

DERLEME

## SİĞİRLARDA MYCOPLASMA WENYONİİ VE CANDİDATUS MYCOPLASMA HAEMOBOS

### MYCOPLASMA WENYONII AND CANDIDATUS MYCOPLASMA HAEMOBOS IN CATTLE

Tolgahan MUCAN<sup>1</sup> *DVM-PhD(c)*

Serkan İKİZ<sup>2</sup> *Prof. Dr., DVM*

Gönderildiği Tarihi: 22 Kasım 2023

Kabul Tarihi:22 Aralık 2023

#### Makale Atfı

Mucan T., İkiz S. (2023). Mycoplasma wenyoni and candidatus mycoplasma haemobos in cattle. *The Journal of Istanbul Rumeli University Health Sciences*, 1(3): 66-77.

#### Özet

Hemoplazmalar (hemotropik mikoplazmalar) küçük, pleomorfik ve hücre duvarından yoksun, gram negatif olarak sınıflandırılan mikroorganizmalardır.

Yıllarca Rickettsia grubunda *Hemobartonella* ve *Eperythrozoon* olarak isimlendirilen hemoplazmalar 16S rRNA gen bölgesine dayalı yapılan filogenetik analizler sonucunda *Mycoplasmataceae* ailesine dâhil edilmişlerdir. Doğal yolla bulaşması tam olarak bilinmese de kan emici arthropod ve sivrisineklerin bulaşmada önemli etkilerinin olduğu düşünülmüştür. Bunun yanında iatrojenik ve transplasental bulaşmadan da bahsedilen hemotropik mikoplazmalar; konakçıda akut, subakut ve kronik anemiye sebep olmaktadır. Hemoplazma infeksiyonunun teşhisi Romanowsky boyama yöntemiyle boyaması yapılmış kan frotilerinde eritrositlerin yüzeyinde tekli, çiftli veya zincir şeklinde organizmaların görülmesiyle

yapılabilmekte iken bir diğer boyama yöntemi olarak Diff-Quick veya filtre edilmiş Giemsa boyaları da kullanılabilir. Klasik yöntemlerle üretilip saf kültür elde edilmesi zor olan bu mikroorganizmaların teşhisinde sitolojik tanı da düşük spesifite (özellik) ve sensitiviteye (duyarlılık) sahiptir. Bu nedenle türleri birbirinden ayırt edememektedir. Hemoplazmaların üreme zorlukları ve henüz yeterli olmayan serolojik çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda teşhis yöntemi olarak moleküler yöntemler tercih edilmekte, uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden en sık kullanılan Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) yöntemidir. Farklı moleküler yöntemler (Real-Time PCR, Nested PCR, Konvensiyonel PCR, Direkt PCR, Duplex PCR gibi) kullanılarak yapılan araştırmalarda ağırlıklı olarak yaklaşık %30 ila %40 oranlarında pozitiflik saptanmıştır. Ülkemizde ve dünyada hemoplazmalar hakkında farklı türler (kedi, köpek, koyun, keçi, sığır ve manda) üzerine yapılan araştırmalar vardır. Spesifik bir tedavi yöntemi

olmayıp tetrasiklin türevi antibiyotikler kullanılarak tedavi edilen infeksiyonlardan başlıca korunma yöntemi olarak kan emicileri ortadan kaldırmak amacıyla akarisit kullanımı içermektedir. Hayvanlar ile ilişkili çalışan meslek grubuna mensup insanlarda da hastalık etkenleri saptanmıştır. Son yıllarda meslek hastalığı ve zoonoz hastalık oluşturma riskine sahip olduğu düşünülen hemoplazmalar hakkında araştırmalar gün geçtikçe önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada hemoplazmalar, hayvanlarda oluşturduğu infeksiyonlar ve teşhis yöntemleri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Anemi, hemotropik mikoplazma, moleküler teşhis, PCR

#### **Abstract**

Hemoplasmas (hemotropic mycoplasmas) are microorganisms that are small, pleomorphic and lack a cell wall and are classified as gram-negative.

Hemoplasmas named as *Hemobartonella* and *Eperythrozoon* in the Rickettsia group for years have been included in the *Mycoplasmataceae* family as a result of phylogenetic analyzes based on the 16S rRNA gene region. Although the natural route of transmission is not known exactly, it has been suggested that mosquitoes and blood-feeding arthropods play a role in the transmission. In addition, hemotropic mycoplasmas, which are thought to be transmitted by iatrogenic and transplacental contamination. Contamination cause acute, subacute and chronic anemia in the host. Diagnosis of hemoplasma infection can be made by seeing the organisms in the form of single pairs or

chains on the surface of erythrocytes in Romanowsky stained blood smears. Diff-Quick or filtered Giemsa stains can also be used. However; in the diagnosis of these micororganisms which is difficult to propagate with conventional methods and achieve a pure culture, cytological diagnosis has low specificity and sensitivity; therefore, it cannot distinguish between species. Considering the culturing difficulties of hemoplasmas and serological studies that are not yet sufficient, molecular methods are preferred and applied as a diagnostic method. Polymerase Chain Reaction (PCR) method is the most commonly used method. In the studies conducted using different molecular methods (such as Real-Time PCR, Nested PCR, Conventional PCR, Direct PCR, Duplex PCR), positivity rates were found to be approximately 30% to 40%. There are studies on hemoplasmosis in different species (cat, dog, sheep, goat, cattle and buffalo) in our country and around the world. There is not a specific treatment method. As a main prophylaxy method against infections treated by using tetracycline-derived antibiotics, the use of acaricides in order to eliminate blood-feeders is utilised. Disease agents have also been detected in professionals working with animals. In recent years, research on hemoplasmas, which are thought to have a risk of causing occupational diseases and zoonotic diseases, has become increasingly important.

In this study, it is aimed to give information about hemoplasmas, infections in animals and diagnostic methods.

**Keywords:** Anemia, hemotropic mycoplasma, molecular diagnosis, PCR

<sup>1</sup>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Avcılar, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye  
ORCID: 0000-0001-6502-0780

**Sorumlu yazar:** Tolgahan MUCAN, tolgahan.mucan@gmail.com Tel. 05356593661

## 1. GİRİŞ

Hemoplazmalar adıyla da bilinen hemotropik mikoplazmalar küçük, pleomorfik ve elektron mikroskobu altında incelendiğinde hücre duvarından yoksun gram negatif olarak sınıflandırılan 0,9 µm çapından küçük mikroorganizmalardır. İkiye bölünerek ürerler (Songer ve Karen, 2011). Bu küçük mikroorganizmalar uzun yıllar boyunca Rickettsia grubu içinde *Hemobartonella* ve *Eperythrozoon* olarak isimlendirilmiş olup; 16S rRNA gen bölgesine dayalı yapılan filogenetik analizler sonucunda *Mycoplasmataceae* ailesi içine dâhil edilmişlerdir (Messick, 2004). Eritrosit tropizmi gösterip genellikle alyuvarlarda hücre zarına yerleşirler. Hemoplazmalar, İnsan da dahil olmak üzere pek çok hayvan türünde enfeksiyona neden olabilen bakterilerdir (Maggi ark., 2013). Günümüzde bu mikroorganizmaların insan, köpek, kedi, koyun, keçi, sığır ve manda gibi birçok türü enfekte ettiği bilinmektedir (Neimark ark., 2001; Díaz-Sánchez ark., 2019). Sığırlarda hemotropik mikoplazmalar için *Mycoplasma wenyonii* ve *Candidatus Mycoplasma haemobos* olmak üzere 2 tür bildirilmiştir.

*Mycoplasma wenyonii* ilk olarak 1934 yılında Adler ve Ellenbogen (1934, 47) tarafından tanımlanmış olurken ikinci sığır hemoplazması *Candidatus Mycoplasma haemobos* moleküler yöntemlerden Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) ve DNA sekans teknikleri kullanılarak Amerika Birleşik Devletleri (ABD) başta olmak üzere bir çok ülkede bildirilmesi günümüze daha yakın bir zaman aralığında olmuştur (Meli ark., 2010; Martínez-Ocampo ark., 2016).

## 2. EPİDEMİYOLOJİ

Doğal yolla bulaşması tam olarak bilinmese de sivrisineklerin, kene ve diğer kan emicilerin bulaşmada rol oynadıkları öne sürülmüştür (Biondo ark., 2009). Özellikle hastalığın taşıyıcısı olarak kene vektörü *Dermacentor ardersonii* belirtilmiştir. Bunun yanında iatrojenik (Messick, 2004), transplasental (Hornok ark., 2011) ve kanla direkt temas yoluyla (Song ark., 2013) bulaşmadan da bahsedilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nin Colorado eyaletinde havuzdan yakalanmış sivrisinekler incelenmiş ve hemoplazmalardan sadece sığır hemoplazması olan *Mycoplasma wenyonii* DNA'sı tespit edilmiştir (Sykes, 2010). 2008 yılında ise dos Santos ve diğerleri (2008, 14) yaptıkları çalışmada immun yetmezliğe sahip bir insanda *M. haemofelis* infeksiyonunu moleküler yöntemler ile tespit etmiştir. 2000'li yıllarda Hemoplazma benzeri organizmalar insan kanlarından çekilmiş frotilerde belirlenmiştir. Daha sonra kedi ve köpek hemoplazmalarının tespiti için tasarlanmış olan moleküler teknikler insan kan örnekleri için kullanıldığında çeşitli hemoplazma türlerinin de identifiye edildiği görülmüştür (Tasker, 2010). Ayrıca hemolitik anemili bir insanda *Candidatus M. haemohominis* olarak tanımlanan bir hemoplazma infeksiyonu saptanmıştır (Steer ark., 2011). Bununla birlikte Teksas'lı bir

veteriner hekimde *Bartonella henselae* ile koinfekte hemotropik mikoplazma enfeksiyonlarının bildirilmiş olması (Sykes ark., 2010; Steer ark., 2011) hemoplazmaların zoonoz olabileme şüphesinin ortaya çıkmasını gündeme getirmiştir. HIV hastalarında da tespit edilen etkenler üzerine (Songer ve Karen, 2011) eski yıllarda laboratuvar ortamında yapılan bazı çalışmalar; normal hücrelerin mikoplazmalarla enfekte edildiğini ve enfekte hücrelerin kanser hücrelerine dönüşebildiğini göstermiştir (Tsai ark., 1995). İnsanların epitelyum hücrelerini malignan forma dönüştürebilip prostat kanseri ve gastrik karsinoma gibi kanserlerin oluşmasına olanak sağlayan etkenlerin içinde *M. genitalium* ve *M. hyorhina* enfeksiyonlarının da olabileceği düşünülmektedir (Namiki ark., 2009; Yang ark., 2010). Bir başka araştırma düşük bağışıklığa sahip köpeklerin hastalık etkenini kedilerden alabildiğini belirtmiş ve dolayısıyla türler arası geçişin de mümkün olabileceğine dair bildiride bulunmuştur (Obara ark., 2011). Hemotropik mikoplazmaların sığırlarda anemi ile seyreden klinik belirtileri oluşturması, süt veriminde azalma, üreme üzerine olumsuz etkileri, bağışıklığı azaltıp konakçıyı hastalıklara duyarlı hale getirmesi gibi ekonomik zararlarının yanı sıra omurgasız vektörler ile taşınması, kolay bulaşabilmesi ve zoonoz hastalık olma potansiyeli bu etkenleri dünyada önemli hale getirmiştir. Ülkemizin iklimi ve coğrafi özellikleri kene ve kan emici sinekler gibi vektörlerin varlıklarını sürdürebilmesi için uygun koşullara sahiptir (İnci ark., 2016). Enfeksiyonun yüksek insidensi artropod vektörlerin yaygınlık göstermesiyle yaz aylarında artmaktadır (Songer ve Karen, 2011).

Ülkemizde hemoplazmalar hakkında kedi, köpek ve ruminantlar üzerine yapılan araştırmalar vardır. Koyun, keçi, kedi ve köpeklerde hemoplazma enfeksiyonları üzerine yapılan çalışmalarda yüksek oranda *Mycoplasma* varlığı tespit edilmiştir (Aktas ve Ozubek 2017). 2009 yılında Bursa, İzmir, Ankara ve Antalya illerinde kedilerin hemolitik anemisi hakkında yapılan çalışmada PCR ile hastalığın prevalansı %18,9 olarak tespit edilmiş olup; yazarlar sadece "*Candidatus Mycoplasma haemominutum*" tipinin bu dört bölgenin hepsinde de mevcut olduğunu bildirmiştir (Ural ark., 2009). 2015 yılında Kayseri'de yapılan çalışmada ise hemotropik mikoplazma prevalansı %9,52 olarak belirlenirken, *M. haemofelis* ile enfeksiyon oranı % 4,76 oranında, *Candidatus M. haemominutum* ile enfeksiyon oranı % 3,57 ve her iki etken ile enfekte olma oranının %1,19 olduğu bildirmiştir (Atalay ark., 2015). Son olarak 2022 yılında Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Sivas'ta sığır ve mandalar üzerine Duplex PCR yöntemi ile yapılan çalışmada ise sığırlarda %31,64 oranında hemotropik mikoplazma oranı saptanmış olup bu pozitif sonuçların %16,49'unun *Mycoplasma wenyonii*, %7,74'ünün

*Candidatus Mycoplasma haemobos*, %7,40'ının ise her ikisi ile de enfekte olduğu bildirilmiştir (Erol ark., 2022).

Dünyada ise; Brezilya (Machado ark., 2017), Çin (Wang ark., 2017) ve Macaristan (Hornok ark., 2012)'da hemotropik mikoplazma için yapılan çalışmalarda sırasıyla %39,3; %41,1 ve %20 *Mycoplasma* pozitifliği tespit edilmiştir. Yine yurtdışında kıta bazında bakıldığında Avrupa kıtasında (Ade ark., 2018), Afrika kıtasında (Gonçalves ark., 2018; Boularias ark., 2020), Asya kıtasında (Galon ark., 2019; Tatsukawa ark., 2021) rapor edilen araştırmaların yanında; İngiltere (Mcauliffe ark., 2006), Japonya (Tagawa ark., 2008), Çin (Su ark., 2010), İsviçre (Meli ark., 2010) ve Brezilya (Giroto ark., 2012; Witter ark., 2017; Mello ark., 2019)'da bildirilen sığırlardaki hemoplazma enfeksiyonlarından sorumlu etkenler *Mycoplasma wenyonii* ve *Candidatus Mycoplasma haemobos* olarak belirtilmiştir.

### 3. KLİNİK BULGULAR

Hemoplazma olarak adlandırılan hemotropik mikoplazmalar konakçıda akut, subakut ve kronik anemiye sebep olmaktadır. Daha nadir görülen akut enfeksiyonlarda semptomlar anemi, yüksek ateş, lenfadenopati, ishal ve depresyon iken kronik seyreden enfeksiyonlarda klinik belirtiler süt veriminde azalma, ateş, kısırılık, skrotal ve arka bacaklarda ödem, şişmiş meme başı, kilo kaybı, düşük doğum ağırlığı ve üreme veriminde azalma olarak gözlenir (Hoelzle ark., 2011; Niethammer ark., 2018). Ayrıca asemptomatik ve latent enfeksiyonlar da görülebilir. Çoğu zaman bu bakteriler hayvanlarda persiste belirti göstermeyen intravasküler enfeksiyon şeklinde bulunur. Başka bir enfeksiyöz ya da non-enfeksiyöz (enfeksiyöz olmayan) etkiyle beraber (beslenme yetersizliği, ilaç ya da retrovirus enfeksiyonları sebebiyle düşen bağışıklık, gebelik, laktasyon gibi stres faktörleri, eş zamanlı virulent farklı bir enfeksiyon gelişmesi gibi) değişen derecelerde hemolitik anemiye neden olmaktadır (Maggi ark., 2013). Bağışıklığı düşen konakçının diğer enfeksiyonlara karşı duyarlı hale geldiği, farklı hemoplazma türleriyle oluşan enfeksiyonların bağışıklık-patogenezis arasındaki ilişkisini ortaya çıkartmak için daha fazla araştırma gerektiği düşünülmektedir (Tasker ark., 2018).

### 4. PATOGENEZ

Patojenitesi konak eritrosit hücre membranları ile doğrudan ilişkili olan hemotropik mikoplazmalar, kırmızı kan hücrelerinin membran yüzeylerine farklı noktalardan yapışır. Membranın yapışma noktasında meydana gelen negatif basınç hücresel dayanıksızlığa ve devamında membran yüzeyinde yırtılmalara neden olur. Membran yapısının bozulmasını takiben hemoglobulin kaybı ve ozmotik frajilitede artış meydana gelir. Alyuvar yüzeyindeki yapısal değişiklikler antijen olarak görev yaparak komplementin aktive olmasına ve bu yapılara

bağlanarak hemolizin (eritrosit yıkımının) başlamasına sebep olur. Vücuda giren bu etkene karşı antikorlar üretilir ve yine üretilmiş olan bu otoantikorlar enfekte eritrositleri (kırmızı kan hücrelerini) aglütine ederek parçalanmalarını sağlar (Carney ark., 1993). Akciğer dalak, karaciğer ve genel dolaşımdaki makrofajlar enfekte olan alyuvarları fagosite eder. Bu şekilde bağışıklık sisteminin aracılık ettiği ozmotik kırılma anemi ile sonuçlanır (Songer ve Karen, 2011).

## 5. TEŞHİS

Hemoplazma enfeksiyonunun teşhisi Romanowsky boyama yöntemi ile boyanıp hazırlanmış olan kan frotilerinde organizmaların alyuvarların yüzeyinde tekli, çiftli veya zincir şeklinde görülmesiyle yapılabilmekte; bu yöntemin yanı sıra Diff-Quick veya filtre edilmiş Giemsa boyaları da teşhis için kullanılabilir. Ancak sitolojik tanı hemoplazma teşhisi için düşük spesifite ve sensitiviteye (özellik ve duyarlılığa) sahiptir (Ritzmann, ark., 2009). Hemoplazmalar ile enfekte olmuş hayvanlardan alınan ve Giemsa boyama yöntemi ile boyanmış olan kan frotileri ışık mikroskobu altında incelenmiş ve inceleme sonucunda bu uygulamanın hemoplazma enfeksiyonlarının teşhisinde güvenilir olmadığı bildirilmiştir. Bu yöntem için %20'nin altında tanısal duyarlılık belirlenmiş ve tanısal özellik için organizmaların boya kalıntıları veya Howell-Jolly cisimleriyle karıştırılmasının bu oranı daha da azalttığı yorumunda bulunulmuştur (Neinmark ark., 2001). Ayrıca sitoloji hemoplazma türlerini birbirinden ayırt edememektedir (Tasker, 2010). Hemoplazmozis tanısı için serolojik test geliştirilmesi hemoplazmaların *in vitro* (laboratuvar ortamında ya da yapay koşullarda) olarak kültüre edilememesi ve serolojik analizler için hemoplazma proteinlerinin de kolay bir şekilde elde edilemiyor olması nedeniyle zordur. Günümüzde serolojik testler bu sebeple sadece araştırma bazında ulaşılabilir durumdadır (Sykes ve Tasker, 2013). Ancak, serolojik testlerin geliştirilmesi için gerekli antijenlerin identifikasyonları moleküler teknik uygulamalarıyla sağlanabilmektedir (Wengi, ark., 2008).

Hemoplazmaların besiyeri üreme zorlukları ve henüz yeterli olmayan serolojik çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda teşhis yöntemi olarak moleküler teşhis yöntemleri tercih edilmekte ve uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden en sık kullanılan Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) yöntemidir (Ritzmann ark., 2009; Nishizawa ark., 2010).

Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) DNA'nın belli bir parçasının *in vitro* (laboratuvar ortamında ya da yapay koşullarda) amplifikasyonunu yapan hassas bir moleküler tekniktir. 16S rRNA geni şimdiye kadar tanımlanan tüm hemoplazma PCR analizlerinin temelini oluşturmaktadır. Polimeraz Zincir Reaksiyonu, DNA'nın belirli uzunluklarını arttırmakta,

böylece numunelerde bulunan az orandaki DNA miktarları dahi çalışmak için alınan örneklerden saptanabilmektedir. Polimeraz Zincir Reaksiyonu'nun, hemoplazma tespiti için sitolojiden ve diğer yöntemlerden daha duyarlı olduğu bildirilmiştir (Tagawa ark., 2012). Bu moleküler yöntem (PCR Testi) mikoplazma türlerini ayırt edebilme potansiyeline sahiptir. Yapılan Real-Time PCR çalışmaları (Meli ark., 2010) ve DNA ekstraksiyonu yapılmaksızın direkt kandan bakılan çalışmalarda (Watanabe ark., 2008) bu belirtilmiştir. Bununla birlikte Nested PCR ve Duplex PCR ile de yüksek özgüllük (spesifite) içeren sonuçlar elde edilmiştir (Ade ark., 2018; Ybañez ark., 2019).

## 6. TEDAVİ VE KORUMA KONTROL

Hemoplazmaların tedavisinde tetrasiklinlerin kullanılması tercih edilirken, koruma ve kontrol taşıyıcı vektörlere engel olabilmek amacıyla akarisitlerin kullanımını içermektedir (Songer ve Karen, 2011).

Kedilerde *H. felis* sağaltımında için tetrasiklin ve florokinolon türevi antibiyotiklerin yanı sıra doksisisiklin kullanımı da tercih edilmiştir (Lappin, 2004). Oksitetrasiklin ve tetrasiklinlerin vücut ısısını arttırma ihtimali dezavantaj yaratırken, antiriketsiyal ilaçların organizmanın eritrositlerden uzaklaşmasına yardımcı olup klinik bulguları hafifletirken etkeni tamamen ortadan kaldırmadığı öne sürülmüştür (Carney ve England, 1993). Enrofloksasin, marbofloksasin de etkin antibiyotikler olup bunlarla birlikte glukokortikoid kullanımı da enfeksiyonun sağaltımında yardımcı olduğu ayrıca hastalarda otoaglutinasyon durumuna karşı endike olduğu ifade edilmiştir (Lappin, 2004). İlerlemiş durumlarda kan transfüzyonu önerilmiştir (Carney ve England, 1993).

Sığırlarda tetrasiklin veya oksitetrasiklin (20 mg/kg, kas içi, tek doz) uygulanırken; koyun ve keçilerin sağaltımı için tetrasiklin/oksitetrasiklin (6,6 mg/kg, kas içi, tek doz), neoarsphenamine (30 mg/kg) ve antimosan (6 mg/kg) ile başarı sağlanmıştır. Bunların dışında koyunlarda imidocarb dipropionate (4 mg/kg, deri altı, 24 saat arayla, iki doz) ile de sterilizasyon sağlandığı ifade edilmiştir (Hung, 1986).

Mikoplazmalar için canlı attenué aşılar geliştirilmişken hemoplazmalar için henüz aşı çalışmaları bildirilmemiştir. Canlıların etkilenmemesi adına vektörlerin uzak tutulması en etkili koruma yöntemidir.

## 7. SONUÇ

Hemotropik mikoplazmalar Veteriner Hekimler, teknikerleri ve hayvancılıkla uğraşan kişiler için meslek hastalığı riski oluşturmaktadır. 2010 yılında bir veteriner hekimde

*Mycoplasma ovis* varlığı bildirilmiş (Sykes ark., 2010) iken Çin’de yapılan araştırmada ise domuz çiftliklerinde çalışan veteriner hekimler ve çalışan kişilerde %49 oranında *Mycoplasma suis* bulunduğu tespit edilmiştir (Yuan ark., 2009). 2008 yılında Brezilya’da bağışıklık yetmezliği olan bir insanda *M. haemofelis* enfeksiyonunun PCR yöntemi ile saptanmasıyla birlikte (dos Santos ark., 2008) hemoplazmaların zoonoz olabileme ihtimalini gündeme getirmiştir. Bu nedenle hemotropik mikoplazmalar üzerine yapılan çalışmalar son dönemlerde oldukça dikkat çekmeye başlamış ve önemli hale gelmiştir.

Sığırlardaki hemoplazma enfeksiyonları ve etkenleri gün geçtikçe farklı ülkelerden bildirilmekte olup ülkemizde son döneme kadar sığırlar hakkında yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamışken 2022 yılında Sivas bölgesinde sığırlar ve mandaların kanları kullanılarak yapılan Duplex PCR çalışmasında sığırlarda %31,64 pozitiflik saptanırken, mandalarda bu pozitiflik oranı %4,72 olarak bildirilmiştir (Erol ark., 2022).

Yapılan farklı ülkelerdeki epidemiyolojik çalışmalar ve elde edilen bulgular dikkate alınarak ülkemizde güncel durumun araştırılması, bölgesel olarak bireysel ve çevresel faktörlerin belirlenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

**Yazar katkısı:** Tasarı, Fikir: T.M., Literatür Taraması: T.M., Makale Yazım: T.M., S.İ., Yorum: T.M., S.İ., Denetleme, Eleştirel İnceleme: S.İ., Kaynakların toplanması: T. M.

#### KAYNAKLAR

Ade J., Niethammer F., Schade B., Schilling T., Hoelzle K., Hoelzle LE. (2018). Quantitative analysis of *Mycoplasma wenyonii* and *Candidatus Mycoplasma haemobos* infections in cattle using novel gapN-based realtime PCR assays. *Vet. Microbiol.*, 220: 1–6.

Adler S., Ellenbogen V. (1934). A note on two new blood parasites of cattle, Eperythrozoon and Bartonella. *J. Comp. Pathol. Therapeutics.*, 47: 219–21.

Aktas M., Ozubek S. (2017). A molecular survey of small ruminant hemotropic mycoplasmosis in Turkey including first laboratory confirmed clinical cases caused by *Mycoplasma ovis*. *Vet. Microbiol.*, 208:217-222.

Atalay T., Aslan O., Bekdik İ.K. (2015). Diagnosis of *Mycoplasma haemofelis* and *Candidatus Mycoplasma haemominutum* using PCR assay in cats. *Journal of Health Sciences*, 24 (1): 1-6.

Biondo A.W., Dos Santos A.P., Guimaraes A.M., Vieira R.F., Vidotto O., de Macieira B., Almosny N.R., Molento M.B., Timenetsky J., de Morais H.A., Gonzalez F.H., Messick J.B. (2009). A review of the occurrence of hemoplasmas (hemotrophic mycoplasmas) in Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 18: 1–7.

Boularias G., Azzag N., Gandoin C., Bouillin C., Chomel B., Haddad N., Boulouis H.J. (2020). Bovines Harbor a Diverse Array of VectorBorne Pathogens in Northeast Algeria. *Pathogens*, 9(11): 883.

Carney HC., England JJ. (1993). Feline hemobartonellosis. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 23: 79-90.



Yuan CL., Liang A.B., Yao C.b., Yang Z.B., Zhu J., Cui L., Yu F., YZhu N., WYang X., Hua X.G. (2009). Prevalence of *Mycoplasma suis* (*Eperythrozoon suis*) infection in swine and swine-farm workers in Shanghai, China. *Am. J. Vet. Res.*, 70: 890-894.

Criado-Fornelio A., Martinez-Marcos A., Buling-Saraña A., Barba-Carretero J.C. (2003). Presence of *Mycoplasma haemofelis*, *Mycoplasma haemominutum* and *piroplasmids* in cats from southern Europe: a molecular study. *Vet. Microbiol.*, 93: 307-317.

de Mello V.V.C., de Souza Ramos I.A., Herrera H.M., Mendes N.S., Calchi A.C., Campos J.B.V., Macedo G.C., Alves J.V.A., Machado R.Z., Andre M.R. (2019). Occurrence and genetic diversity of hemoplasmas in beef cattle from the Brazilian Pantanal, an endemic area for bovine trypanosomiasis in South America. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.*, 66. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147957119301341>

Díaz-Sánchez A.A., Corona-González B., Meli M.L., Álvarez D.O., Cañizares E.V., Rodríguez O.F., Rivero E.L., Hofmann-Lehmann R. (2019). First molecular evidence of bovine hemoplasma species (*Mycoplasma spp.*) in water buffalo and dairy cattle herds in Cuba. *Parasit. Vectors*, 12(1): 1–9.

dos Santos A.P., dos Santos R.P., Biondo A.W., Dora J.M., Goldani L.Z., de Oliveira S.T., de Sá Guimarães A.M., Timenetsky J., de Moraes H.A., González F.H., Messick J.B. (2008). Hemoplasma infection in an HIV-positive patient. *Brazil. Emerg Infect Dis.*, 14: 1922-4.

Erol U., Sahin Ö.F., Altay K. (2022). Molecular prevalence of bovine hemoplasmosis in Turkey with first detection of *Mycoplasma wenyonii* and *Candidatus Mycoplasma Haemobos* in cattle and water buffalo. *Veterinary Research Communications*, 47: 207–215.

Galon E.M.S., Adjou Moumouni P.F., Ybanez R.H.D., Macalanda A.M.C., Liu M., Efstratiou

A., Li J. (2019). Molecular evidence of hemotropic mycoplasmas in goats from Cebu, Philippines, *J. Vet. Med. Sci.*, 81:869–873.

Giroto A., Zangirólamo A. F., Bogado A.L.G., Souza A.S.L., Silva G.C.F.D., Garcia J.L., Vidotto O. (2012). Molecular detection and occurrence of '*Candidatus Mycoplasma haemobos*' in dairy cattle of Southern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 21: 342-344.

Gonçalves L.R., Teixeira M.M.G., Rodrigues A.C., Mendes N.S., Matos C.A., Pereira C.L., Machado R.S., André M.R. (2018). Molecular detection of Bartonella species and haemoplasmas in wild African buffalo (*Syncerus cafer*) in Mozambique. *Africa Parasitology Open*, 4(e15): 1–8.

Hoelzle K., Winkler M., Kramer M.M., Wittenbrink M.M., Dieckmann S.M., Hoelzle L.E. (2011). Detection of *Candidatus Mycoplasma haemobos* in cattle with anaemia. *The Vet. J.* 187(3): 408–410.

Hornok S., Micsutka A., Meli M.L. (2011). Molecular investigation of transplacental and vector-borne transmission of bovine hemoplasmas. *Vet. Microbiol.*, 152: 411-414.

Hung A.L. (1986). Chemotherapeutic efficacy of imidocarb dipropionate on experimental *Eperythrozoon ovis* infection in sheep. *Trop. Anim. Health. Pro.*, 18(2): 97-102.

Inci A., Yildirim A., Duzlu O., Doganay M., Aksoy S. (2016). Tickborne diseases in Turkey: A review based on one health perspective. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, 10(12): e0005021.

J. Glenn Songer, Karen W. (2011). Hücre duvarı olmayan bakteriler: Mycoplasma ve Ureaplasma Cinsleri, *Veteriner Hekimlik Mikrobiyolojisi: Hayvan Hastalığı Etkeni Olan Bakteriler ve Mantarlar* 39: 305-317. Çevirmen: Prof. Dr. Özlem Anđ, Prof. Dr. N. Yakut Özgür, İstanbul.

Lappin M.R. (2004). Haemobartonellosis, Scientific Proceedings of the 29 th World Small Animal Cngress-WSAVA meeeting, Rhodes, 2004.

Machado C.A., Vidotto O., Conrado F.O., Santos N.J., Valente J.D., Barbosa I.C., Vieira

R.F. (2017). *Mycoplasma ovis* infection in goat farms from northeastern Brazil. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.*, 55: 1–5.

Maggi R.G., Compton S.M., Trull C.L., Mascarelli P.E., Mozayeni B.R., Breitschwerdt

E.B. (2013). Infection with hemotropic Mycoplasma species in patients with or without extensive arthropod or animal contact. *J. Clin. Microbiol.*, 51: 3237-3241.

Martínez-Ocampo F., Rodríguez-Camarillo S.D., Amaro-Estrada I., Quiroz-Castañeda R.E. (2016). Draft genome sequence of *Candidatus Mycoplasma haemobos* a hemotropic mycoplasma identified in cattle in Mexico. *Genome Announc.*, 4: e00656-16.

McAuliffe L., Lawes J., Bell S., Barlow A., Ayling R., Nicholas R. (2006). The detection of *Mycoplasma* (formerly *Eperythrozoon*) *wenyonii* by 16S rDNA PCR and denaturing gradient gel electrophoresis. *Veterinary Microbiology*, 117:292–296.

Meli M.L., Willi B., Dreher U.M., Cattori V., Knubben-Schweizer G., Nuss K. (2010). Identification, molecular characterization, and occurrence of two bovine hemoplasma species in Swiss cattle and development of real-time TaqMan quantitative PCR assays for diagnosis of bovine hemoplasma infections. *J. Clin. Microbiol.*, 48: 3563–8.

Messick J.B. (2004). Hemotropic mycoplasmas (hemoplasmas): A review and new insight into pathogenic potential. *Vet. Clin. Pathol.*, 33: 2-13

Namiki K., Goodison S., Porvasnik S., Allan R.W., Iczkowski K.A., Urbanek C., Reyes L., Sakamoto N., Rosser C.J. (2009). Persistent exposure to *Mycoplasma induces* malignant transformation of human prostate cells. *PLoS ONE*, 4: 68-72.

Neimark H., Johansson K.E., Rikihisa Y., Tully J.G. (2001). Proposal to transfer some members of the genera Haemobartonella and Eperythrozoon to the genus Mycoplasma with descriptions of *Candidatus Mycoplasma haemofelis*, *Candidatus Mycoplasma haemomuris*, *Candidatus Mycoplasma haemosuis* and *Candidatus Mycoplasma wenyonii*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 51(3):891– 899.

Niethammer F.M., Ade J., Hoelzle L.E., Schade B. (2018). Hemotropic mycoplasma in Simmental cattle in Bavaria: prevalence, blood parameters, and transplacental transmission of *Candidatus Mycoplasma haemobos* and *Mycoplasma wenyonii*. *Acta. Vet. Scand.*, 60(1): 1–8.

Nishizawa I., Sato M., Fujihara M., Sato S., Harasawa R. (2010). Differential detection of hemotropic Mycoplasma species in cattle by melting curve analysis of PCR products. *J. Vet. Med. Sci.*, 72: 77–9.

- Obara H., Fujihara M., Watanabe Y., Ono H.K., Harasawa R. (2011). A feline hemoplasma, *Candidatus Mycoplasma haemominutum*, detected in dog in Japan. *J. Vet. Med. Sci.*, 73(6): 841-3.
- Ritzmann, M., Grimm, J., Heinritzi K., Hoelze K., Hoelze L.E. (2009). Prevalence of *Mycoplasma suis* in slaughter pigs, with correlation of PCR results to hemtological findings. *Veterinary Microbiology*, 133: 84-91.
- Song Q., Wang L., Fang R., Khan M.K., Zhou Y., Zhao J. (2013). Detection of *Mycoplasma wenyonii* in cattle and transmission vectors by the loopmediated isothermal amplification (LAMP) assay. *Trop. Anim. Health Prod.*, 45: 247–50.
- Steer J.A., Tasker S., Barker E.N., Jensen J., Mitchell J., Stocki T., Chalker V.J., Hamon M. (2011). A novel hemotropic Mycoplasma (hemoplasma) in a patient with hemolytic anemia and pyrexia. *Clin. Infect. Dis.*, 53: 147-151.
- Su Q.L., Song H.Q., Lin R.Q., Yuan Z.G., Yang J.F., Zhao G.H., Huang W.Y., Zhu X.Q. (2010). The detection of *Candidatus Mycoplasma haemobos* in cattle and buffalo in China. *Trop. Anim. Health Prod.*, 42: 1805–1808.
- Sykes J.E. (2010). Feline Hemotropic Mycoplasmas. *Veterinary Clinics Small Animal Practice*, 40: 1157–1170.
- Sykes J.E., Tasker S. (2013). Hemoplasma Infections. In: Canine and Feline Infestious Disease, *Elsevier Saunders*, Missouri, 390-399.
- Tatsukawa F., Nohara R., Taniguchi T., GOTO A., Misawa N. & Katamoto H. (2021). Detection of *Mycoplasma wenyonii* and *Candidatus Mycoplasma haemobos* from Japanese Black breeding cows in Kyushu and Okinawa region, southern part of Japan. *J. Vet. Med. Sci.*, 83(1): 9–16.
- Tagawa M., Matsumoto K., Inokuma H. (2008). Molecular detection of *Mycoplasma wenyonii* and „*Candidatus Mycoplasma haemobos*’ in cattle in Hokkaido, Japan, *Vet. Microbiol.* 132: 177–180.
- Tagawa M., Ybanez A.P., Matsumoto K., Yokoyama N., Inokuma H. (2012). Prevalence and risk factor analysis of bovine hemoplasma infection by direct PCR in Eastern Hokkaido, Japan. *J. Vet. Med. Sci.*, 74: 1171–1176.
- Tasker S. (2010). Haemotropic mycoplasmas: what,,s the real significance in cats?. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 12: 369–381.
- Tasker S., Hofmann-Lehmann R., Belák S., Frymus T., Addie D.D., Pennisi M.G., Boucraut- Baralon C., Egberink H., Hartmann K., Hosie M.J., Lloret A., Marsilio F., Radford A.D., Thiry E., Truyen U., Möst K. (2018). Haemoplasmosis in cats: European guidelines from the ABCD on prevention and management. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 20(3): 256-261.
- Tsai S., Wear D.J., Shih J.W., Lo S.C. (1995). Mycoplasmas and oncogenesis: Persistent infection and multistage malignant transformation. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, USA 92: 10197- 201.
- Ural K., Kurtdede A., Ulutaş B. (2009). Prevalence of haemoplasma infection in pet cats from 4 different provinces in Turkey. *Revue Méd Vét*, 5: 226-30.
- Wang X., Cui Y., Zhang Y., Shi K., Yan Y., Jian F., Ning C. (2017). Molecular characterization of hemotropic mycoplasmas („*Mycoplasma ovis*’ and „*Candidatus Mycoplasma haemovis*“) in sheep and goats in China. *BMC Vet. Res.*, 3: 142.

Watanabe M., Hisasue M., Souma T., Ohshiro S., Yamada T., Tsuchiya R. (2008). Molecular detection of *Mycoplasma haemofelis* and *Candidatus Mycoplasma haemominutum* infection in cats by direct PCR using whole blood without DNA extraction. *J. Vet. Med. Sci.* 70: 1095–1099.

Wengi N., Willi B., Boretti F.S., Cattori V., Riond B., Meli M.L., Reusch C.E., Lutz H., Hofmann-Lehmann R. (2008). Real-time PCR based prevalence study, infection follow-up and molecular characterization of canine hemotropic mycoplasmas. *Vet. Microbiol.*, 126: 132–141.

Witter R., Melo A.L.T., Pacheco T.D.A., Meneguzzi M., Boas R.V., Dutra V., Pacheco R.C. (2017). Prevalence of *Candidatus Mycoplasma haemobos* detected by PCR, in dairy cattle from Ji-Paraná in the north region of Brazil, *Cienc. Rural*, 47:1678–4596.

Yang H., Qu L., Ma H., Chen L., Liu W., Liu C., Meng L., Wu J., Shou C. (2010). *Mycoplasma hyorhinis* infection in gastric carcinoma and its effects on the malignant phenotypes of gastric cancer cells. *BMC Gastroenterol.*, 10: 132.

Ybañez A.P., Ybañez R.H.D., Armonia R.K.M., Chico J.K.E., Ferraren K.J.V., Tapdasan E.P., Salces C.B., Maurillo B.C.A., Galon E.M.S., Macalanda A.M.C., Moumouni P.F.A., Xuan X. (2019). First molecular detection of *Mycoplasma wenyonii* and the ectoparasite biodiversity in dairy water buffalo and cattle in Bohol, Philippines, *Parasitol. Int.*, 70: 77–81.