D. A., Luppi, M. M., Malta, M. C., Beckstead, R. B., Stimmelmayer, R., & Gerhold, R. W. (2012). Molecular confirmation of *Trichomonas gallinae* and other parabasalids from Brazil using the 5.8S and ITS-1 rRNA regions. *Veterinary Parasitology*, 190, 36–42.
- Ercan, N., Yıldırım, A., & Düzlü, O. (2023). Molecular prevalence of three chicken gastrointestinal tract pathogens and phylogenetic characterization of *Tetratrichomonas gallinarum* in Türkiye. *Journal of Poultry Research*, 20(1), 13–18.
- Felleisen, R. S. (1997). Comparative sequence analysis of 5.8S rRNA genes and internal transcribed spacer (ITS) regions of trichomonadid protozoa. *Parasitology*, 115(Pt 2), 111–119.
- Forrester, D. J., & Foster, G. W. (2008). Trichomonosis. In C. T. Atkinson, N. J. Thomas, & D. B. Hunter (Eds.), *Parasitic diseases of wild birds* (pp. 120–153). Ames, IA: Wiley-Blackwell.
- Forzan, M. J., Vanderstichel, R., Melekhovets, Y. F., & McBurney, S. (2010). Trichomoniasis in finches from the Canadian Maritime provinces: An emerging disease. *Canadian Veterinary Journal*, 51, 391–396.
- Franssen, F., & Lumeij, T. (1992). *In vitro* nitroimidazole resistance of *Trichomonas gallinae* and successful therapy with an increased dosage of ronidazole in racing pigeons (*Columba livia domestica*). *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 15, 409–415.

- Friedhoff, K. T. (1982). Pathogene, intestinale Flagellaten bei Tauben, Sittichen und Papageien. *Collegium Veterinarium*, 63, 329–334.
- Friedhoff, K. T., Kuhnigk, C., & Müller, I. (1991). Experimental infections in chickens with *Chilomastix gallinarum*, *Tetratrichomonas gallinarum*, and *Tritrichomonas eberthi*. *Parasitology Research*, 77, 329–334.
- Gaspar da Silva, D., Barton, E., Bunbury, N., Lunness, P., Bell, D. J., & Tyler, K. M. (2007). Molecular identity and heterogeneity of trichomonad parasites in a closed avian population. *Infection, Genetics and Evolution*, 7, 433–440.
- Gerhold, R. W., Yabsley, J. M., Smith, J. A., Ostergaard, E., Mannan, W., Cann, J. D., & Fischer, J. R. (2008). Molecular characterization of the *Trichomonas gallinae* morphologic complex in the United States. *Journal of Parasitology*, 94, 1335–1341.
- Goedbloed, E., & Bool, P. H. (1962). The protozoan etiology of blackhead. *Avian Diseases*, 6, 302–315.
- Gourlay, P., Decors, A., Jouet, D., Treilles, D., Lemberger, K., Faure, E., Moinet, M., Chi, J., Tyler, K. M., Cunningham, A. A., & Lawson, B. (2011). Finch trichomonosis spreads to France. *European Section of Wildlife Disease Association Bulletin*, 1, 9–10.
- Grabensteiner, E., Bilic, I., Kolbe, T., & Hess, M. (2010). Molecular analysis of clonal trichomonad isolates indicates the existence of heterogenic species present in different birds and within the same host. *Veterinary Parasitology*, 172, 53–64.
- Harmon, M., Clark, A., Hawbecker, C., & Stafford, M. (1987). *Trichomonas gallinae* in columbiform birds from the

- Galapagos Islands. *Journal of Wildlife Diseases*, 23, 492–494.
- Hess, M., Kolbe, T., Grabensteiner, E., & Prosl, H. (2006). Clonal cultures of *Histomonas meleagridis*, *Tetratrichomonas gallinarum* and a *Blastocystis* sp. established through micromanipulation. *Parasitology*, 133, 547–554.
- Honigberg, B. M. (1963). Evaluation and systemic relationships in the flagellate order *Trichomonadida* Kirby. *Journal of Protozoology*, 10, 20–63.
- Honigberg, B. M. (1978). Trichomonads of importance in human medicine. In J. P. Kreier (Ed.), *Parasitic protozoa* (pp. 275–454). New York, NY: Academic Press.
- Jaquette, S. (1948). Copper sulfate as a treatment for subclinical trichomoniasis in pigeons. *American Journal of Veterinary Research*, 9, 206–209.
- Jaquette, S. (1950). Hepatic trichomoniasis in esophagotomized pigeons. *Poultry Science*, 39, 157–158.
- Kaufman, R. H., Faro, S., & Brown, D. (2004). *Benign diseases of the vulva and vagina* (5th ed.). Maryland Heights, MO: Mosby.
- Kemp, L., & Reid, M. (1965). Pathogenicity studies on *Trichomonas gallinarum* in domestic poultry. *Poultry Science*, 44, 215–221.
- Kleina, P., Bettim-Bandinelli, J., Bonatto, S. L., Benchimol, M., & Bogo, M. R. (2004). Molecular phylogeny of the *Trichomonadidae* family inferred from ITS-1, 5.8S rRNA and ITS-2 sequences. *International Journal of Parasitology*, 34, 963–970.

- Kulda, J. (1967). Effect of different species of trichomonads on monkey kidney cell cultures. *Folia Parasitologica*, 14, 295–310.
- Kulda, J. (1999). Trichomonads, hydrogenosomes and drug resistance. *International Journal of Parasitology*, 29, 199–212.
- Kulda, J., Suchankova, S., & Svoboda, S. (1974). Studies on pathogenicity of *Tetratrichomonas gallinarum* in mice and turkey poult. *Acta Veterinaria Brno*, 43, 53–64.
- Kulda, J., Tachezy, J., & Cerkasovova, A. (1993). *In vitro* induced anaerobic resistance to metronidazole in *Trichomonas vaginalis*. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 40, 262–269.
- Laing, S. T., Weber, E. S., III, Yabsley, M. J., Shock, B. C., Grosset, C., Petritz, O. A., Barr, B., Reilly, C. M., & Lowenstine, L. J. (2013). Fatal hepatic tetratrichomoniasis in a juvenile Waldrapp ibis (*Geronticus eremita*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 25, 277–281.
- Lawson, B., Cunningham, A. A., Chantrey, J., Hughes, L. A., John, S. K., Bunbury, N., Bell, D. J., & Tyler, K. M. (2011). A clonal strain of *Trichomonas gallinae* is the aetiological agent of an emerging avian epidemic disease. *Infection, Genetics and Evolution*, 11, 1638–1645.
- Lawson, B., Robinson, R. A., Colvile, K. M., Peck, K. M., Chantrey, J., Pennycott, T. W., Simpson, V. R., Toms, M. P., & Cunningham, A. A. (2012). The emergence and spread of finch trichomonosis in the British Isles. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367, 2852–2863.

- Lee, D. L. (1972). Changes in the ultrastructure of the caecum of chickens caused by *Trichomonas gallinarum*. *Parasitology*, 65, 71–76.
- Lehikoinen, A., Lehikoinen, E., Valkama, J., Väisänen, R. A., & Isomursu, M. (2013). Impacts of trichomonosis epidemics on greenfinch (*Chloris chloris*) and chaffinch (*Fringilla coelebs*) populations in Finland. *Ibis*, 155, 357–366.
- Leibovitz, L. (1973). Necrotic enteritis of breeder ducks. *American Journal of Veterinary Research*, 34, 1053–1061.
- Levine, D. (1985). *Veterinary protozoology*. Iowa City, IA: Iowa State Press.
- Martin, C., & Robertson, M. (1911). Further observations on the caecal parasites of fowls, with some reference to the rectal fauna of other vertebrates. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 57, 53–81.
- McDougald, L. R. (2008). Histomoniasis (Blackhead) and other protozoan diseases of the intestinal tract. In Y. M. Saif et al. (Eds.), *Diseases of poultry* (pp. 1095–1105). Ames, IA: Blackwell.
- Mehlhorn, H., Al-Quraishy, S., Amin, A., & Michael, H. (2009). Fine structure of the bird parasites *Trichomonas gallinae* and *Tetratrichomonas gallinarum* from cultures. *Parasitology Research*, 105, 751–756.
- Müller, M. (1990). Biochemistry of *Trichomonas vaginalis*. In B. M. Honigberg (Ed.), *Trichomonads parasitic in humans* (pp. 53–83). New York, NY: Springer.
- Müller, M. (1993). The hydrogenosome. *Journal of General Microbiology*, 139, 2879–2889.

- Narcisi, M., Sevoian, M., & Honigberg, B. M. (1991). Pathologic changes in pigeons infected with a virulent *Trichomonas gallinae* strain (Eiberg). *Avian Diseases*, 35, 55–61.
- Neimanis, A. S., Handeland, K., Isomursu, M., Agren, E., Mattsson, R., Hamnes, I. S., Bergsjø, B., & Hirvelä-Koski, V. (2010). First report of epizootic trichomoniasis in wild finches (*Fringillidae*) in southern Fennoscandia. *Avian Diseases*, 54, 136–141.
- Noda, S., Mantini, C., Meloni, D., Inoue, J., Kitade, O., Viscogliosi, E., & Ohkuma, M. (2012). Molecular phylogeny and evolution of Parabasalia with improved taxon sampling and new protein markers. *PLoS ONE*, 7, e29938.
- Norton, A. (1997). Pathogenicity of a strain of *Trichomonas gallinarum* in turkeys and its possible interaction with cecal coccidia. *Avian Diseases*, 41, 670–675.
- Park, F. J. (2011). Avian trichomoniasis: A study of lesions and relative prevalence in a variety of captive and free-living bird species. *Australian Veterinary Journal*, 89, 82–88.
- Patton, C. S., & Patton, S. (1996). *Tetratrichomonas gallinarum* encephalitis in a mockingbird (*Mimus polyglottos*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 8, 133–137.
- Peters, M., Kilwinski, J., Reckling, D., & Henning, K. (2009). Gehäufte Todesfälle von wild lebenden Grünfinken infolge *Trichomonas gallinae*-Infektionen. *Kleintierpraxis*, 54, 433–438.
- Richter, B., Schulze, C., Kammerling, J., Mostegl, M., & Weissenböck, H. (2010). First report of typhlitis/typhlohepatitis caused by *Tetratrichomonas*

- gallinarum* in three duck species. *Avian Pathology*, 39, 499–503.
- Rivolta, S. (1878). Una forma di croup prodotta da un infusorio. *Giornale d'anatomia fisiologia e patologia degli animali*, 10, 149–154.
- Robinson, R. A., Lawson, B., Toms, M. P., Peck, K. M., Kirkwood, J. K., Chantrey, J., & Cunningham, A. A. (2010). Emerging infectious disease leads to rapid population declines of common British birds. *PLoS ONE*, 5(8), e12215.
- Rosenwald, S. (1944). Veterinary problems in a signal pigeon company. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 104, 141–143.
- Sansano-Maestre, J., Garijo-Toledo, M. M., & Gómez-Muñoz, M. T. (2009). Prevalence and genotyping of *Trichomonas gallinae* in pigeons and birds of prey. *Avian Pathology*, 38, 201–207.
- Stabler, M. (1938). *Trichomonas gallinae* (Rivolta, 1878): The correct name for the flagellate in the mouth, crop and liver of the pigeon. *Journal of Parasitology*, 24, 553–554.
- Stabler, M. (1947). *Trichomonas gallinae*, pathogenic trichomonad of birds. *Journal of Parasitology*, 33, 207–213.
- Stabler, M. (1948). Protection in pigeons against virulent *Trichomonas gallinae* acquired by infection with milder strains. *Journal of Parasitology*, 34, 150–153.
- Stabler, M. (1954). *Trichomonas gallinae*: A review. *Experimental Parasitology*, 3, 368–402.

- Stabler, M., & Engley, B. (1946). Studies on *Trichomonas gallinae* infection in pigeon squabs. *Journal of Parasitology*, 36, 25–26.
- Tasca, T., & De Carli, G. (2003). Scanning electron microscopy study of *Trichomonas gallinae*. *Veterinary Parasitology*, 118, 37–42.
- Weinzirl, J. (1917). Trichomoniasis of chicks. *Journal of Bacteriology*, 2, 441–445.
- Work, T. M., & Hale, J. (1996). Causes of owl mortality in Hawaii, 1992 to 1994. *Journal of Wildlife Diseases*, 32, 266–273.
- Zadravec, M., Marhold, C., Slavec, B., Rojs, O. Z., & Racnik, J. (2012). Trichomonosis in finches in Slovenia. *Veterinary Record*, 171, 253–254.
- Zimre-Grabensteiner, E., Arshad, N., Amin, A., & Hess, M. (2011). Genetically different clonal isolates of *Trichomonas gallinae* obtained from the same bird can vary in their drug susceptibility: An *in vitro* evidence. *Parasitology International*, 60, 213–245.

**TÜRKİYE VE DÜNYADA
VETERİNER PARAZİTOLOJİSİ**

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com