



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**KIZILIRMAK DELTASI KUŞLARINDAN TOPLANAN
KENELERDE (ACARI: IXODIDA) *RICKETTSIA* VE *BORRELIA*
VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özge KAYA

Doç. Dr. Adem KESKİN

TOKAT- 2023



Bu tez çalışması Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünü tarafından 2022/25 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Adem KESKİN danışmanlığında hazırlamış olduğum “**Kızılırmak Deltası Kuşlarından Toplanan Kenelerde (Acari: Ixodida) *Rickettsia* ve *Borrelia* Varlığının Araştırılması**” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

17/07/2023

Özge KAYA



JÜRİ KABUL VE ONAY

Özge KAYA tarafından hazırlanan “**Kızılırmak Deltası Kuşlarından Toplanan Kenelerde (Acari: Ixodida) *Rickettsia* ve *Borrelia* Varlığının Araştırılması**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı (17/07/2023) tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Başkan: Prof. Dr. Ahmet BURSALI

.....

Üye: Doç. Dr. Kiraz ERCİYAS-YAVUZ

.....

Üye (Danışman): Doç. Dr. Adem KESKİN

.....

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖZET

KIZILIRMAK DELTASI KUŞLARINDAN TOPLANAN KENELERDE (ACARI: IXODIDA) *RICKETTSIA* VE *BORRELIA* VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Özge KAYA

Yüksek Lisans, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Adem KESKİN

Temmuz 2023, vii + 59 sayfa

Keneler, Arachnida sınıfına ait eklembacaklı canlılar olup çok sayıda karasal memeli, kuş, sürüngen ve amfibi türlerinden kan emebilen dış parazitlerdir. Bu çalışmada Kızılırmak Deltası kuşlarından toplanan sert kenelerde *Rickettsia* ve *Borrelia* türlerinin varlığı araştırılmıştır. 2016 yılı ilkbahar (Mart, Nisan ve Mayıs) ve sonbahar (Ağustos, Eylül, Ekim) göç mevsimlerinde Kızılırmak Deltası'nda Cernek kuş halkalama istasyonunda yürütülen kuş halkalama çalışmaları sırasında sis ağırları ile yakalanan 83 tür, 51 cins, 34 familya ve 12 takıma ait 7992 kuşa kene enfestasyonu yönünden incelenmiş ve Passeriformes takımındaki 16 familyaya ait 33 türde 349 adet kuştan toplam 1229 (649 larva, 536 nimf, 40 dişi, 4 erkek) kene toplanmıştır. Tez çalışması kapsamında, bu örnekler içerisinde konak ve kene türü dikkate alınarak seçilen 19 türe ait 76 farklı kuş üzerinden alınan 103 adet kene örneğinden bireysel olarak genomik DNA izolasyonu yapılmış ve elde edilen DNA örnekleri *Rickettsia* bakterilerinin varlığı açısından sitrat sentaz (*gltA*) geninin ~750 bp'lik ve *Borrelia* bakterilerinin varlığı açısından flagellin B (*flaB*) geninin ~658 bp'lik bölgeleri hedeflenerek PZR yöntemiyle taranmıştır. PZR işlemi ürünleri %1'lik agaroz jel elektroforezinde koşturularak ilgili patojenlerin hedeflenen genleri açısından pozitif DNA örnekleri belirlenmiştir.

Pozitif PZR ürünlerine DNA dizileme işlemi yapılmış ve elde edilen diziler NCBI GenBank verileri ile karşılaştırılmıştır. Dizilerimizin NCBI GenBank veri tabanında yer alan dizilerle karşılaştırılması sonucunda, *Saxicola rubetra* kuş türü üzerinden alınan *Hyalomma marginatum* türü kenenin *Rickettsia aeschlimannii*; *Turdus merula* ve *Turdus philemos* kuş türleri üzerinden alınan *Ixodes ricinus* ve *Ixodes eldaricus* türü kenelerin *Rickettsia helvetica* bakterileri ile; *Turdus merula* kuş türü üzerinden alınan *Ixodes frontalis* türü kenenin ise *Borrelia turdi* ile enfekte oldukları tespit edilmiştir.

Bu çalışma ile ülkemiz ötücü kuşları üzerinden toplanılan *H. marginatum*, *I. ricinus* ve *I. eldaricus* türü kenelerde ilgili riketsiyal bakterilerin varlıkları ilk kez tespit edilmiştir. Ayrıca *Borrelia turdi* türü bakterinin Türkiye'deki varlığı ilk kez tez projemiz kapsamında kayıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Göçmen Kuşlar, Ixodidae, Ektoparazit, Zoonotik Hastalıklar.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF *RICKETTSIA* AND *BORRELIA* IN TICKS (ACARI: IXODIDA) COLLECTED FROM BIRDS IN KIZILIRMAK DELTA

Özge KAYA

Master's Thesis, Department of Biology

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Adem KESKİN

July 2023, vii + 59 pages

Ticks are members of the class Arachnida and are blood-feeding ectoparasites of various terrestrial mammals, birds, reptiles and amphibian species. In this study, the presence of *Rickettsia* and *Borrelia* bacteria was investigated in hard ticks collected from the birds of the Kızılırmak Delta. During the spring (March, April and May) and autumn (August, September, and October) migration seasons of 2016, 83 species, 51 genera, 34 families and 12 orders were caught with mist nets during bird ringing studies carried out at the Cernek bird ringing station in the Kızılırmak Delta. A total of 1229 (649 larvae, 536 nymphs, 40 females, 4 males) ticks were collected from 349 birds in 33 species belonging to 16 families in the order Passeriformes. Within the scope of the thesis study, individual genomic DNA was isolated from 103 tick samples taken from 76 different birds belonging to 19 species selected by considering the host and tick species among these samples. The genomic DNAs were screened for the presence of *Rickettsia* and *Borrelia* bacteria using polymerase chain reaction (PCR) targeting the citrate synthase (*gltA*= ~750 bp) and flagellin B (*flaB*= ~658 bp) genes, respectively, followed by sequencing analysis. The products of the PCR were run on 1% agarose gel electrophoresis to visualize positive DNA samples for the targeted genes of the *Rickettsia* and *Borrelia* bacteria.

Positive PCR products were then subjected to DNA sequencing and the obtained sequences were compared with NCBI GenBank data. As a result of this study, *Rickettsia aeschlimannii* was detected in *Hyalomma marginatum* tick collected from a *Saxicola rubetra* bird, while *Rickettsia helvetica* was detected in *Ixodes ricinus* and *Ixodes eldaricus* ticks collected from *Turdus merula* and *Turdus philemos* birds. In addition, *Borrelia turdi* was detected in *Ixodes frontalis* tick collected from *T. merula* bird.

In this study, the presence of related pathogens was detected for the first time in ticks collected from the songbirds of our country. In addition, the presence of *Borrelia turdi* bacterium in our country was recorded for the first time within the scope of our thesis project.

Keywords: Migratory Birds, Ixodidae, Ectoparasites, Zoonotic Diseases

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamda Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi Cernek kuş halkalama istasyonlarında kuş halkalama çalışmalarında kene örneklerini toplayan ve değerlendirmek üzere bölümümüze gönderen değerli hocam Doç. Dr. Kiraz ERCİYAS-YAVUZ'a, yüksek lisansımın her aşamasında bilgi, öneri ve görüşleriyle bıkmadan her konuda yardımcı olan, çok değerli bilgilerini paylaşan danışman hocam Doç. Dr. Adem KESKİN'e, laboratuvar çalışmalarında yanımda olan, yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Ayşe SARI'ya, Döne AVCI'ya ve Seher AYKAÇ'a Cernek kuş halkalama istasyonlarından çekmiş olduğu fotoğraflarıyla tezime katkı sağlayan arkadaşım Nuran EROĞLU'na, uzak ta olsa bile her konuda desteğini hissettiğim arkadaşım Soner KARABULUT'a ve tez çalışmam boyunca yardımlarını ve desteklerini gördüğüm isimlerini yazamadığım Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyoloji Bölümü'ndeki çok kıymetli hocalarıma teşekkür ederim.

Hayatım boyunca yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen evlatları olmaktan gurur duyduğum sevgili annem ve babama, ayrıca doğduğum günden beri yanımda olan ne yaparsam yapayım arkamda olduğunu hissettiğim ve bu yolda bana güç veren, maddi-manevi desteğini esirgemeyen canım ağabeyim Özkan KAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGE KAYA

Temmuz 2023

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGE ve KISALTMALAR	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	9
3. MATERYAL ve METOT	19
3.1. Çalışma Alanı	19
3.2. Kene Örneklerin Toplanması ve Tür Teşhislerinin Yapılması	20
3.3. Kenelerden DNA İzolasyonunun Yapılması	21
3.4. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR).....	22
3.5. Agaroz Jel Elektrophorezi, DNA Dizi ve Biyoinformatik Analizler	23
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	25
4.1. Kuşlar Üzerinde Parazitlenen Kene Türleri.....	25
4.2. Kenelerde Tespit Edilen <i>Rickettsia</i> ve <i>Borrelia</i> Türleri	27
4.3. Çalışma Bulgularının Tartışması	30
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	34
6. KAYNAKLAR	35
7. ÖZGEÇMİŞ	48

SİMGE ve KISALTMALAR

Simge

♀

♂

%

µL

µm

°C

Açıklama

Dişi

Erkek

Yüzde

Mikrolitre

Mikrometre

Celcius

Kısaltmalar

bç

dk

DNA

DTT

flaB

gr

gltA

IgG

KKKA

ml

ompA

PZR

Rpm

rRNA

Rnase

sn

TAE

TBE

UV

g

Açıklama

Baz çifti

Dakika

Deoksiribonükleik Asit

Dikloro Difenil Trikloroetan

Flagellin geni

Gram

Citrat sentaz A geni

Immunoglobulin G

Kırım Kongo Kanamalı Ateşi

Mililitre

Outer Membrane Protein A

Polimeraz zincir Reaksiyonu

Revolutions per Minute

Ribozomal Ribonükleik Asit

Ribonükleaz

Saniye

Tris Asetik Asit EDTA

Tick Borne Encephalitis

Ultraviyole

Yerçekimi Birimi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa
Şekil 1. Sert kenelerin genel morfolojik görüntüsü	3
Şekil 2. Kızılırmak Deltası Kuş Cenneti göçmen kuş halkalama çalışması istasyonu kuş yakalama ağıları	20
Şekil 3. Kuşlardan kene örneklerinin toplanması, teşhis edilmesi ve saklanması.....	21
Şekil 4. Agaroz jel elektroforezi ve pozitif örneklerin jel görüntüleri.....	24
Şekil 5. <i>Rickettsia</i> cinsine ait türlerin sitrat sentaz (<i>gltA</i>) geni baz alınarak oluşturulan filogenetik ağaç	28
Şekil 6. <i>Borrelia</i> cinsine ait türlerin flagellin B (<i>flaB</i>) geni baz alınarak oluşturulan filogenetik ağaç	29

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No	Sayfa
Çizelge 1. Tez kapsamında <i>Rickettsia</i> ve <i>Borrelia</i> varlığını için hedeflenen gen bölgeleri ve kullanılan primer setleri	23
Çizelge 2. Kızılırmak Deltası’ndan toplanan kuşlar üzerindeki kene türleri	26
Çizelge 3. Kızılırmak Deltası kuşları üzerinden toplanan kenelerde tespit edilen <i>Rickettsia</i> ve <i>Borrelia</i> türlerine ait veriler	29



1. GİRİŞ

Keneler, Arthropoda şubesinin Arachnida sınıfına ait karasal omurgalıların zorunlu dış parazitleridir. Günümüzde Argasidae (yumuşak keneler), Ixodidae (sert keneler) ve Nuttalliellidae olmak üzere, yaşayan 3 kene familyası bulunmaktadır. Argasidae (yumuşak keneler) familyası 221 tür, Ixodidae (sert keneler) familyası ise 778 tür ile temsil edilmektedir. Monospesifik olan Nuttalliellidae familyası ise 1 tür ile temsil edilmektedir (Sun ve ark., 2019; Muñoz-Leal ve ark., 2020a, 2020b, 2021; Mans ve ark., 2021; Guglielmone ve ark., 2023). Son yıllarda fosil örneklerle dayanılarak tanımlanan Deinocrotonidae familyası 2 tür, Khimairidae familyası ise 1 tür ile temsil edilmektedir (Peñalver ve ark., 2017; Chitimia-Dobler ve ark., 2023). Türkiye bulunduğu konum, coğrafik yapısı, iklimi, habitat zenginliği ve hayvan çeşitliği nedeniyle çok sayıda kene türünü barındırmaktadır (Merdivenci, 1969). Son yıllarda yapılan çalışmalarda Türkiye’de 2 familyaya ait 8 cinste 55 kene türünün varlığı belirlenmiştir (Özkan ve ark., 1994; Erman ve ark., 2007; Keskin ve ark., 2010, 2014, 2021; Bursalı ve ark., 2012; Orkun ve Karaer, 2018; Orkun ve ark., 2021).

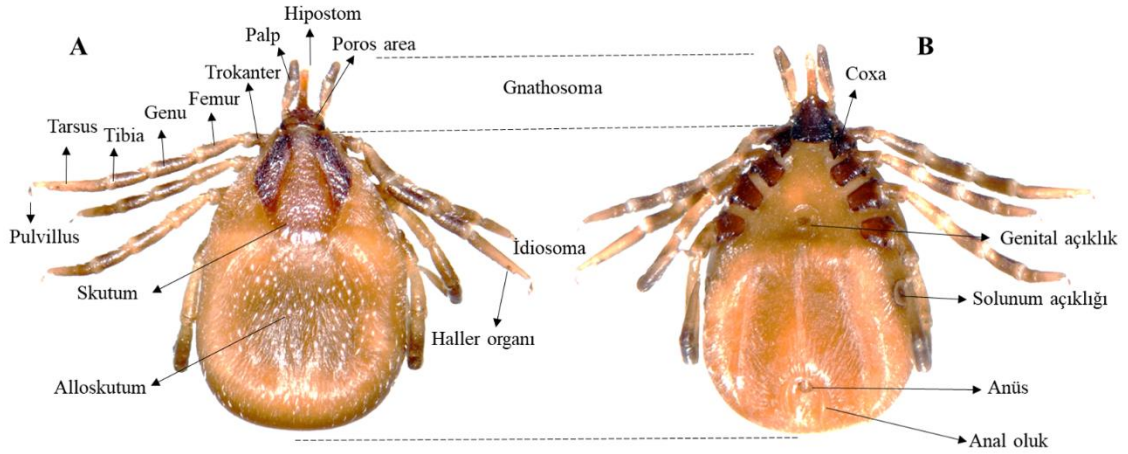
Keneler ülkemizde halk arasında kerni, sakırga ve yavısı gibi isimlerle de anılmaktadır. Keneler yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilmek için kuşlar, sürüngenler, memeliler dahil olmak üzere çok sayıda karasal omurgalılarından kan emmek zorunda olan eklembacaklı dış parazit canlılardır (Keskin ve ark., 2016; Bonnet ve ark., 2017; Bhowmick ve Han, 2020).

Kenelerin yaşam döngüleri yumurta, larva, nimf ve ergin olmak üzere dört evreden meydana gelmektedir (Merdivenci, 1969). Keneler kan emmek için konağına tutunduktan sonra keliserleri vasıtasıyla konağın derisini keserek hipostomunu konağın epidermisine sokarak konağa tutunmaktadırlar. Hipostom üzerindeki geriye dönük dişler kenenin konak üzerinde sıkıca tutunmasını sağlamaktadır. Kene konağa bağlandıktan sonra salgıladığı çimento (cement) benzeri bir madde, konak epidermisinin yüzeyinden *stratum corneum*’a kadar uzanan bir koni oluşturarak konak derisini sertleştirir ve kenenin hipostomunu sıkıca sararak keneyi konak üzerine iyice sabitler. Kan emme esnasında keliserler kılcal damarları yırtar ve deri altında bir kan havuzu meydana getirir (Dantas-Torres, 2010; Keskin, 2010). Larval keneler, konağından yeteri miktarda kan emdikten sonra, türüne göre konak üzerinde veya toprağa düşerek deri değiştirir ve nimf evresine

geçer. Nimf evresindeki keneler hemen konak aramaya başlarlar ve uygun konak bulduktan sonra tekrar kan emmeye başlar. Yeteri kadar kan ile beslenen keneler toprağa düşer ve deri değiştirerek ergin erkek veya dişiye dönüşür. Erginleşen keneler konak bulduktan sonra kan emmeye devam eder. Kenelerin kan emme süresi türe, cinsiyete, konağa, kenenin gelişim evresine göre değişiklik gösterir (Dantas-Torres, 2010; Keskin, 2010). Kan emme spermatogenez ve oogenezi uyarır ve erginleşen sert keneler konak üzerinde çiftleşirler. Dişi keneler yeterince kan emip tamamen doymun hale geldiğinde (*engorged*) konaklarını bırakırlar ve toprağa düşerek yumurtalarını için korunaklı olan alanlara (taş, kaya, toprak altına, çeşitli objelerdeki çatlaklar veya yarıkların içine) toplu ve birbirine yapışık kümeler halinde bırakırlar. Yumurtlama sırasında dişi kenenin vücudu önden arkaya doğru yassılaşır. Yumurtlama işlemi birkaç gün ile 2 hafta kadar sürebilir. Yumurta sürecini tamamlayan dişi keneler ölürlür (Merdivenci, 1969). Dişi kenelerin bırakacağı yumurta sayısı kenenin türüne bağlı olarak değişmektedir. Örneğin *Haemaphysalis inermis* türüne ait dişiler genellikle düşük sayıda (birkaç yüz) yumurta üretebilirken, *Amblyomma* ve *Hyalomma* cinsine ait bazı türler on binlerce sayıda yumurta bırakabilmektedir. Kayıtlanan maksimum yumurta sayısı 36206 ile *Amblyomma variegatum* türüne aittir (Dipeolu ve Ogunji, 1980; Filippova, 1997; Apanaskevich ve ark., 2014).

Sert kenelerin vücut yüzeyi, keneye mekanik destek sağlayan ve çevreden gelecek zararlara karşı korunmada yardımcı olan sert bir kitin ile kaplıdır. Kenelerin vücutları diğer tüm akarlarda olduğu gibi iki parçadan oluşmaktadır (Şekil 1). Vücudun ön kısmına gnathosoma (kapitulum), arka kısmına ise idiosoma adı verilmektedir. Sert kenelerin bütün gelişim evrelerinde gnathosoma dorsalden bakıldığında görülmektedir.

Gnathosoma basis kapituli, bir çift keliser, hipostom ve bir çift palpten meydana gelmektedir. Basis kapitulinin şekli kene cinsi ve türüne göre morfolojik farklılıklar göstermekte olup cins ve tür teşhisinde kullanılmaktadır. Basis kapitulinin ventro-lateral köşelerindeki çıkıntılara *auricula*, postero-dorsal köşelerdeki çıkıntılara *cornua* adı verilmektedir. Dişi sert kenelerde basis kapitulinin üst kısımda bir çift porsu alan (*poros area*) bulunmaktadır. Basis kapitulinin ön üst kısmında konağın derisini delmeye yarayan iki tane hareketli keliser bulunur. Basis kapitulinin ön yan kısımlarında 4 parçadan oluşmuş hareketli palpler bulunmaktadır (Merdivenci, 1969).



Şekil 1. Sert kenelerin genel morfolojik görünümü (*Ixodes frontalis* türü dişi kene, **A:** dorsal, **B:** ventral)

Basis kapitulumun ön alt kısmının ortasından çıkan ve iki yan kitinsel parçanın birleşmesiyle meydana gelmiş olan hipostom konaktan kan emme işlevini yerine getirmektedir. Hipostom, sayı ve sırası cinse ve türe göre değişmekte olan çok sayıda diş taşımaktadır (Kurtpınar, 1954; Merdivenci, 1969; Sonenshine ve Roe, 2014). İdiosoma da kenenin ana gövde kısmıdır ve gözler, bacaklar, solunum açıklığı, genital açıklık ve boşaltım açıklığını taşımaktadır. Sert kenelerde gövdenin sırt yüzeyinde skutum adı verilen kalın kitinden oluşmuş bir örtü bulunur. Skutum dişilerde sırt yüzeyinin ön kısmını bir yaka gibi örterken, erkeklerde dorsal yüzeyi tamamen kaplar ve konskutum adını alır. Tüm kene türlerinde bulunmamakla birlikte gözler, idiosomada üst ön kısımda bulunmaktadır ve kural olarak basit göz tipindedir. Festunlar, sert kenelerin çoğunda skutumun arka kenarında 7-11 arasında değişen sayıda yan yana dizilmiş dörtgenimsi oluşumlardır. Festunların ortasında kalan ve medyan oluk hizasında yer alan merkezi festuna *parma* adı verilmektedir. *Ixodes* cinsi üyelerinde ve *Rhipicephalus* cinsinin *Boophilus* alt cinsine ait kene türlerinde festun oluşumu yoktur (Merdivenci, 1969; Sonenshine ve Roe, 2014). Sert kenelerin ventralinde bulunan bacakların sayısı larval dönemde üç çift iken, nimf ve erişkinlerde dört çifttir. Bacaklar, gövdeden uca doğru sırasıyla koksa, trokanter, femur, tibia, pretarsus, tarsus olmak üzere altı parçadan oluşmuştur. Tarsusların uç kısmında üzerinde bir çift tırnak bulunan ve “pulvillus” adı verilen zarımsı yastık benzeri yapılar mevcuttur. Sert kenelerin tüm evrelerinde ilk

bacakların tarsuslarının dorsal kısmına yerleşmiş olarak bulunan ve “haller organı” denilen duyu organı bulunur. Bu duyu organı anterior çukur ve posterior kapsülden meydana gelmektedir. Haller organının üzerinde tat alma reseptörü, ısı reseptörü ve mekanoreseptörler de bulunmaktadır (Kurtpınar, 1954; Merdivenci, 1969; Sonenshine ve ark., 2002, 2014).

Keneler çeşitli konaklardan kan emebilmekte ve viral, bakteriyal, riketsiyal, protozoonal vb. birçok hastalık etkeninin insanlara ve hayvanlara nakledilmesinde büyük bir rol oynamaktadır. Keneler, sivrisineklerle birlikte, küresel olarak insanlara ve evcil hayvanlara hastalık ajanlarının nakledilmesinden başlıca sorumlu vektörler olarak kabul edilmektedir. Çok sayıda kene bir konaktan fazla miktarda kan emdiğinde anemiye, kilo kaybına, et ve deri kalitesinin düşmesine ve hatta konak canlının ölümüne neden olabilmektedir (Jongejan ve Uilenberg, 2004; Keskin, 2010; Sonenshine ve Roe, 2014).

Smith ve Kilborne (1893) tarafından sığırlar üzerinde yapılan deneylerde, sığırlarda felce neden olan hastalık etmeninin keneler tarafından bulaştırdığının tespiti, keneler ve hastalıklar arasındaki ilişkiyi ilk kez ortaya koyması açısından oldukça önemlidir. Aynı dönemde Amerika Birleşik Devletleri’nde keneler tarafından taşınan ilk hastalık (Kayalık Dağlar benekli ateşi) etkeninin *Rickettsia rickettsii* bakterisi olduğu tespit edilmesiyle, keneler bilim dünyasının dikkatini çekmiştir (Ricketts, 1906).

Kene kaynaklı hastalıkların insidansı dünya çapında artmaktadır. Kene kaynaklı hastalıklardan riketsiyozlar ve borelyozlar tüm dünyada giderek daha yaygın bir şekilde görülmektedir. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri’nde 2000 yılında 486 benekli ateşi riketsiyoz vakası rapor edilmişken, 2017 yılı itibariyle 5000’in üzerinde benekli ateşi riketsiyoz vakası görülmeye başlanmıştır (CDS, 2023a). Benzer şekilde, 2000 yılında yaklaşık 18 bin Lyme borelyozu vakası rapor edilmişken, 2010 yılı itibariyle Lyme borelyozu vaka sayısı 30 binin üzerine çıkmıştır (CDS, 2023b). Ayrıca Lyme borelyozu, insanlarda her yıl 50 binden fazla vakanın rapor edildiği Avrupa’da da artmaktadır (Estrada-Peña ve ark., 2008; Dantas-Torres ve ark., 2012).

Tez çalışması kapsamında kenelerde varlığını araştırdığımız ilk kene kaynaklı hastalık ajanı riketsiyalardır. Taksonomik olarak α -Proteobacteria içerisinde yer alan riketsiyalar, gram-negatif, 0.7 ila 2.0 μm x 0.3 ila 0.5 μm çubuk veya kokobasil şekilli, zorunlu hücre

içi bakterilerdir. İnsanlarda ölümcül hastalıklara neden olabilen riketsiyalar kene, bit ve pire gibi eklembacaklılar tarafından insanlara nakledilirler (Richards, 2012). Vektör kaynaklı *Rickettsia* türlerinin tarihte savaşlardan daha çok can kaybına neden olduğu bilinmektedir (Zinsser, 1934). Ülkemizde varlığı bildirilen riketsiyalar zar yüzey proteinlerinin antijenik özelliklerine ve hücre içi üreme durumlarına göre tifüs grubu ve benekli ateş grubu olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Benekli ateş grubu riketsiyalar genellikle keneler (hem vektör hem rezervuar) tarafından bulaştırılsa da bu grup içinde yer alan *Rickettsia felis* pireler tarafından, *Rickettsia akari* ise keneler dışındaki diğer parazitik akarlar tarafından bulaştırılmaktadır (Walker ve ark., 2007). Riketsiyozlar içerisinde *Rickettsia rickettsii* kaynaklı olan *Dermacentor variabilis* ve *Dermacentor andersoni* türü keneler tarafından insanlara nakledilen kayalık dağlar benekli humması, %2 ila %31 arasında fatalite oranına sahiptir (Dantas-Torres, 2007; Groß ve Schäfer, 2011). Akdeniz Bölgesinde ise *Rickettsia conorii* etkenli Akdeniz benekli ateşi en ciddi ve fatalitesi yüksek riketsiyozdur (Anton ve ark., 2003). Akdeniz benekli ateşi, bilinen en eski vektör kaynaklı hastalıklardan biridir ve ilk kez 1909 yılında Tunus'ta tanımlanmıştır (Parola ve ark., 2009). Hastalık ilk başlarda kayalık dağlar benekli ateşine göre daha hafif seyirli bir hastalık olarak düşünülmüş, ancak 1980 yılında Fransa'da ölümcül vakanın olması Akdeniz benekli ateşinin de yüksek fataliteye (%3.6–13) sahip olduğunu göstermiştir (Rovero ve ark., 2008; Macaluso ve ark., 2014). Hastalık seyri ateş ve döküntüyle başlar. Hastalık tanılmasından faydalanırken hasta bireyde kenenin kan emdiği bölgede karakteristik bir "eskar" oluşumu gözlenmektedir (Mouffok ve ark., 2009).

İnsanlarda hastalığa neden olan diğer riketsiya grubu ise epidemiye neden olan tifüs grubudur. Tifüs grubunda yer alan *Rickettsia typhi* ve *Rickettsia prowazekii* insanlarda patojeniktir (Angelakis ve ark., 2016). Nadir olarak görülen *Rickettsia prowazekii* kaynaklı epidemik tifüsün vakaları, insanlara vücut biti (*Pediculus humanus*) dışkılarıyla bulaşmaktadır. Amerika'da uçan sincaplar (*Glaucomys volans*), *R. prowazekii*'nin ana rezervuarı olarak görülse de bakterinin uçan sincaptan insana tam olarak nasıl bulaştığı bilinmemektedir. Uçan sincabın üzerindeki pire veya bitlerin ya doğrudan insanları ısırması ya da bu böceklerden çıkan kontamine dışkıların hastalığı bulaştırdığı yaygın olarak kabul edilen görüştür (Foley ve ark., 2007). Hastalığın kuluçka süresi etkenin vücuda

alınmasından itibaren yaklaşık 10 ile 13 gün kadardır. Halsizlik baş ağrısı, titreme, üşüme ve ateş gibi belirtiler gösteren tifüs hastalığı antibiyotiklerle tedavi edilebilir. Ancak hastalık uygun şekilde tedavi edilmediğinde ölümlerle sonuçlanabilir. Brill-Zinsser hastalığı, *R. prowazekii*'nin birincil atağında yıllar ila on yıllar sonra ortaya çıkabilen, bit kaynaklı tifüsün tekrarlayan bir şeklidir (Raoult ve Roux, 1997).

I. ve II. Dünya savaşında epidemik tifüs kaynaklı çok fazla insan yaşamını kaybetmiştir. II. Dünya savaşından sonra bitler ile mücadele için DDT (dikloro-difenil-trikloroetan) kullanılmış ve bunun sonucunda epidemide büyük oranda azalma meydana gelmiştir. Ancak, 1996 yılında Burundi'de epidemik tifüs tekrar görülmüş ve yaklaşık 30 bin insan hayatını kaybetmiştir (Raoult ve ark., 1997). Ülkemizde de o yıllarda kıtlık ve hijyen koşullarının yetersiz olması gibi nedenlerden dolayı tifüs salgınları görülmüş ve hatta toplu ölümler gerçekleşmiştir (Karatepe, 2008). Günümüzde hastalık Güney Amerika, Asya ve Afrika'daki dağlık alanda sınırlı olmaktadır (Raoult ve Roux, 1997). *Rickettsia prowazekii*, Amerikan Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi tarafından potansiyel biyoterörizm ajanlarının listesinde sınıflandırılmıştır (Zhu ve ark., 2005).

Rickettsia typhi murin (fare) tifüsüne neden olmaktadır ve insanlara genellikle *Xenopsylla cheopis* türü pireler tarafından bulaştırılmaktadır. Epidemik tifüs daha çok soğuk iklimlerde görülürken, murin tifüsü tropikal ve subtropikal kuşaklarda görülmektedir. Hastalık Amerika, Avrupa, Asya ve Afrika'da yaygın olarak görülmektedir. II. Dünya Savaşı'ndan önce, Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda 2 ila 5 bin vaka rapor edilmiştir. Fare pirelerini ve fare popülasyonlarını kontrol etmeye yönelik yoğun çabalar sayesinde vaka sayısı 1980'den 1998'e kadar yılda 9 ila 72 vakaya düşmüştür. Hastalık fatalitesi *R. prowazekii*'ye göre daha düşüktür (Raoult ve Roux, 1997).

Tez çalışması kapsamında kenelerde varlığını araştırdığımız diğer kene kaynaklı hastalık ajanı ise *Borrelia* bakterileridir. Spirochaetales takımının Spirochaetaceae familyasında yer alan *Borrelia* cinsine ait türler 10-30 µm uzunluk ve 0,2- 0,5 µm genişlik boyutlarında, sarmal yapıli gram negatif bakterilerdir. Spiroket şekilli olan bu bakteriler karanlık alan ve faz kontrast mikroskopunda görüntülenebilmektedir (Barbour ve Hayes, 1986). *Borrelia* cinsine ait türlerin kromozom yapısının doğrusal olması, bu cinsin üyelerinin diğer spiroketlerden kolayca ayrılmasını sağlamaktadır (Barbour ve ark., 1996; Wang ve ark., 1999). Adını Fransız biyolog Amédée Borrel'den alan spiroketlerin *Borrelia* cinsi

ilk olarak 1907 yılında Swellengrebel tarafından tip türü olarak seçilen *Borrelia anserina* ile tanımlanmıştır (Margos ve ark., 2020).

Günümüze kadar çok sayıda tür ve suş tanımlanmış ve yapılan klinik ve epidemiyolojik çalışmalara göre *Borrelia* cinsinin üyeleri Lyme borelyozu (Lyme borreliosis) ve tekrarlayan ateş (Relapsing Fever) olmak üzere iki farklı gruba ayrılmıştır. Ayrıca *Borrelia turcica* ve '*Candidatus Borrelia taylorii*' gibi her iki gruba da yerleştirilemeyen türler de bulunmaktadır (Margos ve ark., 2018).

Son yıllarda yapılan moleküler çalışmalarda elde edilen filogenetik verilere dayanılarak, Lyme ve tekrarlayan ateş gruplarına ait türleri genetik olarak yakın olsa da her iki gruba ait türlerin önemli ölçüde farklılıklar bulundurduğu ve bu gruplara ait türlerinin ortak bir atayı paylaşan bağımsız monofiletik kardeş gruplar olduğu öne sürülmüştür. Bu çalışmaların sonucunda, *Borreliaceae* familyasının tekrarlayan ateşe neden olan spiroketlerin *Borrelia* cinsi içerisine, Lyme grubu spiroketlerin ise *Borrelia* cinsi içerisine alınması önerilmiştir (Adeolu ve Gupta, 2014). Ancak bu görüş kene ve kene kaynaklı patojenler konusunda yetkin olan araştırmacılar tarafından tartışmalı bulunmuş ve yapılan itirazlar çok sayıda çalışmada vurgulanmıştır (Margos ve ark., 2017, 2018; Stevenson ve ark., 2019).

Lyme borelyozu 1970'li yıllarda ABD'nin Connecticut Eyaleti Old Lyme bölgesindeki çocuklarda olağan dışı yoğunlukta romatoid artrit vakaları ile bilim camiasının dikkatini çekmiştir. O dönem Lyme artriti adı verilen hastalığın kenelerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Burgdorfer ve ark., (1982), *Ixodes scapularis* türü kenede daha önce tanımlanamayan bir spiroket bakteri keşfetmiştir. Sonraki yıllarda bu spiroketin Lyme borelyozu etkeni olduğu tespit edilmiş ve spiroket *Borrelia burgdorferi* olarak tanımlanmıştır (Johnson ve ark., 1984).

Lyme borelyozunun erken belirtilerinde ateş, baş ağrısı, yorgunluk ve "*eritema migrans*" adı verilen karakteristik bir deri döküntüsü meydana gelmektedir. Hastalık erken dönemde tedavi edilmezse *B. burgdorferi* enfeksiyonu menenjit, kardit, kas-iskelet bozuklukları ve artrit yol açmaktadır (Wang ve ark., 1999). Menenjit ve kardit kendi kendini sınırlarken, artrit yıllarca devam edebilmektedir (Sharma ve ark., 2015). Avrupa, Kuzey Amerika ve Uzak Doğu'da yapılan epidemiyolojik çalışmalarda Lyme

borelyozunun keneler tarafından insanlara nakledilen en yaygın zoonotik hastalık olduğu tespit edilmiştir (Steere ve ark., 2004). Lyme borelyozu insanlarda multisistemik tutulum göstermektedir. Klinik belirtileri multiple skleroz, otizim, tüberküloz, bruselloz, sifiliz gibi pek çok hastalık ile uyum gösterdiğinden, Lyme etkeni bakteriler “taklitçi” olarak anılmaktadır.

Lyme hastalığı ülkemizde bildirimi zorunlu hastalıklar listesinde yer almamakta ve nadir görülen hastalıklar arasında değerlendirilmektedir. Ülkemizin çeşitli bölgelerinden Lyme hastalığı odaklı seroprevalans çalışmaları yapılmış olsa da hastalığına neden olan *Borrelia* türü ve yaygınlığı hakkında kapsamlı epidemiyolojik araştırmalar bulunmamaktadır. Ancak,  lkemiz keneleri üzerine yapılan  alışmalar (Güner ve ark., 2003, 2004; Orkun ve ark., 2014a) incelendiğinde, çeşitli konak canlılardan ve insanlardan toplanan sınırlı sayıda kene türünde ve kan örneklerinde *Borrelia burgdorferi* s.s., *Borrelia garinii*, *Borrelia afzelii*, *Borrelia turcica*, *Borrelia valaisiana* ve *Borrelia lusitaniae* türlerinin varlığının tespit edilmesi hastalığın tahmin edilenden daha yaygın olma ihtimalini düşündürmektedir.

Ülkemizde keneler üzerine yapılan çalışmalarda özellikle insanlarda ve çiftlik hayvanlarında parazitlenen keneler ve kenelerin taşıdıkları patojenlere yoğunlaşılmıştır ( zkan, 1978; Gargılı ve ark., 2011, 2012; Gunes ve ark., 2011; Bakırcı ve ark., 2012; Bursalı ve ark., 2013; Orkun ve ark., 2014a; Keskin ve ark., 2016; Karasartova ve ark., 2018). Ancak yabani kuşlar üzerinde parazitlenen keneler ve bu kenelerin taşıdıkları patojenler yeterince araştırılmamıştır.

Bu  alışmada, Samsun ili sınırları içerisinde yer alan ve Karadeniz Bölgesi’nin en önemli sulak alanlarından biri olan Kızılırmak Deltası’nı ziyaret eden kuşlar üzerinden toplanan kenelerde *Rickettsia* ve *Borrelia* bakterilerinin varlığı Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) yöntemiyle araştırılmış ve literatürde bu alanda bulunan boşluğun giderilmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Son yıllarda küresel ısınma, iklim değişikliği, habitat kayıpları, yabani hayvanların yaşam ortamlarının tahrip edilmesi, parazitlerin ilaçlara karşı direnç geliştirmesi, kontrolsüz hayvan hareketleri gibi pek çok sebepten dolayı hayvanlardan insanlara bulaştırılan zoonotik hastalıkların sayısında giderek artış olmuş ve zoonotik hastalıkları daha detaylı araştırmak dünya genelinde önem kazanmıştır.

Keneler kan emmek vasıtasıyla çok sayıda viral, bakteriyel ve protozoonal hastalık ajanının insan ve hayvanlara nakledilmesinden sorumlu dış parazitlerdir. Geçmişten bu yana keneler tarafından insanlara ve hayvanlara nakledilen hastalık etmenleri çeşitli epidemilere yol açmış ve halk sağlığını tehdit etmiştir. Lyme, KKKA, kene kaynaklı ensefalit, riketsiyozlar vb. hastalıkların insan sağlığını tehdit etmesi, popülasyonda morbitide ve mortalitenin hızla yükselmesi keneler üzerinde bu hastalık ajanlarının çalışılmasında en büyük faktör olmuştur.

Kenelerin sistematik durumları ve ülkemizde keneler üzerine yapılan sistematik çalışmalar hakkında detaylı literatür bilgisi Keskin (2014) tarafından verilmiştir. Tekrara düşmemek için bu bölümde keneler üzerine yapılan sistematik çalışmalardan ziyade, *Rickettsia* ve *Borrelia* bakterileri üzerine yapılan çalışmalara ana hatlarıyla değinilmiştir.

Rickettsia spp., *Borrelia burgdorferi*, *Anaplasma phagocytophilum*, Kırım-Kongo kanamalı ateşi virüsü ve diğer mikrobiyal ajanların göçmen kuşlarda parazitlenen keneler tarafından taşındığı bilinmektedir (Elfving ve ark., 2010; Tomassone ve ark., 2013). Göçmen kuşlar ve keneler arasındaki ilişkiyi ortaya koyan ilk çalışmalardan biri Clifford ve ark. (1969) tarafından yapılmıştır. Clifford ve ark. (1969), Amerika'nın doğusunda 10 binden fazla göçmen kuştan alınan 4266 kene üzerinde çalışılmış ve *Haemaphysalis leporispalustris*, *Ixodes brunneus* ve *Ixodes dentatus* türü kenelerde *Rickettsia rickettsii* varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada *Haemaphysalis leporispalustris* türü kenede, türü tespit edilemeyen tifüs grubundan bir riketsiya türü tespit edilmiştir.

1995-1997 yılları arasında Ishiguro ve ark. (2000), Japonya'daki göçmen kuşlar üzerinde Lyme borelyozuna neden olan spiroket bakterinin varlığını araştırmışlardır. Çalışmada 40 türe ait 1733 kuş incelenmiş ve 15 türe ait 173 kuştan 361 adet kene toplanmıştır. Kenelerin morfolojik incelemeler sonucunda *Haemaphysalis flava* (n=341),

Haemaphysalis longicornis (n= 4), *Ixodes persulcatus* (n= 9), *Ixodes turdus* (n= 4), *Ixodes columnae* (n=1), ve *Ixodes* sp. (n=2) türlerine ait oldukları tespit edilmiştir. Çalışmada *H. flava* türü keneler 13 türe ait 145 kuştan toplanmış ve %94.4'lük enfestasyon oranıyla çalışmada tespit edilen en yaygın kene türü olmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, *Turdus pallidus* üzerinden toplanan *H. flava* türüne ait 34 larvadan 10 tanesi, 65 nimften 15'i, 16 adet dişiden 1'i; *Turdus cardis* üzerinden toplanan *H. flava* türüne ait 32 larvadan 1'i; *Emberiza spodocephala* üzerinden toplanan *H. flava* türüne ait 14 larvadan 1'i *Borrelia spiroketi* açısından pozitif bulunmuştur. Ayrıca *T. pallidus* üzerinden toplanan *I. persulcatus* türüne ait 1 larva ve 1 nimf *Borrelia spiroketi* açısından pozitif bulunmuştur. Yapılan moleküler çalışmalarla *Borrelia spiroketi* açısından pozitif bulunan örneklerin *B. granii* olduğu tespit edilmiştir.

Poupon ve ark. (2006) tarafından yayınlanan bir çalışmada, İsviçre'de göçmen kuşlar üzerinden toplanan kenelerde Lyme borelyozu etkeni olan *B. burgdorferi* s.l. spiroketlerinin prevalansı araştırılmıştır. Çalışma, kuzeye göç eden kuşları yakalamak için ilkbahar (Nisan-Mayıs 2002) kuş halkalama döneminde Bolle di Magadino (Locarno, İsviçre) istasyonunda, güneye göç eden kuşları yakalamak içinse sonbahar (Eylül-Ekim 2002) döneminde Col de Bretolet (İsviçre-Fransa sınırında yer alan bir dağ geçit alanı) istasyonunda gerçekleştirilmiştir. Poupon ve ark. (2006), toplam 1270 kuşu, kene enfestasyonu yönünden incelemiştir. İlkbahar döneminde Bolle di Magadino'da 283 kuş yakalanmış olup 4 türe ait 17 kuş üzerinden 33 adet kene toplanmıştır. Bu istasyonda, *Erithacus rubecula* üzerinde tanımlanamamış 18 larva toplanmıştır. Ayrıca *Phoenicurus phoenicurus* türü üzerinden 2 adet, *E. rubecula* türü üzerinden 1 adet *Hyalomma marginatum* türü kene; *E. rubecula* türü üzerinden 9, *Luscinia megarhynchos* türü üzerinden 1 adet *Ixodes frontalis* türü kene; *E. rubecula* ve *Prunella modularis* türleri üzerinden 1'er adet *I. ricinus* türü kene toplanmıştır. Bu istasyonda toplanılan 33 kenenin hiçbirinde *Borrelia* enfeksiyonuna rastlanmamıştır. Sonbahar döneminde ise Col de Bretolet'te 21 türe ait 987 kuş kene varlığı açısından incelenmiş ve 11 türe ait 180 kuş üzerinden 417 (369 larva ve 48 nimf) adet kene toplanmıştır. Bu istasyonda kuşlar üzerinde en sık rastlanan kene türünün *I. ricinus* (n= 411) olduğu, ayrıca 3 adet *I. frontalis* ve 3 adet türü tanımlanamamış kene türünü istasyonda yakalanan kuşlar üzerinde parazitlendiği tespit edilmiştir. İstasyonda, yakalanan 95 kuştan [*Erithacus rubecula* (n=76), *Phoenicurus phoenicurus* (n=2), *Oenanthe oenanthe* (n=1), *Turdus philomelos*

(n=12), *Turdus merula* (n=3) ve *Phoenicurus ochruros* (n=1)] toplanan *I. ricinus* türüne ait larva ve nimf kene *Borrelia* bakımından incelenmiştir. Kenelerde en sık görülen *Borrelia* türünün *Borrelia valaisiana* (n=14) olduğu tespit edilmiştir. Diğer *Borrelia* türlerinin ise *Borrelia garinii* (n=8), *Borrelia lusitaniae* (n=7), *Borrelia afzelii* (n=5) ve *Borrelia burgdorferi* s.s (n=5) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında kenelerde daha önce tanımlanamayan 5 farklı *Borrelia* izolatının varlığı tespit edilmiştir. *Erithacus rubecula* ve *T. philomelos* üzerinde parazitlenen kenelerde beş farklı *Borrelia* türü tespit edilirken, *T. merula* ve *P. phoenicurus* üzerinden toplanılan kenelerde, *B. garinii*, *B. valaisiana* ve *B. lusitaniae* varlığı; *P. ochruros* üzerinden toplanan kenelerde ise *B. valaisiana* ve *B. burgdorferi* s.s. varlığı tespit edilmiştir (Poupon ve ark., 2006).

Ogden ve ark. (2008), *Borrelia burgdorferi* ve *Anaplasma phagocytophilum* patojenlerinin *Ixodes scapularis* keneleri aracılığıyla Kanada'ya girişinde ve yayılmasında göçmen kuşların rolünü araştırmışlardır. Çalışma kapsamında 10 farklı takıma [Ciconiiformes (n=1), Anseriformes (n=5), Falconiformes (n=24), Charadriiformes (n=22), Columbiformes (n=156), Cuculiformes (n=21), Strigiformes (n=3), Caprimulgiformes (n=1), Piciformes (n=170) ve Passeriformes (n=39226)] ait toplam 39629 kuş incelenmiştir. Ancak, çalışma kapsamında yakalanan 534 kuş göçmen olmadığı gerekçesiyle çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmaya dahil edilen 39095 kuşun, 413'ünün üzerinden toplam 897 adet kene toplanmıştır. Bu kenelerin 305'inin *Ixodes dentatus* (32 nimf, 273 larva), 263'ünün *Ixodes scapularis* (208 nimf, 55 larva), 202'sinin *Haemaphysalis leorispalustris* (110 nimf, 91 larva, 1 erkek), 44'ünün *Ixodes muris* (42 dişi, 2 nimf), 30'unun *Ixodes burunneus* (24 nimf, 6 larva), 17'sinin *Amblyomma maculatum* (8 nimf, 9 larva), 3'ünün *Amblyomma inornatum* (2 nimf, 1 erkek) türlerine ait olduğu tespit edilmiş; 33 adet kenenin ise aşırı derece hasar gördüğü için türü teşhis edilememiştir. Çalışma kapsamında toplanan, *I. scapularis* türüne ait 262 örneğin 32'sinin *B. burgdorferi* ve 3'ünün ise *A. phagocytophilum* açısından pozitif olduğu tespit edilmiştir.

Kjelland ve ark. (2010), Güney Norveç'te göçmen kuşlardan toplanan *I. ricinus* türüne ait kenelerde *Borrelia* varlığı araştırmıştır. Lista kuş gözlemesinde (Norveç) yakalanan 6538 kuş, kene varlığı açısından incelenmiş ve 34 türe ait toplam 215 kuş üzerinden 822 adet *I. ricinus* (499 larva ve 323 nimf) türü kene toplanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre

Anthus trivialis, *Fringilla coelebs*, *Curruca communis*, *Prunella modularis*, *Curruca curruca*, *Turdus merula*, *Turdus philomelos*, *Erithacus rubecula*, *Turdus pilaris* türlerine ait kuşların *I. ricinus* türü keneler ile yaygın olarak parazitlendiği tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları, incelenen *I. ricinus* türüne ait kenelerinin %4.4'ünün *B. burgdorferi* s.l. ile enfekte olduğunu göstermiştir. Ayrıca ilkbahar göçü sırasında toplanan nimflerin %5.4'ünde *Borrelia* saptanırken, sonbahar göçü sırasında toplanan kenelerde ise larvaların %3.4'ünde ve nimflerin %7.5'inde *Borrelia* saptanmıştır. Çalışmada en yaygın *Borrelia* genotipinin *B. garinii* olduğu ve yaygınlık sırasına göre diğer genotiplerin *B. valaisiana*, *B. afzelii* ve *B. burgdorferi* s.s olduğu saptamıştır (Kjelland ve ark., 2010).

Elfving ve ark. (2010), İsveç'te göçmen kuşlar tarafından taşınan kenelerde benekli ateş grubu *Rickettsia* bakterilerin varlığını araştırmıştır. Bu çalışmada, 2001 yılında 13260 göçmen ötücü kuş kene varlığı açısından incelenmiş ve 437 kuştan 1127 kene toplamıştır. Toplanan kenenin evreleri daha çok larva ve nimflerden oluştuğu, toplam 215 adet kuşun bir ya da daha fazla larval kene tarafından parazitlendiği tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında kuşlar üzerinden alınan 1127 kenenin 957'sinden total DNA izolasyonu yapılarak keneler *Rickettsia* varlığı açısından araştırılmış ve toplam 108 kenenin (%11.3) *Rickettsia* pozitif olduğu bulunmuştur. Çalışma sonucunda enfekte olan kenelerin 57'sinin *Rickettsia helvetica* ve 9'unun *Rickettsia monacensis* ile enfekte olduğunu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, 15 kenenin *Rickettsia* sp. strain Davousti, *Rickettsia japonica* ve *Rickettsia heilongjiangensis* ile benzer olduğu, ancak hedef DNA dizilerinin tür ayrımı yapmak için kısa olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, çalışma kapsamında 27 kene daha *Rickettsia* açısından pozitif bulunmuş, ancak ilgili riketsiyaların türleri tespit edilememiştir.

Hildebrandt ve ark. (2010), kene kaynaklı hastalıklardan *Babesia* spp., *Anaplasma phagocytophilum* ve *Rickettsia* türlerinin taşınmasında göçmen kuşların potansiyel rolünü araştırmışlardır. Bu çalışmada 11 farklı türe ait toplam 99 kuştan, *Ixodes ricinus* türüne ait 191 adet (56 larva, 134 nimf ve 1 dişi) kene toplanmıştır. Kene ile enfeste olan kuşların, yerden beslenen (*ground-feeding*) *Erithacus rubecula*, *Turdus iliacus*, *T. philomelos*, *T. merula* ve *Parus major* türü kuşlar olduğu tespit edilmiştir. Bu kuşlardan toplanan kenelerden 14'ünün (%7.3; 5 larva, 9 nimf) *Rickettsia* açısından pozitif olduğu, 6 kenenin *Rickettsia monacensis* ile, 1 adet kenenin ise *Rickettsia helvetica* ile enfekte

olduğun; kalan 7 adet kenenin *Rickettsia* açısından pozitif olduğu, ancak türünün tespit edilemediği belirtilmiştir.

Palomar ve ark. (2012), 2009 yılının nisan-mayıs aylarında İspanya’da 97 tc kş üzerinden *Haemaphysalis punctata* (n=1), *Ixodes frontalis* (n=7), *I. arboricola* (n=26), *I. ricinus* (n=181) ve diğer *Ixodes* sp. (n=7) türlerine ait toplam 222 kene toplamıştır. Bu çalışmada da literatüre oldukça uyumlu bir şekilde Avrupa’da kşlar üzerinden toplanan en yaygın kene türünün *I. ricinus* olduğu, çalışmada göçmen kşlar üzerinden toplanan kenelerin *Borrelia garinii*, *Borrelia valaisiana* ve *Borrelia turdi* ile enfekte oldukları tespit edilmiştir.

Fransa'nın güneyindeki Camargue'dan yapılan bir çalışmada, 2010 yılı Nisan ayında memeliler ve tc kşlar üzerinden toplanan 118 adet kene real-time PCR yöntemiyle *Coxiella burnetii*, *Rickettsia*, *Borrelia* ve *Bartonella* cinslerine ait zoonotik bakterilerin varlığı açısından araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre *Passer domesticus* zerinden alınan kenelerde *Rickettsia massiliae*; *Acrocephalus scirpaceus* ve *Luscinia megarhynchos* zerinden alınan kenelerde *Rickettsia aeschlimannii*; *Turdus merula* zerinden alınan 1 adet kenede *Borrelia valaisiana* varlığı tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında köpekler, atlar, kediler ve insanlardan alınan kenelerde *Rickettsia massiliae*, *Rickettsia slovaca*, '*Candidatus Rickettsia barbariae*' ve *Coxiella burnetii* tespit edilirken, çalışmaya konu edilen kenelerin *Bartonella* açısından negatif olduğu tespit edilmiştir (Socolovschi ve ark., 2012).

Wallmnius ve ark. (2014), tarafından yayınlanan çalışmada, Avrupa Akdeniz Bölgesinde göçmen kşları istila eden *Hyalomma* ve *Ixodes* kenelerindeki benekli ateş gurubuna ait *Rickettsia* türleri araştırılmıştır. Capri (İtalya) ve Antikythira (Yunanistan) adalarındaki kş gözlem istasyonlarında 2009-2010 ilkbahar kş halkalama döneminde yakalanan 14789 kşun 398'i (%2.7) zerinden kene toplanmış ve bazı kşlarda birden fazla kene tespit edilmiştir. DNA izolasyonu yapılan 734 kenenin 353' (%48) riketsiyal DNA açışından pozitif bulunmuştur. Bu pozitif örneklerin %96'sının *Rickettsia aeschlimannii* ve %4'ünün ise *Rickettsia africae* ve tanımlanamayan *Rickettsia* türlerine ait olduğu tespit edilmiştir. İlgili çalışmada toplanan kenelerin %90'ının (n=658) *Hyalomma marginatum* s.l. türü kenelerden oluştuğu, geriye kalan kenelerin ise *Ixodes frontalis*, *Amblyomma* sp., *Haemaphysalis* sp., *Rhipicephalus* sp. ve tanımlanamayan sert

kene türlerinden oluştuğu tespit edilmiştir. Ayrıca kenelerin çoğunun (%65) kan emmiş ve doymuş keneler olduğu ve kuşlar üzerinde nimflerin (%66), larva (%27) ve dişi kenelere (%0.5) oranla daha fazla bulunduğu belirlenmiştir.

Hornok ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, Ócsa (Macaristan) kuş halkalama istasyonunda, 2013 yılının ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde sis ağları kullanarak yakalan 1219 adet kuş kene varlığı açısından incelemiştir. Çalışma kapsamında 16 türe ait 68 kuş üzerinden toplam 140 adet kene toplanmış ve kuşların çoğunun (68 kuştan 63'ünün) *I. ricinus* türü keneler tarafından enfeste olduğu belirlenmiştir. Toplanan 140 kenenin 121'inin *I. ricinus* türüne ait larva (n=42), nimf (n=78) ve dişi (n=1) olduğu tespit edilmiştir. Kuşlardan 8 tanesinin *Haemaphysalis concinna* (13 larva, 5 nimf) türü kene tarafından enfeste olduğu, *Phylloscopus sibilatrix* türüne ait bir kuşun ise *Hyalomma* cinsine ait bir adet larval kene tarafından enfeste olduğunu tespit edilmiştir. Ayrıca, 4 kuşun *I. ricinus* ve *Haemaphysalis concinna* ile birlikte enfeste (co-enfestasyon) olduğu ve çalışma kapsamında yerden beslenen (ground-feeding) kuşların diğer kuşlara göre keneler tarafından daha fazla enfeste olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma kapsamında toplanan 140 kenenin 61'inin *R. helvetica* ve 11'inin *R. monacensis* ile enfekte olduğu tespit edilmiştir.

Märcuțan ve ark. (2016), 2011-2012 yıllarında yaptığı bir çalışmaya göre kuşların göç yolu üzerinde bulunan Tuna Deltası'nda (*Delta Dunării*) ilkbahar ve sonbahar döneminde 11 türe ait 95 kuş üzerinden 400 kene toplanmış ve kenelerin *Ixodes ricinus*, *I. arboricola*, *I. redikorzevi* ve *Haemaphysalis concinna* türlerine ait oldukları tespit edilmiştir. Kenelerin %14'ününün (56/400) *Rickettsia* spp. tarafından enfekte olduğu ve larvalara oranla daha fazla sayıda nimf kenenin riketsiyal DNA açısından pozitif olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın detaylarına bakıldığında 197 larval kenenin 8'inde (%4), 195 nimf kenenin 47 (%24.1)'sinde ve 8 dişi kenenin 1 (%12.5) tanesinde *Rickettsia* varlığı belirlenmiştir. Riketsiyal enfeksiyon prevalansı *I. ricinus* için %14.4 (48/369) ve *I. arboricola* için %24 (6/25) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada *I. redikorzevi* ve *H. concinna* türlerine ait sadece birer adet kenenin riketsiyal DNA açısından pozitif olduğu tespit edilmiştir. İlkbaharda toplanan kenelerin %51.8'i (29/56) ve sonbaharda toplanan kenelerin %48.2'si (27/56) *Rickettsia* pozitif bulunmuştur. Riketsiya türlerinin ise *R.*

monacensis (29 kenede), *R. helvetica* (13 kenede), *R. massiliae* (3 kenede) ve *R. slovaca* (2 kenede) olduğu belirlenmiştir.

Ülkemizde ikinci dünya savaşını da içine alan 1925-1970 (1943-1946 en yüksek seyir) yıllarında riketsiyal kaynaklı 20483 tifüs olgusu görülmüştür (Otkun, 2003). Sonraki yıllarda riketsiyoz vaka sayısı giderek azalmış ve 1970 yılında sadece 1 vaka görülmüştür. 1990 yılından sonra İstanbul ve çevresinde yeni riketsiyoz vakaları görülmeye başlanmıştır. 1989-2006 yılları arasında İstanbul'da 56 vaka, yine aynı dönemlerde Trakya bölgesinden 30 vaka bildirimi yapılmıştır (Kuloglu ve ark., 2004). 2003-2009 yıllarında Trakya Bölgesi'nde 128 Akdeniz Benekli Ateşi hastalığı serolojik testler neticesinde doğrulanmıştır (Şengöz ve ark., 2009; Kuloglu ve ark., 2012). 2003 yılında Nevşehir'de bir hastada *Rickettsia akari*, Antalya, Muğla ve Samsun illerinde yapılan çalışmalarda ise hastalarda *Rickettsia conorii* varlığı serolojik olarak bildirilmiştir. 2010 yılında Tekin ve ark. (2010) tarafından Karadeniz Bölgesi'nde risk grubunda olduğu düşünülen 580 kişi benekli ateşi grubu varlığı açısından serolojik taranmış ve 68 kişide anti-riketsiya IgG seropozitifliği saptanmıştır.

Güneş ve ark. (2012), Tokat'ta 151'i Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi (KKKA) virüsü açısından seropozitif olmak üzere, toplam 364 serum örneği *R. conorii* açısından ELISA yöntemi ile taranmış ve hastaların 134'ünde *R. conorii* antikorlarının varlığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, KKKA virüsü açısından seropozitif olan 49 hastanın aynı zamanda *R. conorii* yönünden de seropozitif olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmalar riketsiyal hastalıkların sadece Trakya Bölgesi'yle sınırlı olmadığını ve tüm Türkiye'de riketsiyoz vakalarının görülebileceğini göstermektedir (Mert, 1997; Vural ve ark., 1998; Tekin ve ark., 2010).

Ülkemizde yapılan serolojik çalışmalar dışında, özellikle insanlar ve hayvanlar üzerinden toplanan kenelerde riketsiya varlığı çeşitli çalışmalarda tespit edilmiştir. 2006 yılında İstanbul'da insanlardan toplanan toplam 167 kene, *gltA* ve *ompA* primerleri kullanılarak PZR ile riketsiyal varlığı aranmıştır. Çalışma sonucunda, çeşitli kene türlerinde *Rickettsia monacensis* (n=51), *R. aeschlimannii* (n= 8), *R. conorii* subsp. *conorii* (n=3), *R. helvetica* (n=2), *R. raoultii* (n=1), *R. africae* (n=1), *R. felis* (n=1) ve diğer *Rickettsia* spp. (n=2), olmak üzere 7 farklı riketsiyal türü tespit edilmiştir. Bu çalışmada, *R. conorii* hariç diğer

riketsiya türlerinin Türkiye'de insanlardan çıkarılan kenelerde varlıkları ilk defa tespit edilmiştir (Gargılı ve ark., 2012).

Orkun ve ark. (2014b) tarafından yapılan bir çalışmada Türkiye'nin 12 farklı ilinden (Ağrı, Ankara, Artvin, Bolu, Çankırı, Çorum, Erzurum, Giresun, Kırşehir, Kocaeli, Mardin ve Yozgat) 126 adet konak arayan kene (*questing*) riketsiya varlığı açısından incelenmiştir. Çalışma sonucunda, *Hyalomma marginatum*, *Hyalomma aegyptium*, *Hyalomma* sp. (nimf) ve *Rhipicephalus turanicus* türü kenelerde *Rickettsia aeschlimannii*; *Hyalomma excavatum*, *Hyalomma aegyptium* ve *Hyalomma* sp. (nimf) türü kenelerde *Rickettsia africae*; *Dermacentor marginatus* türü kenede *Rickettsia slovaca* ve *Rickettsia raoultii*; *Haemaphysalis parva* türü kenede *Rickettsia hoogstraalii* bakterilerinin varlığı tespit edilmiştir.

2012 yılında Tokat ilinde insanlar üzerinde parazitlenen kenelerde yapılan çalışmalar neticesinde '*Candidatus R. barbariae*', *R. aeschlimannii*, *R. hoogstraalii*, *R. raoultii*, *R. slovaca*, *R. sibirica* ve *R. sibirica mongolitimonae* türlerinin varlığı tespit edilmiştir (Kul-Köprülü, 2012). Ayrıca, Çorum ve Yozgat yöresinde insanlar üzerinden toplanan kenelerde benekli ateş grubundan *R. aeschlimannii*, *R. raoultii*, *R. slovaca*, *R. hoogstraalii* ve *R. sibirica mongolitimonae* varlığı da tespit edilmiştir (Keskin ve ark., 2016; Bursalı ve ark., 2017).

Keskin ve ark. (2014) tarafından Kızılırmak Deltası'nda, *Parus major*, *Sylvia atricapilla* ve *Turdus merula* türü kuşlar üzerinden toplanan *I. frontalis*, *I. ricinus* ve *I. arboricola* türü kenelerde *Borrelia*, *Ehrlichia* ve *Rickettsia* varlıkları araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda ilk kez *Ixodes arboricola* türü kenelerde '*Candidatus Rickettsia vini*' bakterisinin ülkemizde ilk kaydının olduğu bildirilmiştir.

Orkun ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, kirpiler (*Erinaceus concolor*) üzerinden toplanan 319 adet kene, çeşitli kene kaynaklı patojenlerin varlığı yönünden PZR ile araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, *Hyalomma aegyptium*, *Hyalomma* spp. (larva), *Rhipicephalus turanicus* ve *H. erinacei* türü kenelerde *Rickettsia sibirica mongolitimonae*; *H. aegyptium* türü kenede *Rickettsia aeschlimannii*; *Hyalomma* spp. (larva ve nimf) ve *H. aegyptium* türü kenelerde *Rickettsia slovaca* varlığı tespit edilmiştir. Bu çalışma verilerine göre ülkemizde, *R. sibirica mongolitimonae* bakterisinin *H.*

aegyptium, *Haemaphysalis erinacei* ve *R. turanicus* türü kenelerde; *R. slovacca* bakterisinin ise *H. aegyptium* türü kenede varlığı ilk kez tespit edilmiştir.

Orkun ve Emir (2020) tarafından yabani hayvanlardan (kızıl geyik, boz ayı, bozkurt, Avrasya vaşağı, kızıl tilki, Avrupa tavşanı ve Akdeniz mahmuzlu kaplumbağası) toplanan 98 kene (*Dermacentor reticulatus*, *Haemaphysalis parva*, *Hyalomma aegyptium*, *Hyalomma excavatum*, *Hyalomma marginatum*, *Ixodes ricinus* ve *Rhipicephalus turanicus*) riketsiya varlığı açısından incelenmiş ve benekli ateş grubu riketsiyalarından, '*Candidatus Rickettsia barbariae*', '*Candidatus Rickettsia goldwasserii*' ve *Rickettsia hoogstraalii* türlerinin varlığı tespit edilmiştir.

Orkun ve ark., (2020) yapılan bir çalışmada Ankara, Bolu ve Kırşehir illerinden toplam 1019 adet konak arayan kene (*questing*) (558♀, 456♂, 5 nimf) toplanmış ve keneler morfolojik olarak *Haemaphysalis parva* (n=793, 455♀, 338♂), *Haemaphysalis sulcata* (n=16, 10♀, 6♂), *Haemaphysalis punctata* (n=3, 2♀, 1♂), *Hyalomma marginatum* (n=105, 55♀, 50♂), *Hyalomma excavatum* (n=11, 3♀, 8♂), *Hyalomma aegyptium* (n=9, 6♀, 3♂), *Dermacentor marginatus* (n=41, 22♀, 19♂), *Dermacentor reticulatus* (n=2, 2♂), *Ixodes ricinus* (n=30, 1♀, 24♂, 5 N) ve *Rhipicephalus turanicus* (n=9, 4♀, 5♂) olarak teşhis edilmiştir. Kenelerden bireysel olarak elde edilen riketsiya varlığı *sitrat sentaz (gltA)* ve dış membran protein A (*ompA*) genleri hedeflenerek araştırılmış ve toplam 125 kenenin (18 *Dermacentor marginatus*, 81 *Haemaphysalis parva*, 3 *Haemaphysalis sulcata*, 13 *Hyalomma marginatum*, 6 *Hyalomma aegyptium* ve 4 *Ixodes ricinus*) çeşitli riketsiya türleri (*R. aeschlimannii*, *R. hoogstraalii*, *R. monacensis*, *R. raoultii*, *R. sibirica mongolitimonae* ve *R. slovacca*) açısından pozitif olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, *Ixodes ricinus* türüne ait üç adet kenenin ikisinin *Borrelia afzelii*, birinin ise *Borrelia lusitaniae* açısından pozitif oldukları tespit edilmiştir.

Orkun (2022), geniş getiren memelilerden toplanan 1815 kenede riketsiya türlerinin varlığını araştırmıştır. Orkun (2022) çalışmasında, çeşitli kene türlerinde *Rickettsia aeschlimannii*, *Rickettsia slovacca*, *Rickettsia hoogstraalii*, *Rickettsia monacensis* IRS3 suşu, *Rickettsia mongolitimonae*, *Rickettsia raoultii*, '*Candidatus Rickettsia goldwasserii*', '*Candidatus Rickettsia barbariae*' ve *Rickettsia* sp. türlerinin varlığını PZR ve DNA dizileme analizleri sonucunda tespit etmiştir.

Lyme borelyozu kuzey yarım kürede çok sık rastlanan bir hastalık olmakla birlikte insanları enfekte eden üç önemli *Borrelia* türü bulunmaktadır. Bunlar; *Borrelia burgdorferi* s.s., *Borrelia afzelii* ve *Borrelia garinii* türleridir. Amerika’da daha çok *B. burgdorferi* enfeksiyonları görülürken, Avrupa’da ise *B. afzelii* ve *B. garinii* kaynaklı vakalar bildirilmektedir (Strle ve ark., 2006).

Bu tez çalışmasına konu edilen diğer kene kaynaklı patojen olan *Borrelia* türleri ve vektörleri ile ilgili ülkemizde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. *Borrelia* bakterilerinin ülkemizde varlığına dair ilk çalışma Özsan ve Akyay (1954) tarafından araştırılmış ve Türkiye-Suriye sınırında (Şanlıurfa-Akçakale) kemirgen yuvalarından toplanan ve *Ornithodoros erraticus* olarak tanımlanan yumuşak kenelerde *Borrelia crocidurae* varlığı tespit edilmiştir. 1990 yılından itibaren de insanlarda artan seropozitiflikler bildirilmeye başlanmıştır (Köksal ve ark., 1990; Başbulut ve ark., 2012). Türkiye’de insanlarda Lyme seropozitifliği risk gruplarına göre %2-44 arasında değişmektedir.

Ülkemizde *Borrelia* varlığına ilişkin çalışmalar incelendiğinde Karadeniz Bölgesi’nden toplanan kenelerde *B. burgdorferi* sensu stricto, *B. garinii*, *B. afzelii*, *B. turcica*, *B. valaisiana* ve *B. lusitaniae* türlerinin varlığı tespit edilmiştir (Güner ve ark., 2003, 2004, 2005). Gargılı ve ark. (2010) yaptıkları çalışmalarda Türkiye’de *Borrelia spielmanii* varlığını bildirmişlerdir.

Orkun ve ark. (2014a), Ankara’da 2012 Mart ayından 2013 Mart’a kadar farklı bölgelerden hastanelere kene ısırması şikâyetiyle gelen hastalardan toplanılan *Hyalomma marginatum* (1 erkek), *Hyalomma excavatum* (1 erkek), *Hyalomma* spp. (2 nimf) ve *Haemaphysalis parva* (2 erkek) kenelerde *Borrelia burgdorferi* s.s. varlığı tespit etmiştir.

Çelebi ve ark. (2023), Türkiye'nin kırsal alanlarından yakalanan kemirgenlerin kanlarında real-time PCR (qPCR) ve geleneksel PZR yöntemleriyle *Borrelia* varlığını incelemiş ve *Apodemus uralensis*, *Apodemus flavicollis* ve *Myodes glareolus* türü kemirgenlerde *Borrelia miyamotoi* varlığı tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Çalışma Alanı

Türkiye'nin en büyük deltalarından ve sulak alanlarından birisi olan Kızılırmak Deltası, Kızılırmak nehrinin Karadeniz'e döküldüğü Samsun ili sınırları içerisinde (Bafra, Ondokuzmayıs ve Alaçam) yer almaktadır. Sahip olduğu habitat çeşitliliği (tatlı ve tuzlu sulak alanlar, kumullar, sazlık, bataklık, orman ve tarım alanları vb.), deltada sağlıklı ve zengin bir ekosistemin oluşmasına ve çok sayıda türün bir arada yaşamasına olanak sağlamaktadır. Kızılırmak Deltası, aynı zamanda kuş göç yolları (Karadeniz – Doğu Akdeniz uçuş rotasında) üzerinde yer alan önemli sulak alan ekosistemleri arasındadır. Ramsar Sözleşmesi kapsamında değerlendirilerek Ramsar Alanı olarak listelenmiş ve koruma altına alınan delta, birçok kuş türünün beslenmek, tünemek ve üremek için kullandığı sulak bir alandır. Yapılan çalışmalarda, Kızılırmak Deltası'nın Türkiye'de varlığı bildirilen 498 kuş türünden 364'üne ev sahipliği yaptığı tespit edilmiştir (Barış ve ark., 2005; Furtun ve ark., 2021).

Kuş yakalama çalışmaları Cernek Gölü Yaban Hayatı Geliştirme Sahası sınırlarında bulunan Cernek Gölü ile Karadeniz arasında kalan, kumul ve çalılık vejetasyonun hâkim olduğu alanda gerçekleştirilmiştir.

Kuşların yakalanması 16x16 mm göz aralığına sahip 4 raflı ve 7 m ve 12 metre uzunluğunda toplam 40 sis ağı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Gün doğumundan gün batımına kontrol edilen ağlardan kuşlar çıkartılmış ve istasyona getirilmiştir. Yakalanan kuşlar, "Bird Guide" (Mullarney ve ark., 1999), "Türkiye ve Avrupa'nın Kuşları" (Heinzel ve ark., 1995), "Identification Guide to European Passerines" (Svensson, 1992), "Identification Guide to Birds in the Hand" (Demongin, 2016) gibi tanımlama kılavuzları ile kişisel tecrübe yardımıyla lisanslı halkalamacılar tarafından teşhis edilmiş ve halkalanmıştır. Kuşlar gerekli ölçümler alınıp bilgiler kaydedildikten sonra, kenelerin en fazla tutunduğu bölge olan baş, boyun, göğüs kısmındaki tüyler üflenerek her bir kuşa kene varlığı kontrol edilmiştir. Üzerinden kene toplanan kuşlar tekrar doğaya serbest bırakılmıştır.



Şekil 2. Kızılırmak Deltası Kuş Cenneti göçmen kuş halkalama çalışması istasyonları kuş yakalama ağıları.

3.2. Kene Örneklerin Toplanması ve Tür Teşhislerinin Yapılması

Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nden Doç. Dr. Kiraz ERCİYAS-YAVUZ sorumluluğunda, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün 72784983-488.04-241348 numaralı ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hayvan Etik Kurulu tarafından B.30.2.ODM.0.20.09.00-050.04-96 sayılı etik kurul izinleri ile Ornitoloji Araştırma Merkezi tarafından yürütülen kuş halkalama çalışmaları sırasında Kızılırmak Deltası'nda çeşitli göçmen kuşlar üzerinden 2016 yılı ilkbahar (Mart, Nisan ve Mayıs) ve sonbahar (Ağustos, Eylül ve Ekim) göç dönemlerinde 83 tür, 51 cins, 34 familya ve 12 takıma ait 7992 kuşta kene istilasısı yönünden inceleme yapılmıştır. Keneler bir forcep pens yardımıyla alınarak %70'lik alkol içeren tüplere alınmış ve tüplerin üzerine konak adı, tarih ve halka numarası gibi bilgileri içeren bilgiler yazılarak etiketlenmiştir. Toplanan keneler, projemizde kullanılmak üzere Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Parazitoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Kenelerin tür teşhisleri ayırıcı morfolojik karakterlere dayanılarak steromikroskop (Leica MZ16 ve Olympus SZ61) ve Filippova (1977, 1997) tarafından hazırlanan tayin anahtarları kullanılarak yapılmıştır. Örnekler moleküler çalışmalar yapılana kadar bölümümüz Parazitoloji Laboratuvarında %70'lik alkol içerisinde etiketlenerek saklanmıştır. Kuşlardan kenelerin toplanma, teşhis ve saklanma aşamaları Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Kuşlardan kene örneklerinin toplanması, teşhis edilmesi ve saklanması

3.3. Kenelerden DNA İzolasyonunun Yapılması

Kızılırmak Deltası'nda çeşitli göçmen kuşlar üzerinden 2016 yılı ilkbahar ve sonbahar göçleri sırasında Passeriformes takımındaki 16 familyaya ait 33 türde 349 adet kuştan toplam 1229 kene toplanmıştır. Proje kapsamında Kızılırmak Deltası kuşları üzerinden toplanan ve konak türler göz önüne alınarak seçilen 19 kuş türünden toplamda 76 kuştan 103 adet kene seçilmiştir. Seçilen örnekler bireysel olarak total genomik DNA izolasyonu üretici firma (PureLink™ Genomic DNA Mini Kit, Invitrogen, Carlsbad, CA, ABD) tarafından sunulan prosedür takip edilerek yapılmıştır. DNA izolasyon aşamaları aşağıda belirtilmiştir.

1. Alkolü uzaklaştırılan örnekler 1.5 ml'lik mikrosantrifüj tüplerine konuldu ve inkübatör içerisinde kurumaya bırakıldı.
2. Örnekler üzerine 180 µl PureLink™ Genomic Digestion Buffer eklendi.
3. Örnekler steril bisturi ile parçalandı ve üzerine 40 µl Proteinaz K eklendi.
4. Lizat vortekslendi ve santrifüj edilerek 55° C'de bir gece inkübasyona bırakıldı.
5. Örnekler inkübasyondan sonra maksimum hızla (12.000 rpm) santrifüj edildi.

6. Süpernatant yeni bir ependorfa aktarıldı.
7. 20µl RNase A eklenerek vortekslendi ve 2 dk oda sıcaklığında inkübe edildi.
8. 200 µl Genomic Lizis/ Binding Buffer eklendi ve vortekslendi.
9. 200 µl (% 96-100) Ethanol eklendi ve 5 dk vortekslendi.
10. Hazırlanan lizat (toplam 640 µl) filtreli tüpe aktarıldı ve filtreli tüp 10.000 xg'de 1 dk santrifüj edildi.
11. Filtreli tüp yeni bir kolon içerisine alındı, toplama tüpü içerisindeki sıvı ile birlikte atıldı.
12. Filtreli tüpe %96-100 etanol ile hazırlanmış 500 µl ilk yıkama tamponu eklendi ve oda sıcaklığında 10.000 xg'de 1 dk santrifüj edildi ve toplama tüpü atıldı.
13. Filtreli tüp yeni bir toplama tüpüne yerleştirildi, üzerine 500 µl ikinci yıkama solüsyonu eklendi ve 10.000 xg'de 1 dk santrifüj edildi ve toplama tüpü atıldı.
14. Filtreli tüp 1,5 µl'lik steril bir ependorf tüpüne yerleştirildi ve filtreli tüp üzerine 50 µl DNA Elüsyon Tamponu eklendi.
15. Oda sıcaklığında 1 dk inkübe edildi. Daha sonra oda sıcaklığında maksimum hızda 1 dk santrifüj edildi.
16. Filtreli tüp atıldı ve ependorf tüpü içerisindeki DNA PZR yapılına kadar -20 °C'de saklandı.

Örneklerden elde edilen DNA miktarı 260/230 dalga boyunda Nanodrop (Multiskan Go, Thermo Scientific, Vantaa, Finlandiya) ile ölçüldü.

3.4. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)

Çalışmamızda, *Rickettsia* ve *Borrelia* varlığının saptanmasında doğruluğu kanıtlanmış cins spesifik evrensel primer setleri kullanılmıştır. Tez çalışması kapsamında kuşlar üzerinden toplanan kenelerden elde ettiğimiz genomik DNA'lar, *Rickettsia* varlığını belirlemek için riketsiyal sitrat sentaz geninin (*gltA*) ~750 bp'lik bir kısmını hedefleyen RpCS.409d-RpCS.1258n primer seti ile; *Borrelia* varlığının saptanması için ise flagellin B geninin (*flaB*,) ~658 bp'lik bir kısmını hedefleyen FlaLL–FlaRL primer seti ile PZR işlemine tabi tutulmuştur. Ayrıca çalışma kapsamında kuşlar üzerinden toplanan *Hyalomma* cinsine ait türlerin teşhislerinin doğrulanması için 16S rDNA geninin 460 bp bölgesini hedefleyen 16S+1 (5'-CTGCTCAATGATTTTTTAAATTGCTGTGG-3 ve

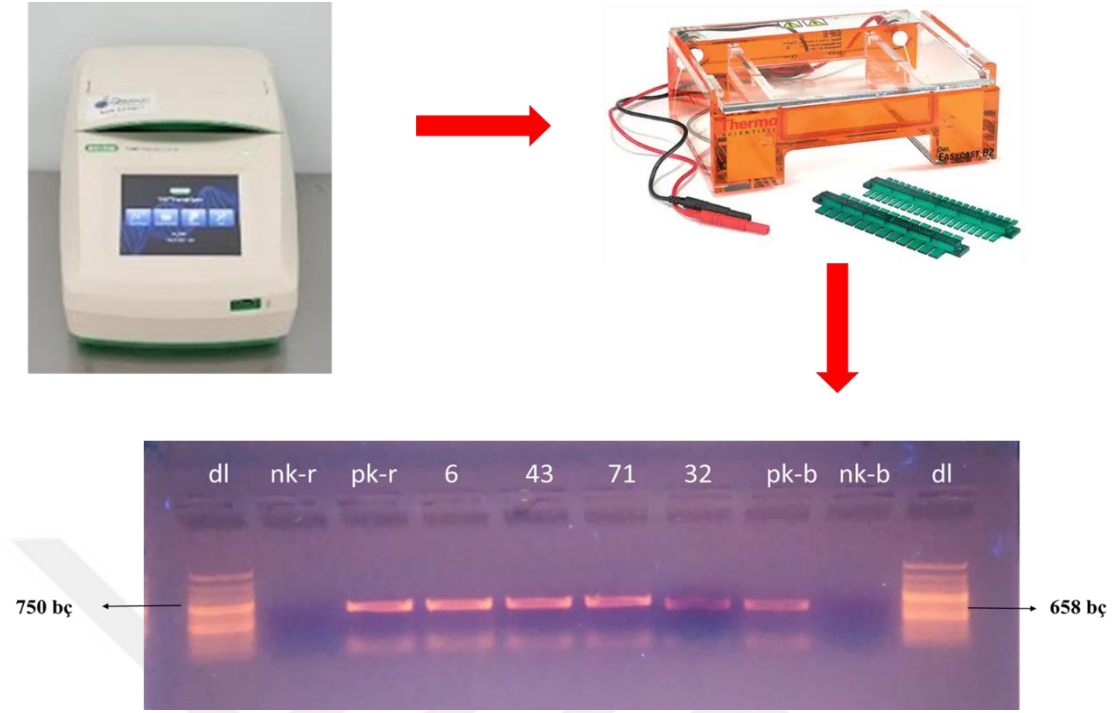
16S-1 (5'-CCGGTCTGAACTCAGATCAAGT-3') primer seti ile PZR işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan PZR işlemlerinde reaksiyonların içeriği “25 µl Master Mix (DNA tag pol ve dNTPler+ tampon), 2 µl forward primer, 2 µl revers primer, 2 µl template DNA, 19 µl DNA grade su” olacak şekilde ayarlanmıştır. PZR parametleri 94 °C 2 dk, 35 döngü [94 °C 30 s, 56 °C 30 s, 72 °C 1 dk], 72 °C 10 dk şeklinde tasarlanmıştır. Çalışmada kullanılan *Rickettsia* ve *Borrelia* primerleri ve PZR parametreleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. *Rickettsia* ve *Borrelia* varlığı tespiti için hedeflenen gen bölgeleri ve kullanılan primer setleri

Hedef Organizma / Gen	Primer Adı	Primer dizisi	Hedef bölge büyüklüğü	Bağlanma sıcaklığı (°C)	Kaynak
<i>Rickettsia</i> (<i>gltA</i>)	RpCS.409d RpCS.1258n	CCTATGGCTATTATGCTTGC ATTGCAAAAAGTACAGTGAACA	750 bp	54	Roux ve ark. 1997
<i>Borrelia</i> (<i>Fla</i>)	FlaLL FlaRL	ACATATTCAGATGCAGACAGAGGT GCAATCATAGCCATTGCAGATTGT	658 bp	55	Barbour ve ark.1996

3.5. Agaroz Jel Elektroforezi, DNA Dizi ve Biyoinformatik Analizler

PZR ürünlerindeki *Rickettsia* ve *Borrelia* pozitif DNA bantlarının varlığı %1’lik agaroz jel elektroforezi ile belirlenmiştir. Elektroforez tankı büyüklüğü göz önünde bulundurularak, 1 gr agaroz 100 ml 1X TAE içerisinde konuldu ve mikro dalga fırında 1-2 dakika ısıtılarak çözüldü. İçerisine 1 µl Etidyum bromür ilave edilen agaroz jel sonra içerisinde uygun tırağın takılı olduğu elektroforez tankına döküldü. Agaroz jel soğuduktan sonra elektroforez tankına TAE tamponu eklendi ve jeldeki tarak çıkartıldı. Standart olarak agaroz jeldeki ilk kuyucuğa, 1.5 µl 100bp Plus DNA Ladder, ikinci kuyucuğa 1 µl 6X DNA loading dye ve 5 µl DNA karışımından 6 µl pozitif kontrol yüklenmiştir. Diğer kuyucuklara ise 1 µl 6X DNA loading dye ve PZR ürünlerimiz yüklendi ve agaroz jelde 30 dk – 100 MA uygulanarak koşturulduktan sonra hedef bant varlığı görüntüleme sistemi (UVP Transilluminator, Thermo Fisher Scientific) kullanılarak görüntülendi ve fotoğraflandı. Agaroz jel elektroforezi ve jel görüntüleri şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4. Agaro z jel elektroforezi ve pozitif örneklerin jel görüntüleri (dl: DNA Ladder, nk-r: *Rickettsia* negatif kontrol, pk-r: *Rickettsia* pozitif kontrol, 6,43,71: *Rickettsia* pozitif örnekler, nk-b: *Borrelia* negatif kontrol, pk-b: *Borrelia* pozitif kontrol, 32: *Borrelia* pozitif örnek)

Dizi analizi için PZR ürünleri, saflaştırma yapıldıktan sonra forward ve revers primerler kullanılarak ilgili firmaya (Macrogen Inc., Amsterdam, Hollanda) çift yönlü olarak dizilettirilmiştir. Her bir örneğe ait forward ve reverse diziler BioEdit programına (Hall, 1999) yüklenerek hizalandı ve konsensus diziler elde edildi. Konsensus diziler NCBI GenBank Database’i kullanılarak homoloji analizine tabi tutuldu ve daha önce GenBanka yüklemiş *Rickettsia* ve *Borrelia* dizileri ile olan benzerliği araştırıldı. Elde edilen diziler Mega X programı (Kumar ve ark., 2018) kullanılarak maksimum olasılık metoduna göre filogenetik ağaçlar çizildi ve tespit edilen türlerin filogenetik ilişkileri ortaya çıkarıldı.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Kuşlar Üzerinde Parazitlenen Kene Türleri

Çalışma kapsamında Kızılırmak Deltası'nda yakalanan Passeriformes takımındaki 16 familyaya ait 33 türde 349 adet kuştan toplam 1229 (649 larva, 536 nimf, 40 dişi, 4 erkek) kene toplanmıştır. Bu örnekler içerisinde konak ve kene türü gözetilerek seçilen 19 farklı türe ait 76 kuş üzerinden toplam 103 adet kene *Rickettsia* ve *Borrelia* varlığı açısından araştırılmıştır. (Çizelge 2). Bu kapsamda seçilen kenelerden 69'u *Ixodes* cinsine ait olup, bu cinse ait kenelerin *I. ricinus* (14 nimf), *I. redikorzevi* (2 dişi), *I. frontalis* (4 larva, 35 nimf ve 10 dişi) ve *I. eldaricus* (3 nimf ve 1 dişi) türlerine ait olduğu belirlenmiştir. *Ixodes ricinus* türü keneler *Acrocephalus scirpaceus*, *Phylloscopus collybita*, *Curruca melanocephala*, *Turdus merula* ve *Turdus philomelos* türü kuşlardan; *Ixodes redikorzevi* türü keneler *Luscinia luscinia* ve *Turdus merula* türü kuşlardan; *Ixodes frontalis* türü keneler *Acrocephalus scirpaceus*, *Cettia cetti*, *Erithacus rubecula*, *Fringella coelebs*, *Luscinia luscinia*, *Remiz pendulinis*, *Phylloscopus collybita*, *Curruca melanocephala*, *Turdus merula* ve *Turdus philomelos* türü kuşlardan; *Ixodes eldaricus* türü keneler *Turdus philomelos* ve *Turdus merula* türü kuşlardan toplanmıştır.

Tez kapsamında *Hyalomma* cinsine ait örnekler (2 larva ve 18 nimf), *Acrocephalus arundinaceus*, *Ficedula hypoleuca*, *Lanius collurio*, *Luscinia luscinia*, *Luscinia megarhynchos*, *Phoenicurus phoenicurus*, *Saxicola rubetra*, *Sylvia atricapilla*, *Sylvia borin* ve *Turdus merula* türü kuşlardan toplanmıştır. *Hyalomma* cinsine ait larva ve nimf evreleri, gözlerin skutum üzerindeki konumu ve hipostomun iç kısmındaki büyük dişlerin sayısı dikkate alınarak *Hyalomma marginatum* tür kompleksine ait olduğu tespit edilmiştir. Bu grubun üyelerinin larva nimflerinin morfolojik teşhisleri oldukça zor olduğu için, kuşlar üzerinden toplanan *Hyalomma* cinsine ait bireylerinden bazılarının teşhisleri için 16S rDNA geninin 460 bp bölgesini hedefleyen primer seti kullanılmış ve ilgili bireylerin *Hyalomma marginatum* türüne ait oldukları moleküler olarak da doğrulanmıştır (Black ve Piesman, 1994).

Tez kapsamında *Haemaphysalis* cinsine ait 14 adet nimf kene örneği, *Erithacus rubecula*, *Prunella modularis* ve *Turdus merula* türü kuşlar üzerinden toplanmıştır. Bu kenelerin ise *H. punctata* (2 nimf) ve *H. concinna* (12 nimf) türlerine ait oldukları tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Kızılırmak Deltası’ndan toplanan kuşlar üzerindeki kene türleri.

Kene*	Konak	İncelenen Kuş Sayısı	İncelenen Kene Örneği
<i>Haemaphysalis concinna</i>	<i>Erithacus rubecula</i>	1	1(1N)
	<i>Prunella modularis</i>	1	1(1N)
	<i>Turdus merula</i>	9	10(10N)
<i>Haemaphysalis punctata</i>	<i>Turdus merula</i>	2	2(N)
<i>Hyalomma marginatum</i>	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	2	3(N)
	<i>Ficedula hypoleuca</i>	1	1(1L)
	<i>Lanius collurio</i>	1	2(2N)
	<i>Luscinia luscinia</i>	2	3(3N)
	<i>Luscinia megarhynchos</i>	3	4(4N)
	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	1	1(1N)
	<i>Saxicola rubetra</i>	1	1(1N)
	<i>Sylvia atricapilla</i>	2	2(2N)
	<i>Sylvia borin</i>	2	2(2N)
	<i>Turdus merula</i>	1	1(1L)
<i>Ixodes eldaricus</i>	<i>Turdus philomelos</i>	1	1(1F)
	<i>Turdus merula</i>	1	3(3N)
<i>Ixodes frontalis</i>	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	2	2(2N)
	<i>Cettia cetti</i>	1	1(1F)
	<i>Erithacus rubecula</i>	9	11(1F, 10N)
	<i>Fringella coelebs</i>	4	4(2F, 2N)
	<i>Luscinia luscinia</i>	1	1(1F)
	<i>Remiz pendulinis</i>	1	1(1N)
	<i>Phylloscopus collybita</i>	1	1(1N)
	<i>Curruca melanocephala</i>	2	2(2N)
	<i>Turdus merula</i>	14	21 (5F, 2L, 14N)
	<i>Turdus philomelos</i>	3	5(2L, 3N)
<i>Ixodes redikorzevi</i>	<i>Luscinia luscinia</i>	1	1(1F)
	<i>Turdus merula</i>	1	1(1F)
<i>Ixodes ricinus</i>	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	1	1(1N)
	<i>Phylloscopus collybita</i>	1	1(1N)
	<i>Curruca melanocephala</i>	1	1(1N)
	<i>Turdus merula</i>	7	8(8N)
	<i>Turdus philomelos</i>	2	3(3N)
			6L, 84N, 13 F

* Çizelge kene ve konak ilişkisi göstermek için oluşturulmuş, birlikte-enfestasyon (co-enfestasyon) vakaları tabloda gösterilmemiştir.

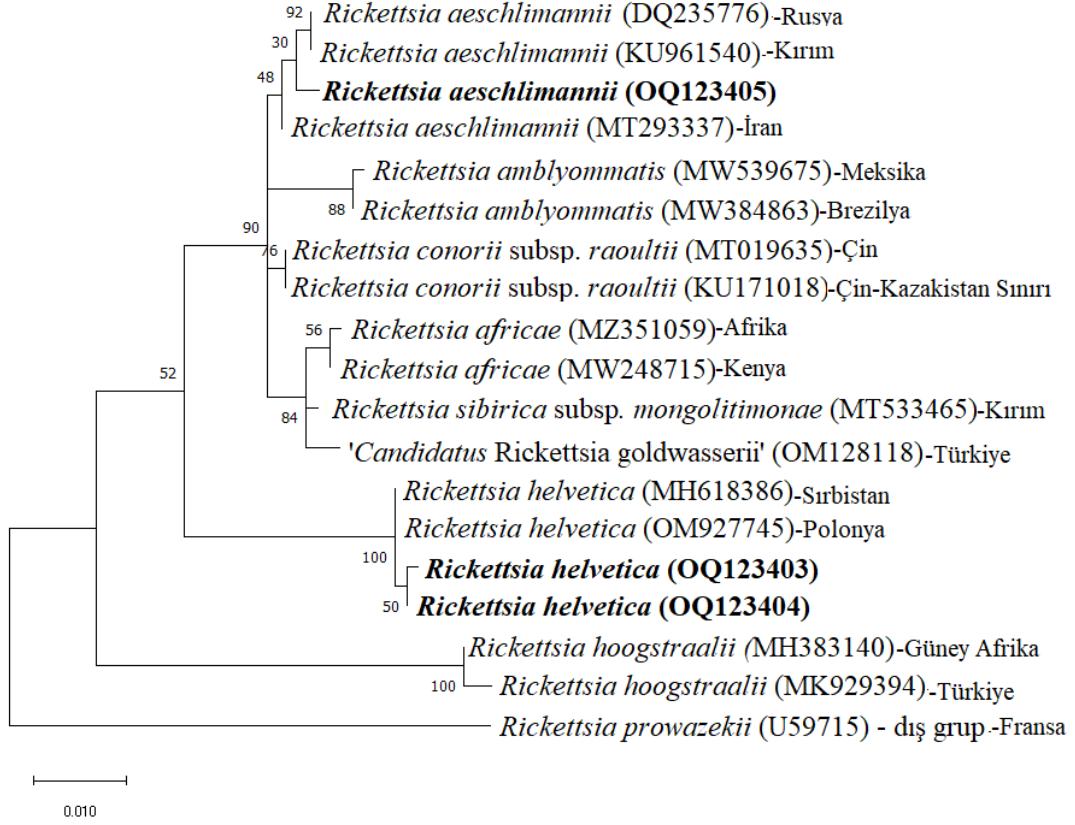
4.2. Kenelerde Tespit Edilen *Rickettsia* ve *Borrelia* Türleri

Çalışma kapsamında 19 kuş türüne ait 76 kuş üzerinde toplanan 103 kene *Rickettsia* ve *Borrelia* varlığı açısından incelenmiş ve kenelerin üçünün *Rickettsia* ve birinin ise *Borrelia* bakterisi açısından pozitif olduğu tespit edilmiştir.

Turdus philomelos türü kuş üzerinden toplanan *Ixodes ricinus* türü keneden sitrat sentaz geni (*gltA*) hedefleyerek elde edilen DNA dizisi (Genbank erişim numarası: OQ123403) NCBI GenBank verileri ile kıyaslandığında çok sayıda *Rickettsia helvetica* izolatu [*Rickettsia helvetica* isolate Novosibirsk-12-27 (Genbank erişim numarası: KM288468), *Rickettsia helvetica* isolate Riche1 (Genbank erişim numarası: MW595232), *Rickettsia helvetica* isolate Z116 (Genbank erişim numarası: MN226407), *Rickettsia helvetica* strain 43Tr (Genbank erişim numarası: KR150786), *Rickettsia helvetica* isolate Nsk969 type II (Genbank erişim numarası: MT150588)] ile %99.60 ila %100 oranında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde, *Turdus merula* türü kuş üzerinden toplanılan *Ixodes eldaricus* türü kenelerden sitrat sentaz geni (*gltA*) hedefleyerek elde ettiğimiz DNA dizisinin (Genbank erişim numarası: OQ123404) NCBI GenBank verileri ile kıyasladığımızda çok sayıda *Rickettsia helvetica* izolatu ile [*Rickettsia helvetica* isolate 5-S-14 (Genbank erişim numarası: KY488349), *Rickettsia helvetica* isolate Z116 (Genbank erişim numarası: MN226407), *Rickettsia helvetica* isolate Novosibirsk-12-27 (Genbank erişim numarası: KM288468), *Rickettsia helvetica* isolate Nsk969 type II (Genbank erişim numarası: MT150588), *Rickettsia helvetica* isolate 21-2 (Genbank erişim numarası: EU359286)] ile %99.24 ila %99.58 oranında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

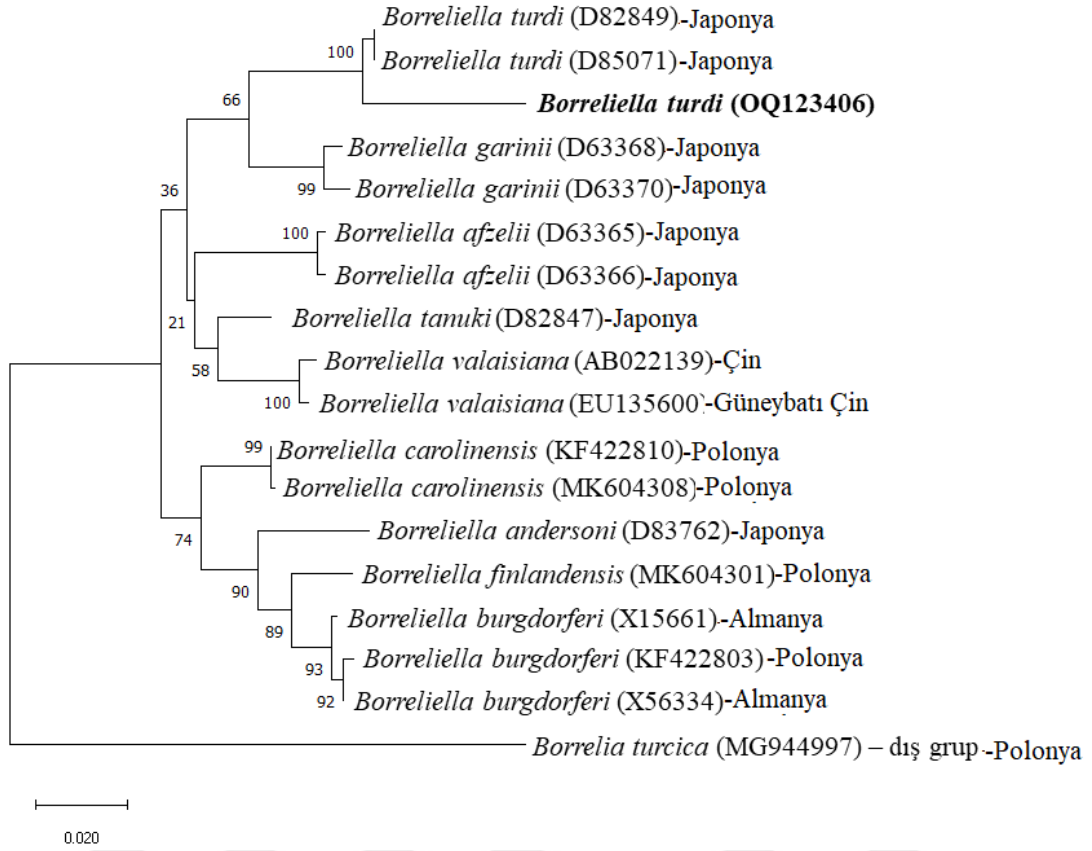
Saxicola rubetra türü kuş üzerinden toplanılan *Hyalomma marginatum* türü keneden sitrat sentaz geni (*gltA*) hedefleyerek elde ettiğimiz DNA dizisinin (Genbank erişim numarası: OQ123405) NCBI GenBank verileri ile kıyasladığımızda çok sayıda *Rickettsia aeschlimannii* izolatu [*Rickettsia aeschlimannii* isolate Crimea-4 type II (Genbank erişim numarası: KU961540), *Rickettsia aeschlimannii* strain Stavropol GltA (*gltA*) (Genbank erişim numarası: DQ235776), *Rickettsia aeschlimannii* isolate TA5-ZN-IR (Genbank erişim numarası: MT293342), *Rickettsia aeschlimannii* isolate Ta6ZN-IR (Genbank erişim numarası: MW219589), *Rickettsia aeschlimannii* clone D3HL13 (Genbank erişim numarası: KY937991)] ile %99.73 ila %100 oranında benzerlik gösterdiği tespit

edilmiştir. Çalışma kapsamında kuşlar üzerinden toplanılan kenelerde tespit edilen *Rickettsia* türlerinin Maksimum Olasılık (Maximum likelihood) metodu ve Tamura - Nei modeline göre hazırlanan filogenetik ilişkisi Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. *Rickettsia* cinsine ait türlerin sitrat sentaz (*gltA*) geni baz alınarak oluşturulan filogenetik ağaç. (Tez kapsamında elde edilen *Rickettsia* pozitif örnekler koyu renkli olarak gösterilmiştir).

Tez çalışması kapsamında, *Turdus merula* türü kuş üzerinden alınan *Ixodes frontalis* türüne ait bir nimf keneden flagellin geni (*flaB*) hedefleyerek elde edilen DNA dizisinin (Genbank erişim numarası: OQ123406) NCBI GenBank verileri ile kıyasladığımızda *Borrelia turdi* (Genbank erişim numaraları: D85071 ve D82849) ile % 98.65 ila 98.73 oranında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında kuşlar üzerinden toplanılan kenelerde tespit edilen *Borrelia* türünün Maksimum Olasılık (Maximum likelihood) metodu ve Tamura - Nei modeline göre hazırlanan filogenetik ilişkisi Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. *Borrelia* cinsine ait türlerin flagellin B (*flaB*) geni baz alınarak oluşturulan filogenetik ağaç. (Tez kapsamında elde edilen *Borrelia* türü koyu renkli olarak gösterilmiştir, ilgili tür NCBI GenBank veri tabanında *Borrelia* cinsi içerisinde aktarıldığı için şekilde değişiklik yapılmamıştır).

Çalışma kapsamında tespit edilen bakterilere verilen izolat adları, konak kene adı, GenBank verilerine göre yüzde benzerlik verisi ve GenBank erişim numaralarına ait bilgiler Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3. Kızılırmak deltası kuşları üzerinden toplanan kenelerde tespit edilen *Rickettsia* ve *Borrelia* türlerine ait veriler.

İzolat	Bakteri türü	Kene türü	Konak türü	Dizilenen gen	Nükleotid benzerlik yüzdesi	Genbank Erişim No.
IRI6	<i>R. helvetica</i>	<i>I. ricinus</i>	<i>T. philomelos</i>	<i>gltA</i>	99.60 - 100	OQ123403
ISP43	<i>R. helvetica</i>	<i>I. eldaricus</i>	<i>T. merula</i>	<i>gltA</i>	99.24 - 99.58	OQ123404
HMA71	<i>R. aeschlimannii</i>	<i>H. marginatum</i>	<i>S. rubetra</i>	<i>gltA</i>	99.73 - 100	OQ123405
IFR32	<i>B. turdi</i>	<i>I. frontalis</i>	<i>T. merula</i>	<i>flaB</i>	98.65 - 98.73	OQ123406

4.3. Çalışma Bulgularının Tartışması

Keneler, dünya genelinde çok sayıda zoonotik hastalık etkeninin insan ve hayvanlara bulaştırılmasında rol oynayan vektör canlılardandır. Keneler ve kene kaynaklı patojenlerin bir bölgeden başka bir bölgeye yayılmasında konak oldukları canlıların hareket ve göçleri ile doğrudan ilişkilidir.

Kuşların çok sayıda kene türüne konaklık ettiğine ve üzerindeki keneleri uzun mesafeler boyunca taşıdığı çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Hoogstraal ve ark., 1961; Clifford ve ark., 1969; Kjelland ve ark., 2010;). Ancak ülkemizde kuşlar üzerinde taşınan kene türleri ve taşıdıkları patojenik organizmaların varlıkları ve yaygınlıkları üzerine sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır (Keskin ve ark., 2014; Keskin ve Erciyas-Yavuz, 2016, 2019).

Türkiye’de görülen en önemli kene kaynaklı hastalık KKKA hastalığıdır. Leblebicioglu ve ark., (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, Kızılırmak deltasında yapılan bir çalışmada, yakalanan ve halkalanan 17 türe ait 13377 kuşun 65’inde (%0.5) kene enfestasyonu tespit edilmiştir. Bu kuşlardan *Ixodes*, *Hyalomma*, *Haemaphysalis* ve *Rhipicephalus* cinsine ait toplam 188 kene toplanmış ve bu kenelerde KKKA virüsünün varlığı araştırılmıştır. Çalışma sonucunda 2 kenenin (*Hyalomma* sp. ve *Ixodes* sp.) KKKA virüsü açısından pozitif olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen 2 izolatında, Türkiye’de yaygın olan KKKAV genotip 4 ile benzerlik gösterdiğinden, kenelerin Türkiye’de mi yoksa kuş göçü sırasında daha önce mi enfekte olduğunu söylemek mümkün olmadığı belirtilmiştir.

Türkiye’de kuşlar üzerinden toplanılan kenelerde rastlanılan diğer bir kene kaynaklı patojen Alkhurma hemorajik ateş virüsü (AHFV)’dür. 1995 yılında Suudi Arabistan’ın Cidde Eyaletinde viral hemorajik ateş salgını sonrasında tanımlanan bu patojen, Doğu Hindistan’da endemik olan Kyasanur Ormanı hastalığı virüsünün (KFDV) bir varyantıdır. Alkhurma hemorolojik ateşi virüsü Arabistan’da *Ornithodoros savignyi* türü yumuşak kenelerde ve *H. dromedarii* türü sert kenelerde tespit edilmiştir. Hoffman ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmada, kuşlar üzerinde parazitlenen kenelerde AHFV varlığı araştırılmış ve Yunanistan’da yapılan çalışmalarda *Motacilla flava*, *Lanius senator niloticus* ve *Acrocephalus schoenobaenus* türleri üzerinden, Türkiye’de (Kızılırmak Deltasında) ise *Phoenicurus phoenicurus* türü kuş üzerinden alınan *H. rufipes* türü kenelerde AHFV varlığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında, Kızılırmak Deltası göçmen ve yerel kuşlardan toplanan sert kenelerde *Rickettsia* ve *Borrelia* bakterilerinin varlığı PZR yöntemiyle incelenmiştir. Çalışma kapsamında yakalanan kuşlardan *E. rubecula*, *T. merula* ve *T. philomelos* türlerinin keneler tarafından yoğun olarak enfeste olduğu ve yaygın kenelerin *Haemaphysalis*, *Hyalomma* ve *Ixodes* cinslerine ait türler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada Kızılırmak Deltası'ndaki kuşları enfeste eden kenelerin *R. aeschlimannii*, *R. helvetica* ve *B. turdi* bakterilerini taşıdıkları tespit edilmiştir.

Rickettsia aeschlimannii 1992 yılında ilk kez Fas'ta sığırlardan toplanan *H. marginatum* türü kenelerden izole edilmiştir (Beati ve ark., 1997). *Rickettsia aeschlimannii* daha çok *H. marginatum* türü kenelerde yaygın olmakla birlikte *I. ricinus*, *H. aegyptium*, *H. detritum*, *H. dromedarii*, *H. excavatum*, *H. rufipes*, *H. truncatum*, *H. punctata*, *R. annulatus*, *R. appendiculatus*, *R. bursa*, *R. evertsi evertsi*, *R. sanguineus* ve *R. turanicus* taksonlarına ait kenelerde de varlığı bildirilmiştir (Parola ve ark., 2013). Yapılan çalışmalarda *R. aeschlimannii*'nin *H. marginatum* türü kenelerde transadial ve transovariyal olarak geçiş yapabildiği ve bakterinin *H. marginatum* türü kenelerin larva ve nimfleri ile de yayılabileceği gösterilmiştir (Parola ve ark., 2013).

İnsan patojeni olan *R. aeschlimannii* Avrupa ve Akdeniz'de geniş bir yayılım göstermektedir (Fernández-Soto ve ark., 2003). Portekiz'de kuşlarda yapılan bir çalışmada *Rickettsia aeschlimannii*, *R. helvetica* ve *R. massiliae* türlerine ait DNA'lar sırasıyla *H. marginatum*, *Ixodes ventalloi* ve *R. turanicus* türü kenelerde tespit edilmiştir (Santos-Silva ve ark., 2006). Ege Bölgesi'nde, Yunanistan'ın kuzeyinde 2013 yılında Passeriformes takımına ait göçmen kuşlarda *Borrelia* ve *Rickettsia* bakterileri araştırılmıştır. Bu çalışmada *H. marginatum*, *H. aegyptium* ve *Hyalomma* spp. türü kenelerde *Borrelia* DNA'sına rastlanmazken, *H. aegyptium*'da *R. aeschlimannii* bakterisi; *I. frontalis*, *H. aegyptium* ve *H. marginatum* türü kenelerde ise *Rickettsia* spp. varlıkları bildirilmiştir (Diakou ve ark., 2016). Almanya'da da göçmen bir kuş üzerinde toplanan *H. marginatum* türüne ait kenede *R. aeschlimannii* varlığı belirlenmiştir (Rumer ve ark., 2011). Hornok ve ark. (2013) yapmış olduğu bir çalışmada *Acrocephalus scirpaceus* tarafından taşınan *R. aeschlimannii* ile enfekte olmuş kenelerin patojeni dağıtma ihtimalinin düşük olduğunu, *T. merula*'nın bu patojeni Akdeniz bölgesi'nin kuzeyindeki yerleşim alanlarına yayabileceğini belirtmişlerdir.

Ülkemizde yapılan çalışmalarda *R. aeschlimannii* bakterilerinin *H. marginatum* türü kenelerde sıklıkla enfekte olduğu bildirilmiştir (Gargılı ve ark., 2012; Orkun ve ark., 2014a, b). *Hyalomma marginatum* türünün ergin öncesi evreleri tavşan, kirpi gibi küçük memeliler ve karga, keklik gibi yerden beslenen kuşlarda yaygın olarak bulunan, iki konaklı parazit bir kenedir. Larval dönemde kuşa bağlanan kene kuş göçü sırasında genelde 26 günlük bir periyotta nimfe dönüşmektedir. Bu sürede konaktan kan emen keneler konak üzerinde deri değiştirip nimf haline gelmektedir (Spengler ve ark., 2019).

Tez çalışması kapsamında, *Saxicola rubetra* türü kuş üzerinden toplanılan *H. marginatum* türü keneden sitrat sentaz geni (*gltA*) hedefleyerek elde edilen DNA dizisinin (OQ123405) NCBI GenBank verileri ile kıyaslandığında *R. aeschlimannii* ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizde *H. marginatum* türü kenelerde *R. aeschlimannii* varlığı daha önceki çalışmalarda tespit edilmiştir. Ancak uzun mesafe göçemeni bir tür olan *Saxicola rubetra* türü üzerinden toplanan kenelerde *R. aeschlimannii* varlığı ilk kez tespit edilerek literatüre katkı sağlanmıştır. Sahra altı Afrika'dan ilkbaharda ülkemize gelen *S. rubetra*, hem kışlama alanından hem de konakladığı diğer alanlardan aldığı keneyi ülkemize getirerek, kene kaynaklı patojenlerin farklı bölgelere taşınmasında aktif rol alabilir.

Tez çalışması kapsamında tespit edilen diğer riketsiyal organizma *Rickettsia helvetica* türüdür. *R. helvetica* ilk kez 1979 yılında İsveç'te *Ixodes ricinus* türü kenelerden izole edilmiştir. Sonraki çalışmalar *I. ricinus* türü kenelerin *R. helvetica* türünü yaygın olarak taşıdığı ve ana vektörü olduğu bildirilmiştir (Burgdorfer ve ark., 1979; Beati ve ark., 1993; Parola ve ark., 2005). Başlangıçta *R. helvetica* bakterisinin insanlar ve hayvanlar için zararsız olduğu düşünülmesine rağmen, sonraki yıllarda yapılan vaka bildirimleri *R. helvetica* türünün insanlarda spesifik olmayan bir ateşle seyreden bir hastalığa neden olduğunu ve menenjit ve ölümcül perimiyokardit dahil olmak üzere ciddi semptomların görüldüğü bildirilmiştir (Nilsson ve ark., 1999; Nilsson, 2009; Nilsson ve ark., 2010, 2011). Ülkemizde *R. helvetica* türü bakterinin, insanlar ve çiftlik hayvanlarından toplanılan *I. ricinus*, *D. marginatus* ve *H. marginatum* türüne ait kenelerde varlığı bildirilmiştir (Christova ve ark., 2003; Gargılı ve ark., 2012). Ancak göçmen *T. philomelos* türü üzerinden toplanılan *I. ricinus* ve *T. merula* türü kuş üzerinden toplanılan *I. eldaricus* türü kenelerde varlığı ilk kez çalışmamız kapsamında tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında ülkemiz kenelerinde varlığı tespit edilen son bakteriyel organizma grubu ise *Borrelia* cinsi bakterileridir. Klasik olarak bu cins, Lyme grubu ve tekrarlayan ateş grubu olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır. Ancak yapılan son moleküler çalışmalarda elde edilen filogenetik verilere dayanılarak Borreliaceae familyasının tekrarlayan ateşe neden olan türleri *Borrelia* cinsi içerisine, Lyme grubu spiroketlerin ise *Borrelia* adı altında yeni bir cins içerisine alınması önerilmiştir (Adeolu ve Gupta, 2014). Bu görüş, kene ve kene kaynaklı patojenler konusunda yetkin olan araştırmacılar tarafından tartışmalı bulunsa da (Margos ve ark., 2017, 2018; Stevenson ve ark., 2019), genel anlamda kabul görmüş (Bergström ve Normark, 2018; Barbour ve Qiu, 2019) ve NCBI Genbank veri tabanındaki Lyme grubu spiroketler *Borrelia* cinsi içerisine aktarılmıştır. Bu duruma bilim camiasında şiddetli itirazlar yapılmıştır (Margos ve ark., 2017, 2018, 2020, 2022). Bilim camiası tarafın bu görüş tam olarak kabul görmediğinden dolayı, çalışmamız kapsamında tespit ettiğimiz spiroket bakteri *Borrelia* cinsi içerisinde değil geçici olarak *Borrelia* cinsi içerisinde değerlendirilmiştir.

Çalışmamız kapsamında ülkemizde *T. merula* türü kuş üzerinden toplanılan *I. frontalis* türü kenede *Borrelia turdi* varlığı tespit edilmiştir. *Borrelia turdi* ilk kez 1996 yılında Japonya'da ötücü bir kuştan (*Emberiza spodocephala*) toplanan *Ixodes turdus* türü kenelerde tanımlanmıştır (Fukunaga ve ark., 1996). İnsan patojenitesi bildirilmeyen bu tür çoğunlukla kuşları konak olarak kullanan ornitofilik keneler ile ilişkilidir (Humair ve ark., 1998; Hasle, 2013; Norte ve ark., 2013; Palomar ve ark., 2012).

Norte ve ark., (2013, 2016) tarafından yapılan bir çalışmada, *T. merula*, *T. philomelos*, *P. major* ve *Troglodytes troglodytes* türlerine ait kuşlar üzerinde enfeste olan *I. frontalis* türüne ait kenelerde ve *T. merula* türüne ait kuş üzerinde enfeste olan *I. ricinus* türüne ait kenede *B. turdi* varlığı tespit edilmiştir. Yakın zamanlarda yapılan çalışmalarda, Avrupa'nın bazı ülkelerinde kuşlar üzerinden toplanan kenelerde çeşitli *Borrelia* türlerinin varlığı tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda Batı Avrupa'daki ötücü kuşlarda *B. valaisiana* ve *B. garinii* için rezervuar olabileceğine dair kanıtlar olduğu, bu konakçıların aynı zamanda *B. turdi* için de potansiyel rezervuar olabileceği fakat *B. lusitaniae* için rezervuar olmadığı belirtilmiştir (Hasle ve ark., 2011; Heylen ve ark., 2013; Kang ve ark., 2013; Margos ve ark., 2019; Norte ve ark., 2013, 2015, 2016).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Keneler, tüm aktif yaşam evrelerinde karasal omurgalılardan kan emmek zorunda olan dış parazitlerdir. Kuşlar çok sayıda kene türünün bir veya daha fazla yaşam evresinde konak olarak kullanılmaktadır. Ayrıca kuşlar çok sayıda patojenik organizmanın rezervuarı olarak da rol oynamaktadır. Göçmen kuşlar aracılığıyla hem kenelerin hem de patojenik organizmaların dünyanın farklı bölgelerine yayıldığı da çok sayıda çalışma ile gösterilmiştir (Hoogstraal ve ark., 1961; Clifford ve ark., 1969; Poupon ve ark., 2006; Ogden ve ark., 2008; Kjelland ve ark., 2010; Capek ve ark., 2014).

Ülkemiz Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarının birleşme noktasında bulunup kuzeyden ve güneyden gelen çeşitli göçmen kuşların ilkbahar ve sonbahar göç rotaları üzerinde yer almaktadır. Ülkemizde yapılan çeşitli çalışmalarda çok sayıda kuş türünü keneler tarafından enfeste olduğu tespit edilmiştir (Keskin ve ark., 2014; Keskin ve Erciyas-Yavuz, 2016, 2019). Keskin ve ark. (2014) tarafından Kızılırmak Deltası'nda, *Parus major* türü kuş üzerinden toplanan *I. arboricola* türü kenelerde '*Candidatus* Rickettsia vini' bakterisinin ülkemizde varlığı ilk kez bildirilmiş ve ülkemizde kuşlar üzerinde parazitlenen kenelerin çeşitli patojenik bakterilerin taşıyıcısı olabileceği ve kenelerin vektör potansiyellerinin araştırması gerektiği vurgulanmıştır. Bu çalışmada Kızılırmak Deltası'ndaki Passeriformes takımına ait göçmen ve yerel kuşlardan toplanan sert kenelerde *Rickettsia* ve *Borrelia* bakterilerinin varlıkları PZR yöntemi ile araştırılmıştır. Çalışmalarımız sonucunda *S. rubetra* türü kuş üzerinden toplanılan *H. marginatum* türü kenelerde *R. aeschlimannii*; *T. philomelos* türü üzerinden toplanılan *I. ricinus* türü kenede ve *T. merula* türü kuşlar üzerinden toplanılan *I. eldaricus* türü kenede ise *R. helvetica* varlığı ilk kez tespit edilerek literatüre katkı sağlanmıştır. Ayrıca, *T. merula* türüne ait kuş üzerinde enfeste olan *I. ricinus* türüne ait kenede *B. turdi* varlığı tespit edilmiştir. Bu çalışma ile *B. turdi* bakterisinin ülkemizde varlığı ilk kez tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen veriler, kuşlar üzerinde parazitlenen keneler tarafından taşınması muhtemel patojenlerin varlığı ve yaygınlığının detaylı bir şekilde çalışılması gerektiğini ortaya koymuştur.

6. KAYNAKLAR

- Adeolu, M., & Gupta, R. S. (2014). A phylogenomic and molecular marker based proposal for the division of the genus *Borrelia* into two genera: the emended genus *Borrelia* containing only the members of the relapsing fever *Borrelia*, and the genus *Borrelia* gen. nov. containing the members o. Antonie Van Leeuwenhoek, 105, 1049–1072.
- Angelakis, E., Bechah, Y., & Raoult, D. (2016). The history of epidemic typhus. In: Paleomicrobiology of humans (ss. 81–92). ASM Press.
- Anton, E., Font, B., Munoz, T., Sanfeliu, I., & Segura, F. (2003). Clinical and laboratory characteristics of 144 patients with Mediterranean spotted fever. European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases, 22(2), 126–128.
- Apanaskevich, D. A., Oliver, J. H., Sonenshine, D. E., & Roe, R. M. (2014). Life cycles and natural history of ticks. In: Biology of ticks, Vol. 1. (Ed: Sonenshine, D. E., ve Roe, R. M.). Oxford University Press, New York, NY, USA, 59–73.
- Bakırcı, S., Saralı, H., Aydın, L., Eren, H., & Karagenc, T. (2012). Distribution and seasonal activity of tick species on cattle in the West Aegean region of Turkey. Experimental and Applied Acarology, 56(2), 165–178.
- Barbour, A. G., & Hayes, S. F. (1986). Biology of *Borrelia* species. Microbiological Reviews, 50(4), 381–400.
- Barbour, A. G., Maupin, G. O., Teltow, G. J., Carter, C. J., & Piesman, J. (1996). Identification of an uncultivable *Borrelia* species in the hard tick *Amblyomma americanum*: possible agent of a Lyme disease-like illness. Journal of Infectious Diseases, 173(2), 403–409.
- Barbour, A. G., & Qiu, W. (2019). *Borrelia*, p 1–22. Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria. John Wiley and Sons, Inc., in association with Bergey's Manual Trust.
- Bariş, S., Erciyas, K., Gürsoy, A., Özsemir, C., & Nowakowski, J. (2005). Cernek-a new bird ringing station in Turkey. The Ring, 27(1), 113–120.
- Başbulut, E. A., Gözalan, A., Sönmez, C., Çöplü, N., Körhasan, B., Esen, B., Akın, L., & Ertek, M. (2012). Samsun kırsalında *Borrelia burgdorferi* ve kene ensefaliti virüsü seroprevalansının araştırılması. Mikrobiyol Bul, 46(2), 247–256.
- Beati, L., Meskini, M., Thiers, B., & Raoult, D. (1997). *Rickettsia aeschlimannii* sp. nov., a new spotted fever group rickettsia associated with *Hyalomma marginatum* ticks. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 47(2), 548–554.
- Beati, L., Péter, O., Burgdorfer, W., Aeschlimann, A., & Raoult, D. (1993). Confirmation that *Rickettsia helvetica* sp. nov. is a distinct species of the spotted fever group of rickettsiae. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 43(3), 521–526.

- Bergström, S., & Normark, J. (2018). Microbiological features distinguishing Lyme disease and relapsing fever spirochetes. *Wiener klinische Wochenschrift*, 130, 484–490.
- Bhatia, B., Feldmann, H., & Marzi, A. (2020). Kyasanur forest disease and Alkhurma hemorrhagic fever virus two neglected zoonotic pathogens. *Microorganisms*, 8(9), 1406.
- Bhowmick, B., & Han, Q. (2020). Corrigendum: Understanding tick biology and its implications in anti-tick and transmission blocking vaccines against tick-borne pathogens. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 319.
- Black, W. C., & Piesman, J. (1994). Phylogeny of hard-and soft-tick taxa (Acari: Ixodida) based on mitochondrial 16S rDNA sequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91(21), 10034.
- Bonnet, S. I., Binetruy, F., Hernández-Jarguín, A. M., & Duron, O. (2017). The tick microbiome: why non-pathogenic microorganisms matter in tick biology and pathogen transmission. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 7, 236.
- Burgdorfer, W., Barbour, A. G., Hayes, S. F., Benach, J. L., Grunwaldt, E., & Davis, J. P. (1982). Lyme disease a tick-borne spirochetosis *Science*, 216(4552), 1317–1319.
- Burgdorfer, W., Barbour, A. G., Hayes, S. F., Péter, O., & Aeschlimann, A. (1979). *Ixodes ricinus*: vector of a hitherto undescribed spotted fever group agent in Switzerland. *Acta Tropica*, 36, 357–367.
- Bursalı, A., Keskin, A., & Tekin, S. (2012). A review of the ticks (Acari: Ixodida) of Turkey: species diversity, hosts and geographical distribution. *Experimental and Applied Acarology*, 57(1), 91–104.
- Bursalı, A., Keskin, A., & Tekin, S. (2013). Ticks (Acari: Ixodida) infesting humans in the provinces of Kelkit Valley, a Crimean-Congo Hemorrhagic Fever endemic region in Turkey. *Experimental and Applied Acarology*, 59(4), 507–515.
- Bursalı, A., Keskin, A., Keskin, A., Kul-Köprülü, T., & Tekin, Ş. (2017). Çorum yöresinde insanlar üzerinde parazitlenen kenelerde riketsiya varlığının araştırılması. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74(4), 293–298.
- Capek, M., Literak, I., Kocianova, E., Sychra, O., Najer, T., Trnka, A., & Kverek, P. (2014). Ticks of the *Hyalomma marginatum* complex transported by migratory birds into Central Europe. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 5(5), 489–493.
- CDC, 2023a. Centers for Disease Control and Prevention. Rocky Mountain Spotted Fever (RMSF). <https://www.cdc.gov/rmsf/stats/index.html> (12.06.2023)
- CDC, 2023b. Centers for Disease Control and Prevention. Lyme Disease. <https://www.cdc.gov/lyme/index.html> (12.06.2023)
- Chitimia-Dobler, L., Dunlop, J. A., Pfeffer, T., Würzinger, F., Handschuh, S., & Mans, B. J. (2023). Hard ticks in Burmese amber with Australasian affinities. *Parasitology*, 150(2), 157–171.

- Christova, I., Van De Pol, J., Yazar, S., Velo, E., & Schouls, L. (2003). Identification of *Borrelia burgdorferi* sensu lato, *Anaplasma* and *Ehrlichia* species, and spotted fever group rickettsiae in ticks from Southeastern Europe. *European Journal Of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 22, 535–542.
- Clifford, C. M., Sonenshine, D. E., Atwood, E. L., Robbins, C. S., & Hughes, L. E. (1969). Tests on ticks from wild birds collected in the eastern United States for rickettsiae and viruses. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 18(6 (pt. 1)).
- Çelebi, B., Yeni, D. K., Yılmaz, Y., Matur, F., Babür, C., Öktem, M. A., Sözen, M., Karataş, A., Raoult, D., & Mediannikov, O. (2023). *Borrelia miyamotoi* in wild rodents from four different regions of Turkey. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 14(3), 102143.
- Dantas-Torres, F. (2007). Rocky Mountain spotted fever. *The Lancet Infectious Diseases*, 7(11), 724–732.
- Dantas-Torres, F. (2010). Biology and ecology of the brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus*. *Parasites and Vectors*, 3(1), 26.
- Dantas-Torres, F., Chomel, B. B., & Otranto, D. (2012). Ticks and tick-borne diseases: a one health perspective. *Trends in Parasitology*, 28(10), 437–446.
- Demongin, L. (2016). Identification guide to birds in the hand. *Brit Birds*, 109, 553-5.
- Diakou, A., Norte, A. C., Lopes de Carvalho, I., Nuncio, S., Nováková, M., Kautman, M., Alivizatos, H., Kazantzidis, S., Sychra, O., & Literák, I. (2016). Ticks and tick-borne pathogens in wild birds in Greece. *Parasitology Research*, 115, 2011–2016.
- Dipeolu, O. O., & Ogunji, F. O. (1980). Laboratory studies on factors influencing the oviposition and eclosion patterns of *Amblyomma variegatum* (Fabricius, 1794) females. *Folia Parasitologica*, 27, 257-264.
- Dubska, L., Literak, I., Kocianova, E., Taragelova, V., & Sychra, O. (2009). Differential role of passerine birds in distribution of *Borrelia spirochetes*, based on data from ticks collected from birds during the postbreeding migration period in Central Europe. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(3), 596–602.
- Elfving, K., Olsen, B., Bergström, S., Waldenström, J., Lundkvist, Å., Sjöstedt, A., Mejlon, H., & Nilsson, K. (2010). Dissemination of spotted fever Rickettsia agents in Europe by migrating birds. *PLoS ONE*, 5(1), e8572.
- Erman, O., Ozkan, M., Ayyildiz, N., & Doğan, S. (2007). Checklist of the mites (Arachnida: Acari) of Turkey. Second supplement. *Zootaxa*, 1532(1), 1–21.
- Estrada-Peña, A., Palomar, A. M., Santibáñez, P., Sánchez, N., Habela, M. A., Portillo, A., Romero, L., & Oteo, J. A. (2012). Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in ticks, Southwestern Europe, 2010. *Emerging infectious diseases*, 18(1), 179.
- Estrada-Peña, A., Venzal, J. M., Kocan, K. M., & Sonenshine, D. E. (2008). Overview: ticks as vectors of pathogens that cause disease in humans and animals. *Frontiers in*

Bioscience, 13, 6938-46.

- Fernández-Soto, P., Encinas-Grandes, A., & Pérez-Sánchez, R. (2003). *Rickettsia aeschlimannii* in Spain: molecular evidence in *Hyalomma marginatum* and five other tick species that feed on humans. *Emerging Infectious Diseases*, 9(7): 889–890.
- Filippova, N. A. (1977). Ixodid ticks of the subfamily Ixodinae. *Fauna SSSR New Ser* 4 (4) Nauka Publishing House, Moscow.
- Filippova, N. A. (1997). Ixodid ticks of subfamily Amblyomminae. In *fauna of Russia and neighbouring countries*, vol 4, no. 5. Nauka Publishing House, St.Petersburg.
- Foley, J. E., Nieto, N. C., Clueit, S. B., Foley, P., Nicholson, W. N., & Brown, R. N. (2007). Survey for zoonotic rickettsial pathogens in northern flying squirrels, *Glaucomys sabrinus*, in California. *Journal of Wildlife Diseases*, 43(4), 684–689.
- Fukunaga, M., Hamase, A., Okada, K., & Nakao, M. (1996). *Borrelia tanukii* sp. nov. and *Borrelia turdae* sp. nov. found from ixodid ticks in Japan rapid species identification by 16S rRNA gene-targeted PCR analysis. *Microbiology and Immunology*, 40(11), 877–881.
- Furtun, Ö. L., Erciyas Yavuz, K., & Karataş, A. (2021). *Trakuş Türkiye'nin Kuşları*. Türkiye İstanbul, İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 414 sf.
- Gargılı, A., Kar, S., Yilmazer, N., Ergonul, O., & Vatansever, Z. (2011). Different abundances of human-biting ticks in two neighboring provinces in Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(Suppl A), 93–97.
- Gargılı, A., Midilli, K., Ergin, S., Şengöz, G., Derviş, E., ve Pena, A. E. (2010). First record of *Borrelia spielmani* in Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, S167–S169.
- Gargılı, A., Palomar, A. M., Midilli, K., Portillo, A., Kar, S., & Oteo, J. A. (2012). *Rickettsia* species in ticks removed from humans in Istanbul, Turkey. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 12(11), 938–941.
- Groß, D., & Schäfer, G. (2011). 100th Anniversary of the death of Ricketts: Howard Taylor Ricketts (1871–1910). The namesake of the Rickettsiaceae family. *Microbes and Infection*, 13(1), 10–13.
- Guglielmone AA, Sánchez ME, Franco LG, Nava S, Rueda LM, & Robbins RG. (2023). Names of species of hard ticks. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária, Rafaela, Argentina. <http://rafaela.inta.gob.ar/nombresgarrapatas> (25 Mart 2023).
- Güner, E. S., Hashimoto, N., Takada, N., Kaneda, K., Imai, Y., & Masuzawa, T. (2003). First isolation and characterization of *Borrelia burgdorferi* sensu lato strains from *Ixodes ricinus* ticks in Turkey. *Journal of Medical Microbiology*, 52(9), 807–813.
- Güner, E. S., Watanabe, M., Hashimoto, N., Kadosaka, T., Kawamura, Y., Ezaki, T., Kawabata, H., Imai, Y., Kaneda, K., & Masuzawa, T. (2004). *Borrelia turcica* sp. nov., isolated from the hard tick *Hyalomma aegyptium* in Turkey. *International*

Journal Of Systematic and Evolutionary Microbiology, 54(5), 1649–1652.

- Güner, E. S., Watanabe, M., Kadosaka, T., Polat, E., Gargili, A., Gulanber, A., Ohashi, N., Kaneda, K., Imai, Y., & Masuzawa, T. (2005). Seroepidemiology of *Borrelia burgdorferi* sensu lato and *Anaplasma phagocytophilum* in wild mice captured in northern Turkey. *Epidemiology and Infection*, 133(2), 331–336.
- Güneş, T., Poyraz, O., & Vatansever, Z. (2011). Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in ticks collected from humans, livestock, and picnic sites in the hyperendemic region of Turkey. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 11(10), 1411–1416.
- Güneş, T., Poyraz, Ö., Ataş, M., & Turgut, N. H. (2012). The seroprevalence of *Rickettsia conorii* in humans living in villages of Tokat Province in Turkey, where Crimean-Congo hemorrhagic fever virus is endemic, and epidemiological similarities of both infectious agents. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 42(3), 441–448.
- Hall, T. A. (1999). BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic acids symposium series*, 41(41), 95–98.
- Hasle, G. (2013). Transport of ixodid ticks and tick-borne pathogens by migratory birds. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 3, 48.
- Hasle, G., Bjune, G. A., Midthjell, L., Røed, K. H., & Leinaas, H. P. (2011). Transport of *Ixodes ricinus* infected with *Borrelia* species to Norway by northward-migrating passerine birds. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 2(1), 37–43.
- Heinzel, H., Fitter, R. & Parslow, J. (1995). Türkiye ve Avrupa'nın Kuşları, Doğal Hayatı Koruma Derneği, İstanbul, Türkiye (çeviren: Boyla, K.A.).
- Heylen, D., Tjisse, E., Fonville, M., Matthysen, E., & Sprong, H. (2013). Transmission dynamics of *Borrelia burgdorferi* s.l. in a bird tick community. *Environmental Microbiology*, 15(2), 663–673.
- Hildebrandt, A., Franke, J., Meier, F., Sachse, S., Dorn, W., & Straube, E. (2010). The potential role of migratory birds in transmission cycles of *Babesia* spp., *Anaplasma phagocytophilum*, and *Rickettsia* spp. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 1(2), 105–107.
- Hoffman, T., Lindeborg, M., Barboutis, C., Erciyas-Yavuz, K., Evander, M., Fransson, T., Figuerola, J., Jaenson, T. G. T., Kiat, Y., & Lindgren, P.-E. (2018). Alkhurma hemorrhagic fever virus RNA in Hyalomma rufipes ticks infesting migratory birds, Europe and Asia Minor. *Emerging infectious diseases*, 24(5), 879.
- Hoogstraal, H., Kaiser, M. N., Traylor, M. A., Gaber, S., & Guindy, E. (1961). Ticks (Ixodoidea) on birds migrating from Africa to Europe and Asia. *Bulletin of the World Health Organization*, 24(2), 197.
- Hornok, S., Csörgő, T., de la Fuente, J., Gyuranecz, M., Privigyei, C., Meli, M. L., Kreizinger, Z., Gönczi, E., Fernández de Mera, I. G., & Hofmann-Lehmann, R. (2013). Synanthropic birds associated with high prevalence of tick-borne rickettsiae

- and with the first detection of *Rickettsia aeschlimannii* in Hungary. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 13(2), 77–83.
- Hornok, S., Kováts, D., Csörgő, T., Meli, M. L., Gönczi, E., Hadnagy, Z., Takács, N., Farkas, R., & Hofmann-Lehmann, R. (2014). Birds as potential reservoirs of tick-borne pathogens: first evidence of bacteraemia with *Rickettsia helvetica*. *Parasites and Vectors*, 7(1), 1–7.
- Humair, P.F., Postic, D., Wallich, R., & Gern, L. (1998). An avian reservoir (*Turdus merula*) of the Lyme borreliosis spirochetes. *Zentralblatt für Bakteriologie*, 287(4), 521–538.
- Ishiguro, F., Takada, N., Masuzawa, T., & Fukui, T. (2000). Prevalence of Lyme disease *Borrelia* spp. in ticks from migratory birds on the Japanese mainland. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(3), 982–986.
- Jameson, L. J., Morgan, P. J., Medlock, J. M., Watola, G., & Vaux, A. G. C. (2012). Importation of *Hyalomma marginatum*, vector of Crimean-Congo haemorrhagic fever virus, into the United Kingdom by migratory birds. *Ticks and tick-borne diseases*, 3(2), 95–99.
- Johnson, R. C., Schmid, G. P., Hyde, F. W., Steigerwalt, A. G., & Brenner, D. J. (1984). *Borrelia burgdorferi* sp. nov.: etiologic agent of Lyme disease. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 34(4), 496–497.
- Jongejan, F., & Uilenberg, G. (2004). The global importance of ticks. *Parasitology*, 129(S1), S3–S14.
- Kang, J.G., Kim, H.C., Choi, C.Y., Nam, H.Y., Chae, H.Y., Chong, S.T., Klein, T. A., Ko, S., & Chae, J.-S. (2013). Molecular detection of *Anaplasma*, *Bartonella*, and *Borrelia* species in ticks collected from migratory birds from Hong-do Island, Republic of Korea. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 13(4), 215–225.
- Karasartova, D., Gureser, A. S., Gokce, T., Celebi, B., Yapar, D., Keskin, A., Celik, S., Ece, Y., Erenler, A. K., & Usluca, S. (2018). Bacterial and protozoal pathogens found in ticks collected from humans in Corum province of Turkey. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 12(4), e0006395.
- Karatepe, M. (2008). I. Dünya savaşı yıllarında tifüs aşısının uygulanmasında Türk hekimlerinin rolü. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 42(2), 301–313.
- Keskin, A. (2010). Amasya ilinde bulunan sert kenelerin (Acari: Ixodidae) faunistik açıdan incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Keskin, A. (2014). Tokat yöresinde insanlar üzerinde parazitlenen sert kene (Acari: Ixodidae) türlerinin sistematik yönden incelenmesi ve bu kenelerde riketsiya varlığının araştırılması. (Doktora Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Keskin, A., & Erciyas-Yavuz, K. (2016). A reliminary investigation on ticks (Acari:

- Ixodidae) infesting birds in Kızılırmak delta, Turkey. Journal of Medical Entomology, 53(1), 217–220.
- Keskin, A., & Erciyas-Yavuz, K. (2019). Ticks (Acari: Ixodidae) parasitizing passerine birds in turkey with new records and new tick–host associations. Journal of Medical Entomology, 56(1), 156–161.
- Keskin, A., & Selçuk, A. Y. (2021). A survey for tick (Acari: Ixodidae) infestation on some wild mammals and the first record of *Ixodes trianguliceps* Birula in Turkey. Systematic and Applied Acarology, 26(12), 2209–2220.
- Keskin, A., Bursalı, A., Keskin, A., & Tekin, S. (2016). Molecular detection of spotted fever group rickettsiae in ticks removed from humans in Turkey. Ticks and Tick-borne Diseases, 7(5), 951–953.
- Keskin, A., Koprulu, T. K., Bursalı, A., Ozsemir, A. C., Yavuz, K. E., & Tekin, S. (2014). First record of *Ixodes arboricola* (Ixodida: Ixodidae) from Turkey with presence of ‘*Candidatus Rickettsia vini*’ (Rickettsiales: Rickettsiaceae). Journal of Medical Entomology, 51(4), 864–867.
- Kjelland, V., Stuen, S., Skarpaas, T., & Slettan, A. (2010). *Borrelia burgdorferi* sensu lato in *Ixodes ricinus* ticks collected from migratory birds in Southern Norway. Acta Veterinaria Scandinavica, 52(1), 1–6.
- Köksal, İ., Saltoğlu, N., Bingöl, T., & Öztürk, H. (1990). Bir Lyme hastalığı olgusu. Ankem Dergisi, 4, 284.
- Kul-Köprülü, T. (2012). Tokat ilinde bulunan sert kenelerdeki (Acari: Ixodidae) *Rickettsia* varlığının moleküler yöntemlerle tespiti (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Kuloglu, F., Akata, F., Tansel, O., Gurcan, S., Otkun, M., & Tugrul, M. (2004). Characteristics of cases with spotted fever group in Trakya region during the last six years. Klimik Dergisi, 17, 87–90.
- Kuloglu, F., Rolain, J. M., Akata, F., Eroglu, C., Celik, A. D., & Parola, P. (2012). Mediterranean spotted fever in the Trakya region of Turkey. Ticks and Tick-borne Diseases, 3(5–6), 298–304.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., & Tamura, K., (2018). MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Across Computing Platforms. Molecular Biology and Evolution, 35(6), 1547–1549.
- Kurtpınar, H. (1954). Türkiye keneleri. Güven Matbaası, Ankara.
- Leblebicioglu, H., Eroglu, C., Erciyas-Yavuz, K., Hokelek, M., Acici, M., & Yilmaz, H. (2014). Role of migratory birds in spreading Crimean-Congo hemorrhagic fever, Turkey. Emerging infectious diseases, 20(8), 1331.
- Lindeborg, M., Barboutis, C., Ehrenborg, C., Fransson, T., Jaenson, T. G. T., Lindgren, P.-E., Lundkvist, Å., Nyström, F., Salaneck, E., & Waldenström, J. (2012). Migratory birds, ticks, and Crimean-Congo hemorrhagic fever virus. Emerging

- infectious diseases, 18(12), 2095.
- Macaluso, K., Paddock, C. D., Sonenshine, D. E., & Roe, R. M. (2014). Tick-borne spotted fever group rickettsioses and *Rickettsia* species. In: Biology of ticks, Vol. 2, (Ed: Sonenshine, D. E., ve Roe, R. M.). Oxford University Press, New York, NY, USA, 211–250.
- Mancuso, E., Toma, L., Polci, A., d'Alessio, S. G., Di Luca, M., Orsini, M., Di Domenico, M., Marcacci, M., Mancini, G., & Spina, F. (2019). Crimean-Congo hemorrhagic fever virus genome in tick from migratory bird, Italy. *Emerging infectious diseases*, 25(7), 1418.
- Mans, B. J., Kelava, S., Pienaar, R., Featherston, J., de Castro, M. H., Quetglas, J., Reeves, W. K., Durden, L. A., Miller, M. M., & Lavery, T. M. (2021). Nuclear (18S-28S rRNA) and mitochondrial genome markers of *Carios* (*Carios*) *vespertilionis* (Argasidae) support *Carios* Latreille, 1796 as a lineage embedded in the Ornithodorinae: re-classification of the *Carios* sensu Klompen and Oliver (1993) clade into it. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 12(4), 101688.
- Mărcuțan, I.-D., Kalmár, Z., Ionică, A. M., D'Amico, G., Mihalca, A. D., Vasile, C., & Sándor, A. D. (2016). Spotted fever group rickettsiae in ticks of migratory birds in Romania. *Parasites and Vectors*, 9(1), 1–7.
- Margos, G., Becker, N. S., Fingerle, V., Sing, A., Ramos, J. A., de Carvalho, I. L., & Norte, A. C. (2019). Core genome phylogenetic analysis of the avian associated *Borrelia turdi* indicates a close relationship to *Borrelia garinii*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 131, 93–98.
- Margos, G., Castillo-Ramirez, S., Cutler, S., Dessau, R. B., Eikeland, R., Estrada-Peña, A., Gofton, A., Graña-Miraglia, L., Hunfeld, K.P., & Krause, A. (2020). Rejection of the name *Borrelia* and all proposed species comb. nov. placed therein. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70(5), 3577–3581.
- Margos, G., Fingerle, V., Cutler, S., Gofton, A., Stevenson, B., & Estrada-Peña, A. (2020). Controversies in bacterial taxonomy: The example of the genus *Borrelia*. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 11(2), 101335.
- Margos, G., Gofton, A., Wibberg, D., Dangel, A., Marosevic, D., Loh, S.-M., Oskam, C., & Fingerle, V. (2018). The genus *Borrelia* reloaded. *Plos one*, 13(12), e0208432.
- Margos, G., Marosevic, D., Cutler, S., Derdakova, M., Diuk-Wasser, M., Emler, S., Fish, D., Gray, J., Hunfeldt, K.P., & Jaulhac, B. (2017). There is inadequate evidence to support the division of the genus *Borrelia*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 67(4), 1081–1084.
- Margos, G., Wormser, G. P., Schwartz, I., Markowicz, M., Henningsson, A. J., Lienhard, R., Stevenson, B., Estrada-Peña, A., Sing, A., & Fingerle, V. (2022). Evidence of taxonomic bias in public databases: The example of the genus *Borrelia*. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 13(5), 101994.

- Merdivenci, A. (1969). Türkiye keneleri üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, İstanbul.
- Mert, A. (1997). Dört Marsilya humması olgusu. *Klimik Derg*, 10, 146–148.
- Mouffok, N., Parola, P., Lepidi, H., & Raoult, D. (2009). Mediterranean spotted fever in Algeria new trends. *International journal of infectious diseases*, 13(2), 227–235.
- Mullarney, K., Svensson, L., Zetterström, D. & Grant, J.P. (1999). Bird Guide-The most complete field guide to the Birds of Britain and Europe. Collins, London.
- Muñoz-Leal, S., Martins, M. M., Nava, S., Landulfo, G. A., Simons, S. M., Rodrigues, V. S., Ramos, V. N., Suzin, A., Szabó, M. P. J., & Labruna, M. B. (2020a). *Ornithodoros cerradoensis* n. sp. (Acari: Argasidae), a member of the *Ornithodoros talaje* (Guérin-Méneville, 1849) group, parasite of rodents in the Brazilian Savannah. *Ticks Tick-borne Dis.* 11(5): 101497.
- Muñoz-Leal, S., Venzal, J. M., Nava, S., Marcili, A., González-Acuña, D., Martins, T. F., & Labruna, M. B. (2020b). Description of a new soft tick species (Acari: Argasidae: Ornithodoros) parasite of *Octodon degus* (Rodentia: Octodontidae) in Northern Chile. *Ticks Tick-borne Dis.* 11(3): 101385.
- Muñoz-Leal, S., Venzal, J. M., Jorge, F. R., Teixeira, B. M., & Labruna, M. B. (2021). A new species of soft tick from dry tropical forests of Brazilian Caatinga. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 12(5), 101748.
- Nilsson, K. (2009). Septicaemia with *Rickettsia helvetica* in a patient with acute febrile illness, rash and myasthenia. *Journal of Infection*, 58(1), 79–82.
- Nilsson, K., Elfving, K., & Pålson, C. (2010). *Rickettsia helvetica* in patient with meningitis, Sweden, 2006. *Emerging Infectious Diseases*, 16(3), 490.
- Nilsson, K., Lindquist, O., & Pålson, C. (1999). Association of *Rickettsia helvetica* with chronic perimyocarditis in sudden cardiac death. *The Lancet*, 354(9185), 1169–1173.
- Nilsson, K., Wallménius, K., & Pålson, C. (2011). Coinfection with *Rickettsia helvetica* and herpes simplex virus 2 in a young woman with meningoencephalitis. *Case Reports in Infectious Diseases*, 2011.
- Norte, A. C., Araújo, P. M., Da Silva, L. P., Tenreiro, P. Q., Ramos, J. A., Nuncio, M. S., Zé-Zé, L., & Carvalho, I. L. (2016). Characterization through multilocus sequence analysis of *Borrelia turdi* isolates from Portugal. *Microbial Ecology*, 72, 831–839.
- Norte, A. C., Da Silva, L. P., Tenreiro, P. J. Q., Felgueiras, M. S., Araújo, P. M., Lopes, P. B., Matos, C., Rosa, A., Ferreira, P., & Encarnação, P. (2015). Patterns of tick infestation and their *Borrelia burgdorferi* s.l. infection in wild birds in Portugal. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 6(6), 743–750.
- Norte, A. C., Lopes de Carvalho, I., Nuncio, M. S., Ramos, J. A., & Gern, L. (2013). Blackbirds *Turdus merula* as competent reservoirs for *Borrelia turdi* and *Borrelia valaisiana* in Portugal: evidence from a xenodiagnostic experiment. *Environmental*

Microbiology Reports, 5(4), 604–607.

- Ogden, N. H., Lindsay, L. R., Hanincová, K., Barker, I. K., Bigras-Poulin, M., Charron, D. F., Heagy, A., Francis, C. M., O’Callaghan, C. J., & Schwartz, I. (2008). Role of migratory birds in introduction and range expansion of *Ixodes scapularis* ticks and of *Borrelia burgdorferi* and *Anaplasma phagocytophilum* in Canada. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(6), 1780–1790.
- Orkun, Ö. (2022). Comprehensive screening of tick-borne microorganisms indicates that a great variety of pathogens are circulating between hard ticks (Ixodoidea: Ixodidae) and domestic ruminants in natural foci of Anatolia. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 13(6), 102027.
- Orkun, Ö., & Emir, H. (2020). Identification of tick-borne pathogens in ticks collected from wild animals in Turkey. *Parasitology Research*, 119(9), 3083–3091.
- Orkun, Ö., & Karaer, Z. (2017). Molecular characterization of *Babesia* species in wild animals and their ticks in Turkey. *Infection, Genetics and Evolution*, 55, 8–13.
- Orkun, Ö., & Karaer, Z. (2018). First record of the tick *Ixodes* (Pholeoixodes) *kaiseri* in Turkey. *Experimental and Applied Acarology*, 74(2), 201–205.
- Orkun, Ö., & Vatansever, Z. (2021). Rediscovery and first genetic description of some poorly known tick species: *Haemaphysalis kopetdaghica* Kerbabaev, 1962 and *Dermacentor raskemensis* Pomerantzev, 1946. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 12(4), 101726.
- Orkun, Ö., Çakmak, A., Nalbantoğlu, S., & Karaer, Z. (2019). Molecular detection of a novel *Babesia* sp. and pathogenic spotted fever group rickettsiae in ticks collected from hedgehogs in Turkey: *Haemaphysalis erinacei*, a novel candidate vector for the genus *Babesia*. *Infection, Genetics and Evolution*, 69, 190–198.
- Orkun, Ö., Çakmak, A., Nalbantoğlu, S., & Karaer, Z. (2020). Turkey tick news: A molecular investigation into the presence of tick-borne pathogens in host-seeking ticks in Anatolia; Initial evidence of putative vectors and pathogens, and footsteps of a secretly rising vector tick, *Haemaphysalis parva*. *Ticks and tick-borne diseases*, 11(3), 101373.
- Orkun, Ö., Karaer, Z., Çakmak, A., & Nalbantoğlu, S. (2014a). Identification of tick-borne pathogens in ticks feeding on humans in Turkey. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(8), e3067.
- Orkun, Ö., Karaer, Z., Çakmak, A., & Nalbantoğlu, S. (2014b). Spotted fever group rickettsiae in ticks in Turkey. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 5: 213–218.
- Otkun, M. (2003). Riketsiya İnfeksiyonları: Etken ve Epidemiyoloji. *Klimik Dergisi*, 11, 83–85.
- Ozsan, K., & Akyay, N. (1954). Relapsing Fever in Turkey. presence in south turkey of *Ornithodoros erraticus* infected with a spirochaete of the Crocidurae group. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 14(3), 37–39.

- Özkan, M. (1978). Erzurum ve çevre illeri kenelerinin sistematik yönden incelenmesi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 524. Atatürk Üniversitesi basımevi, Erzurum.
- Özkan, M., Ayyıldız, N., & Erman, O., (1994). Check list of the Acari of Turkey. First Supplement. EURAAC News Letter, 7(1), 4–12.
- Palomar, A. M., Portillo, A., Santibáñez, P., Mazuelas, D., Arizaga, J., Crespo, A., Gutiérrez, Ó., Cuadrado, J. F., & Oteo, J. A. (2013). Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in ticks from migratory birds, Morocco. *Emerging infectious diseases*, 19(2), 260.
- Palomar, A. M., Santibáñez, P., Mazuelas, D., Roncero, L., Santibáñez, S., Portillo, A., & Oteo, J. A. (2012). Role of birds in dispersal of etiologic agents of tick-borne zoonoses, Spain, 2009. *Emerging Infectious Diseases*, 18(7), 1188.
- Parola, P., Davoust, B., & Raoult, D. (2005). Tick-and flea-borne rickettsial emerging zoonoses. *Veterinary Research*, 36(3), 469–492.
- Parola, P., Paddock, C. D., Socolovschi, C., Labruna, M. B., Mediannikov, O., Kernif, T., Abdad, M. Y., Stenos, J., Bitam, I., & Fournier, P.-E. (2013). Update on tick-borne rickettsioses around the world: a geographic approach. *Clinical Microbiology Reviews*, 26(4), 657–702.
- Parola, P., Socolovschi, C., & Raoult, D. (2009). Deciphering the relationships between *Rickettsia conorii conorii* and *Rhipicephalus sanguineus* in the ecology and epidemiology of Mediterranean spotted fever. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1166(1), 49–54.
- Peñalver, E., Arillo, A., Delclòs, X., Peris, D., Grimaldi, D. A., Anderson, S. R., Nascimbene, P. C., & Pérez-de la Fuente, R. (2017). Ticks parasitised feathered dinosaurs as revealed by Cretaceous amber assemblages. *Nature Communications*, 8(1), 1924.
- Poupon, M. A., Lommano, E., Humair, P. F., Douet, V., Rais, O., Schaad, M., Jenni, L., & Gern, L. (2006). Prevalence of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in ticks collected from migratory birds in Switzerland. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(1), 976–979.
- Raoult, D., & Roux, V. (1997). Rickettsioses as paradigms of new or emerging infectious diseases. *Clinical Microbiology Reviews*, 10(4), 694–719.
- Raoult, D., Roux, V., Ndiokubwayo, J. B., Bise, G., Baudon, D., Marte, G., & Birtles, R. (1997). Jail fever (epidemic typhus) outbreak in Burundi. *Emerging Infectious Diseases*, 3(3), 357.
- Richards, A. L. (2012). Worldwide detection and identification of new and old rickettsiae and rickettsial diseases. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 64(1), 107–110.
- Ricketts, H. T. (1906). The transmission of Rocky Mountain spotted fever by the bite of the wood tick (*Dermacentor occidentalis*). *JAMA* 47:458.

- Rovero, C., Brouqui, P., & Raoult, D. (2008). Questions on Mediterranean spotted fever a century after its discovery. *Emerging Infectious Diseases*, 14(9), 1360.
- Rumer, L., Graser, E., Hillebrand, T., Talaska, T., Dautel, H., Mediannikov, O., Roy-Chowdhury, P., Sheshukova, O., Mantke, O. D., & Niedrig, M. (2011). *Rickettsia aeschlimannii* in *Hyalomma marginatum* ticks, Germany. *Emerging Infectious Diseases*, 17(2), 325.
- Santos-Silva, M. M., Sousa, R., Santos, A. S., Melo, P., Encarnação, V., & Bacellar, F. (2006). Ticks parasitizing wild birds in Portugal: detection of *Rickettsia aeschlimannii*, *R. helvetica* and *R. massiliae*. *Experimental and Applied Acarology*, 39, 331–338.
- Sharma, B., Brown, A. V., Matluck, N. E., Hu, L. T., & Lewis, K. (2015). *Borrelia burgdorferi*, the causative agent of Lyme disease, forms drug-tolerant persister cells. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 59(8), 4616–4624.
- Smith, T., & Kilborne, F. L. (1893). Investigations into the nature, causation, and prevention of Texas or southern cattle fever (No. 1). US Government Printing Office.
- Socolovschi, C., Reynaud, P., Kernif, T., Raoult, D., & Parola, P. (2012). Rickettsiae of spotted fever group, *Borrelia valaisiana*, and *Coxiella burnetii* in ticks on passerine birds and mammals from the Camargue in the south of France. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 3(5–6), 355–360.
- Sonenshine, D. E., & Roe R. M. (2014). *Biology of ticks*, Vol. 2. Second Edition. Oxford University Press, New York.
- Sonenshine, D. E., Lane, R. S., & Nicholson, W. L. (2002). Ticks (ixodida). In: *Medical and Veterinary Entomology*, Elsevier. ss. 517–558.
- Spengler, J. R., Bergeron, É., & Spiropoulou, C. F. (2019). Crimean-Congo hemorrhagic fever and expansion from endemic regions. *Current Opinion in Virology*, 34, 70–78.
- Steere, A. C., Coburn, J., & Glickstein, L. (2004). The emergence of Lyme disease. *The Journal of Clinical Investigation*, 113(8), 1093–1101.
- Stevenson, B., Fingerle, V., Wormser, G. P., & Margos, G. (2019). Public health and patient safety concerns merit retention of Lyme borreliosis-associated spirochetes within the genus *Borrelia*, and rejection of the genus novum *Borrelia*. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 10(1), 1–4.
- Strle, F., Ruzic-Sabljic, E., Cimperman, J., Lotric-Furlan, S., & Maraspin, V. (2006). Comparison of Findings for Patients with *Borrelia garinii* and *Borrelia afzelii* Isolated from Cerebrospinal Fluid. *Clinical Infectious Diseases*, 43(6), 704–710.
- Sun, Y., Xu, R., Liu, Z., Wu, M., & Qin, T. (2019). *Ornithodoros (Ornithodoros) huajianensis* sp. nov.(Acari, argasidae), a new tick species from the Mongolian marmot (*Marmota bobak sibirica*), Gansu province in China. *International Journal*

- for Parasitology: Parasites and Wildlife, 9, 209–217.
- Svensson, L. (1992) Identification Guide to European Passerines. Stockholm.
- Şengöz, G., Yıldırım, F., Kart Yaşar, K., Tözalgan, Ü., & Altuntaş Aydın, Ö. (2009). Fifty-six cases with Mediterranean spotted fever: evaluation of tick-borne spotted diseases in Turkey. *Turkderm-Turkish Archives of Dermatology and Venereology*, 43(4), 139–143.
- Tekin, A., Gözalan, A., Çöplü, N., Yılmaz, G., Köksal, İ., Esen, B., & Ertek, M. (2010). The seropositivity and risk factors for rickettsial infections in selected areas from Black Sea Region of Turkey. *Dicle Tıp Dergisi*, 37(3), 204–210.
- Tomassone, L., Grego, E., Auricchio, D., Iori, A., Giannini, F., & Rambozzi, L. (2013). Lyme borreliosis spirochetes and spotted fever group rickettsiae in ixodid ticks from Pianosa island, Tuscany Archipelago, Italy. *Vector-borne and Zoonotic Diseases*, 13(2), 84–91.
- Vural, T., Ergin, C., & Sayin, F. (1998). Investigation of *Rickettsia conorii* antibodies in the Antalya area. *Infection*, 26(3), 170–172.
- Walker, D. H., Ismail, N., Olano, J. P., Valbuena, G., & McBride, J. (2007). Pathogenesis, immunity, pathology, and pathophysiology in rickettsial diseases. In: *Rickettsial diseases* (ss. 27–38). CRC Press.
- Wallménus, K., Barboutis, C., Fransson, T., Jaenson, T. G. T., Lindgren, P.-E., Nyström, F., Olsen, B., Salaneck, E., & Nilsson, K. (2014). Spotted fever *Rickettsia* species in *Hyalomma* and *Ixodes* ticks infesting migratory birds in the European Mediterranean area. *Parasites and Vectors*, 7(1), 1–20.
- Wang, G., van Dam, A. P., Schwartz, I., & Dankert, J. (1999). Molecular typing of *Borrelia burgdorferi* sensu lato: taxonomic, epidemiological, and clinical implications. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 633–653.
- Zhu, Y., Fournier, P.E., Ogata, H., & Raoult, D. (2005). Multispacer typing of *Rickettsia prowazekii* enabling epidemiological studies of epidemic typhus. *Journal of Clinical Microbiology*, 43(9), 4708–4712.
- Zinsser, H. (1934). Varieties of typhus virus and the epidemiology of the American form of European typhus fever (Brill's disease). *American Journal of Hygiene*, 20(3), 513–532.

7. ÖZGEÇMİŞ

