



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI *IXODES* (ACARI:
IXODIDA) TÜRLERİNİN 16S rDNA GEN BÖLGESİNE DAYALI
MOLEKÜLER ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatma Şeyma CERİT

Danışman: Prof. Dr. Adem KESKİN

TOKAT-2025



Bu tez çalışması Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünü tarafından 2023/74 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Adem KESKİN danışmanlığında hazırlamış olduğum “ Türkiye’de yayılış gösteren bazı *Ixodes* (Acari: Ixodida) türlerinin 16S rDNA gen bölgesine dayalı moleküler analizi ” 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.

02/07/2025

Fatma Şeyma CERİT



JÜRİ KABUL VE ONAY

Fatma Şeyma CERİT tarafından hazırlanan “ **Türkiye’de yayılış gösteren bazı *Ixodes* (Acari: Ixodida) türlerinin 16S rDNA gen bölgesine dayalı moleküler analizi** ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 02/07/2025 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 (Danışman):

.....

Üye:

.....

Üye:

.....

ONAY

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

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamız kapsamında çalışmalarım sürecinde bana desteğini ve bilgilerini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Adem KESKİN (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi) hocama teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarında tecrübelerini paylaşan ve destek olan sevgili arkadaşlarım Ayşe SARI'ya, Seher AYKAÇ'a, Özge KAYA'ya ve Sema ÇITAK'a ve her şartta desteğini gördüğüm dostum Büşra Nur ATASOY'a, Emine MUTLU EVCİL'e, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümünün kıymetli Öğretim Üyesi hocalarıma teşekkür ederim. Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili anneme, babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fatma Şeyma CERİT

Temmuz 2025

ÖZET

TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI *IXODES* (ACARI: IXODIDA) TÜRLERİNİN 16S rDNA GEN BÖLGESİNE DAYALI MOLEKÜLER ANALİZİ

Cerit, Fatma Şeyma
Yüksek Lisans, Biyoloji Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Adem KESKİN
Temmuz 2025, xi + 42 sayfa

Keneler (Acari: Ixodida), hem hayvan hem de insan sağlığı açısından önemli ektoparazitlerdir. Özellikle *Ixodes* cinsine ait türler çok sayıda zoonotik hastalık ajanının vektörü olarak bilinmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de yayılış gösteren bazı *Ixodes* türlerinin 16S rDNA gen bölgesine dayalı moleküler analizlerinin gerçekleştirilmesi, türlerin sistematik durumlarının ortaya konulması ve filogenetik ilişkilerinin aydınlatılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında Edirne, Samsun, Tokat, Niğde, Bolu, Amasya, Tekirdağ, Ordu ve Sivas illerinden; kemirgenler, kuşlar, yarasalar ve insanlar gibi farklı konak canlılar üzerinden toplanan *Ixodes* türlerine ait bireylerden DNA izolasyonu yapılmıştır. Örneklerin 16S rDNA gen bölgesi Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) yöntemi ile çoğaltılmış; ileri (forward) ve geri (reverse) primerler kullanılarak çift yönlü dizileme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Her bir örneğe ait diziler BioEdit programında hizalanarak konsensüs diziler elde edilmiştir. Bu diziler, NCBI GenBank veritabanında yer alan *Ixodes* türlerine ait 16S rDNA dizileri ile karşılaştırılmış ve benzerlik analizleri BLASTn aracıyla yapılmıştır. Elde edilen diziler ile GenBank veritabanındaki benzer diziler arasındaki filogenetik ilişkiler, MEGA 11 programı kullanılarak filogenetik ağaçlar üzerinden değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen veriler, taksonomideki öncelik (priority) kuralı çerçevesinde *I. redikorzevi*’nin *I. acuminatus*’un sinonimi olması gerektiğini ve Türkiye’deki *I. redikorzevi* kayıtlarının *I. acuminatus* olarak revize edilmesinin uygun olacağını göstermiştir. Ayrıca, Türkiye’de varlığı bildirilen *Ixodes festai*, *I. eldaricus*, *I. vespertilionis*, *I. inopinatus*, *I. kaiseri*, *I. trianguliceps* ve *I. laguri* türlerinin teşhislerinin moleküler olarak da doğrulanmış ve bu türlerin genetik çeşitliliğinin belgelenmesi açısından önemli katkılar sunmuştur.

Bu çalışma, Türkiye’de varlığı bilinen *Ixodes* türlerinin bir kısmının moleküler açıdan analiz çeşitliliğinin belirlenmesi, kriptik türlerin ayırt edilmesi ve potansiyel hastalık vektörlerinin tanımlanması açısından önemli katkılar sunmaktadır. Ayrıca, moleküler sistematik yaklaşımların klasik morfolojik yöntemlerle birlikte kullanımının tür teşhisinde daha güvenilir sonuçlar sağladığı vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ektoparazit, Fauna, Filogeni, Kene, PCR.

ABSTRACT

MOLECULAR ANALYSIS OF SOME *IXODES* (ACARI: IXODIDA) SPECIES COLLECTED FROM TÜRKİYE BASED ON 16S rDNA GENE REGION

Cerit, Fatma Şeyma

Master's Thesis, Department of Biology

Advisor: Prof. Dr. Adem KESKİN

July 2025, xi + 42 pages

Ticks (Acari: Ixodida) are important ectoparasites in terms of both animal and human health. In particular, species belonging to the genus *Ixodes* are known to be vectors of numerous zoonotic disease agents. This study aimed to perform molecular analyses based on the 16S rDNA gene region of certain *Ixodes* species distributed in Türkiye, to clarify their systematic status, and to elucidate their phylogenetic relationships.

Within the scope of the study, DNA was isolated from *Ixodes* specimens collected from various hosts—such as rodents, birds, bats, and humans—in the provinces of Edirne, Samsun, Tokat, Niğde, Bolu, Amasya, Tekirdağ, Ordu, and Sivas. The 16S rDNA gene region of the samples was amplified using Polymerase Chain Reaction (PCR), and bidirectional sequencing was performed using forward and reverse primers. Sequences from each sample were aligned using BioEdit software, and consensus sequences were obtained. These sequences were then compared to 16S rDNA sequences of *Ixodes* species available in the NCBI GenBank database, and similarity analyses were conducted using the BLASTn tool. Phylogenetic relationships between the sequences obtained in this study and similar sequences from GenBank were evaluated through phylogenetic trees constructed using the MEGA 11 software.

The findings of the study revealed that, according to the principle of taxonomic priority, *I. redikorzevi* should be considered a synonym of *I. acuminatus*, and that records of *I. redikorzevi* in Türkiye should be revised as *I. acuminatus*. Additionally, the molecular identification of *Ixodes festai*, *I. eldaricus*, *I. vespertilionis*, *I. inopinatus*, *I. kaiseri*, *I. trianguliceps*, and *I. laguri*—all previously reported in Türkiye—was successfully performed, contributing valuable data on the genetic diversity of these species.

This study provides important insights into the molecular diversity of some *Ixodes* species known to occur in Türkiye, contributes to the differentiation of cryptic species, and supports the identification of potential disease vectors. Furthermore, it emphasizes that the integration of molecular systematic approaches with classical morphological methods offers more reliable results in species identification.

Keywords: Ectoparasite, Fauna, Phylogeny, PCR, Ticks.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAP ONAY	ii
ETİK SÖZLEŞME.....	iii
JÜRİ KABUL ve ONAY	iv
ÖNSÖZ	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	x
SİMGE VE KISALTMALAR	xi
1.GİRİŞ.....	1
2.LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1. Klasik sistematik yöntemlerle keneler üzerine yürütülen temel çalışmalar	4
2.2. Keneler üzerinde yürütülen başlıca moleküler sistemle araştırmalar	6
3.MATERYAL METOT	11
3.1. Örnek toplanması.....	11
3.2. DNA izolasyonu	11
3.3. Agaroj jel elektroforezi	12
4.BULGULAR.....	13
4.1. Kenelerin dış morfolojik karakterlerine göre değerlendirilmesi.....	13
5.TARTIŞMA	22
6.SONUÇ ve ÖNERİLER	31
7.KAYNAKLAR	33

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No

Sayfa

- Çizelge 1. *Ixodes* Türlerinin 16S Gen Bölgesi Dizilerine Ait Genbank Erişim Numaraları, Konak İsimleri, Toplanma Yerleri Ve Tarihleri, GenBank Veri Tabanında En Yüksek Benzerlik Gösteren Dizilerin Benzerlik Oranları Ve Erişim Numaraları 20



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa
4. Bölüm	
Şekil 4.1 Çalışma Kapsamında Yakalanan Konak Hayvanların İllere Göre Dağılımları	13
Şekil 4.2 Tez Çalışması Kapsamında Çeşitli Konaklar Üzerinden Toplanan <i>Ixodes</i> Cinsine Ait Kenelerin Dorsal Ve Ventral Açılardan Fotoğrafları	14
Şekil 4.3 Tez Çalışması Kapsamında Çeşitli Konaklar Üzerinden Toplanan <i>Ixodes</i> Cinsine Ait Kenelerin Fotoğrafları.....	16
Şekil 4.4 Tez Çalışması Kapsamında Çeşitli Konaklar Üzerinden Toplanan <i>Ixodes</i> Cinsine Ait Kenelerin Dorsal Ve Ventral Açılardan Fotoğrafları	17
Şekil 4.5 Çalışma Kapsamında İncelenen Bazı <i>Ixodes</i> Türlerine Ait 16S Gen Bölgesi Dizilerine Dayanarak Oluşturulan Filogenetik Ağaç	21

SİMGE ve KISALTMALAR

Simge

♀

♂

%

μL

μm

°C

Açıklama

Dişi

Erkek

Yüzde

Mikrolitre

Mikrometre

Celcius

Kısaltmalar

bç

dk

DNA

gr

KKKA

ml

PZR

rRNA

Rnase

sn

TAE

TBE

UV

g

TROSPA

Açıklama

Baz çifti

Dakika

Deoksiribonükleik Asit

Gram

Kırım Kongo Kanamalı Ateşi

Mililitre

Polimeraz Zincir Reaksiyonu

Ribozomal Ribonükleik Asit

Ribonükleaz

Saniye

Tris Asetik Asit EDTA

Tick Borne Encephalitis

Ultraviyole

Yerçekimi Birimi

OspA'ya Bağlanan Kene Reseptörü

1. GİRİŞ

Keneler (Acari: Ixodida), halk arasında “sakırğa”, “yavısı” ve “kerni” gibi adlarla anılan, hemen hemen tüm dünya genelinde karasal omurgalılar üzerinde parazitlenebilen, zorunlu kan emici ektoparazitlerdir (Merdivenci, 1969). Arthropoda şubesinin Arachnida sınıfında yer alan bu keneler, geniş konak spektrumları ve morfolojik adaptasyonları sayesinde çeşitli ekosistemlerde yaşamlarını sürdürebilmektedir. Zorunlu hematofag (kan emici) beslenme alışkanlıkları nedeniyle, pek çok viral, bakteriyel, fungal ve protozoal etkenin hem hayvanlara hem de insanlara taşınmasında en önemli vektörler arasında yer almaktadır (Estrada-Peña ve Jongejan, 1999; Granström, 1997; Sonenshine ve ark., 2002).

Keneler geleneksel olarak üç familya altında sınıflandırılmaktadır: Ixodidae (sert keneler), Argasidae (yumuşak keneler) ve Nuttalliellidae. Ixodidae familyası, 19 cins ve 790 tanımlanmış tür ile en fazla tür çeşitliliğine sahip gruptur (Guglielmone ve ark., 2023; Chitimia-Dobler ve ark., 2022, 2023, 2024; Kwak ve ark., 2025; Aftisse ve ark., 2025). Argasidae familyası ise 15 cinse ait toplam 223 türü kapsamaktadır (Mans ve ark., 2021; Sun ve ark., 2019; Muñoz-Leal ve ark., 2020a, b, 2021). Nuttalliellidae familyası ise yalnızca bir türle (*Nuttalliella namaqua*) temsil edilmektedir. Bu familyalara ek olarak, Myanmar’da Kretase dönemine ait amber fosillere dayanılarak Deinocrotonidae familyasından *Deinocroton draculi* ve *Deinocroton copia* ve Khimairidae familyasından *Khimaira fossus* türleri tanımlanmıştır (Peñalver ve ark., 2017; Chitimia-Dobler ve ark., 2022, 2024). Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar sonucunda, çok sayıda yeni fosil tür (*Deinocroton bicornis*, *Deinocroton lacrimus*, *Nuttalliella gratae*, *Nuttalliella tuberculata*, *Nuttalliella placaventrala*, *Nuttalliella odyssea*, *Nuttalliella tropicasylvae* ve *Legionaris robustus*) tanımlanmıştır. Yapılan detaylı analizler sonrasında *Deinocroton* ve *Legionaris* cinsleri Deinocrotonidae familyasından alınarak Nuttalliellidae familyası altında yeniden sınıflandırılmıştır (Chitimia-Dobler ve ark., 2024).

Yedi coğrafi bölgeden oluşan ve biyolojik açıdan zengin bir ülke olan Türkiye, tarım alanları, orman, dağ, step, sulak alanlar ve kıyı bölgeleri gibi farklı iklim ve ekosistem tiplerine sahip olması nedeniyle zengin bir karasal omurgalı biyoçeşitliliğe sahiptir. Bu nedenle Türkiye çok sayıda kene türünün biyolojik döngülerini sürdürebilmeleri için oldukça elverişli konaklar ve habitatlar sunmaktadır (Merdivenci, 1969; Bursali ve ark.,

2012; Ceylan ve ark., 2021). Yapılan araştırmalar, Türkiye'nin *Ixodes*, *Hyalomma*, *Haemaphysalis*, *Dermacentor* ve *Rhipicephalus* cinslerine ait, hem veteriner hekimlik hem de insan sağlığı açısından önemli türleri barındırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca,  lkede *Ixodidae* ve *Argasidae* familyalarına ait 8 cinse mensup toplam 56 kene türü tespit edilmiştir ( zkan, 1994; Erman ve ark., 2007; Bursali ve ark., 2010, 2011, 2012; Keskin ve Selçuk, 2021; Orkun ve Karaer, 2018; Orkun ve Vatansever, 2021; Keskin ve Doi, 2025).

Keneler dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de çeşitli bakteriyel, viral, protozoer, riketsial ve spiroketal hastalık etkenlerinin biyolojik ve mekanik vektörlüğünü yaparak insan ve hayvan sağlığını tehdit etmektedir (Ceylan ve ark., 2021). Türkiye'de 2002 yılından itibaren yaygınlaşan Kırım Kongo kanamalı ateşi hastalığı en önemli kene kaynaklı hastalık gibi görünse de, kene kaynaklı ensefalit, Lyme hastalığı, riketsiyozlar, Q ateşi ve tularemi gibi çeşitli kene kaynaklı hastalıklar da ülkemizde insanlarda görülmektedir. Bu hastalıkların seroprevalans ve insidansının, kene popülasyonlarındaki artışa paralel olarak değişkenlik gösterdiği çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (etinkaya ve ark., 2000; Kalender, 2001; Gozalan ve ark., 2005).

Keneler  zerine yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda kenelerin tür teşhisleri, geleneksel klasik sistematik yöntemlere, yani kenelerin dış morfolojik karakterlerine dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda özellikle kapitulum ve üzerindeki aurikula, kornua, hipostom gibi yapılar; kitin plakları (skutum/konskutum)  zerindeki nokta çukurluklar; solunum açıklığının şekli ile dorsal uzantılarının büyüklüğü ve genişliği gibi morfolojik özellikler, tür teşhisinde temel alınan başlıca kriterlerdir (Hoogstraal, 1956). Ancak bazı kene türleri arasında morfolojik benzerliklerin oldukça fazla olması ve bireyler arasında gözlemlenen yapısal varyasyonlar, klasik sistematik yöntemlerin önemli sınırlılıkları arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra, kriptik türlerin varlığı, melezleşme olayları, yaşam evreleri arasındaki morfolojik farklılıklar, teşhiste kullanılacak yapıların kırılması ya da deforme olması ve kenenin aşırı derecede kanla doygun hale gelmesi gibi durumlar da morfolojik olarak tür düzeyinde teşhisi zorlaştırmaktadır. Bu nedenlerle, türlerin doğru şekilde sınıflandırılması ve aralarındaki filogenetik ilişkilerin daha net biçimde ortaya konulabilmesi amacıyla moleküler karakterizasyon yöntemlerine duyulan ihtiyaç giderek artmıştır.

Tür teşhisinde kullanılan moleküler yöntemler, taksonomik belirsizliklerin giderilmesinde ve türler arası evrimsel ilişkilerin aydınlatılmasında güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu yaklaşımda en yaygın kullanılan moleküler belirteçler; mitokondriyal DNA (özellikle *cox1*, 16S rRNA ve 12S rRNA gen bölgeleri), nükleer ribozomal RNA dizileri (18S rRNA, ITS1, ITS2) ve mikrosatellitlerdir. Mitokondriyal gen bölgeleri, yüksek mutasyon oranları sayesinde yakın akraba türler arasında bile ayırt edici özellikler sunmakta; bu da kriptik türlerin tanımlanmasında önemli avantaj sağlamaktadır. Ribozomal RNA dizileri ise daha geniş taksonomik düzeyde karşılaştırmalara olanak tanıyarak filogenetik analizler için değerli bilgiler sunmaktadır. Mikrosatellit markerlar ise popülasyon genetiği çalışmalarında sıklıkla kullanılmakta, aynı tür içindeki genetik çeşitliliği ortaya koymada etkili olmaktadır (Nava ve ark., 2009). Bu moleküler belirteçlerin kullanımı sayesinde, hem klasik yöntemlerle ayırt edilemeyen türler tanımlanabilmekte hem de coğrafi varyasyonlar, genetik farklılıklar ve türler arası ilişkilere dair daha kapsamlı veriler elde edilebilmektedir. Ayrıca moleküler yöntemler, kenelerin taşıdığı patojenlerin tespiti açısından da önemli bir rol oynamakta, vektör potansiyeli değerlendirmelerinde kritik katkılar sağlamaktadır. Bu bağlamda, moleküler sistematik yaklaşımlar yalnızca taksonomik doğruluk açısından değil, halk sağlığı ve zoonotik hastalıklarla mücadele açısından da büyük önem taşımaktadır.

Ancak unutulmamalıdır ki; günümüzde moleküler yöntemler önemli ölçüde gelişmiş olsa da, klasik sistematik hâlen temel bir referans kaynağı olarak bilimsel geçerliliğini korumaktadır (Durden ve Beati, 2014).

Tez çalışması kapsamında, Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan *Ixodes* cinsine ait kenelerin morfolojik teşhisleri yapılmış ve ardından türlerin 16S rDNA gen bölgesi hedeflenerek bu morfolojik teşhislerin moleküler yöntemlerle doğrulanması amaçlanmıştır. Ayrıca moleküler yöntemler, kenelerin taşıdığı patojenlerin tespiti açısından da önemli bir rol oynamakta, vektör potansiyeli değerlendirmelerinde kritik katkılar sağlamaktadır. Bu bağlamda, moleküler sistematik yaklaşımlar yalnızca taksonomik doğruluk açısından değil, halk sağlığı ve zoonotik hastalıklarla mücadele açısından da büyük önem taşımaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Klasik Sistematik Yöntemlerle Keneler Üzerine Yürütülen Temel Çalışmalar

Kenelere ilişkin bilgilere ilk olarak M.Ö. 1500’lü yıllarda Mısır’da yapılmış taş oyma resimlerde ve papirüslerde rastlanmaktadır. Ayrıca M.Ö. 800’lü yıllarda, Anadolu’da yaşamış olan Homeros’un *İlyada* adlı eserinde kenelerden söz edildiği bildirilmektedir. Keneler hakkında en eski bilgiler M.Ö. 1500’lü yıllara dayansa da bu canlılara dair ilk detaylı bilimsel açıklamalar 1668 yılında Floransalı doğa bilgini Francesco Redi tarafından yapılmıştır. Özellikle Amerika kıtasında yaygın olarak görülen Teksas Sığır Humması’nın keneler aracılığıyla hayvanlara bulaştığının tespit edilmesiyle, dünya genelinde kene biyolojisi ve kene kaynaklı hastalıklar üzerine yapılan çalışmaların sayısında önemli bir artış yaşanmıştır (Merdivenci, 1969).

Türkiye’de kenelerle ilgili kitabi bilgilere ilk olarak 1929 yılında İsmail Hakkı (Çelebi) tarafından yayımlanan “*Keneler: müvellidi maraz vazifeleri tahripleri*” adlı eserde rastlanmaktadır. Bu çalışmada, kenelerin biyomedikal önemi üzerine bilgiler sunulmuştur. Ülkemizde keneler üzerine yapılan ilk sistematik veriler ise Oytun (1947) tarafından yayımlanan “*Keneler, zararları ve savaş çareleri*” adlı eseri ile Kurtpınar (1954) tarafından yayımlanan “*Türkiye keneleri (Ixodoidea): morfoloji, biyoloji, konakçı, yayılışları ve medikal önemleri*” başlıklı doktora tezine dayanmaktadır. Merdivenci (1966, 1969, 1970) yaptığı kapsamlı araştırmalarla, Türkiye kene faunasına çok sayıda yeni tür kazandırmış ve ülkemizde kene sistematigi alanında önemli katkılarda bulunmuştur. Özkan (1978), “*Erzurum ve çevre illeri kenelerinin sistematik yönden incelenmesi*” başlıklı eserinde, 8 cinse ait 26 tür, 3 alt tür ve 2 form teşhis etmiş ve bu türlerden 3 alt cins, 4 tür ve 1 alt türün Türkiye kene faunası için yeni olduğunu belirtmiştir. Özkan (1978), *Haemaphysalis* cinsine ait üç türün bilim dünyası için yeni tür olduğu belirtmiş olsa da bu türler daha sonra sinonim olarak kabul edilmiştir (Guglielmone ve ark., 2014).

Bakırcı (2009), “*Batı Anadolu bölgesi sığırlarında görülen kene türleri ve yaygınlığı*” başlıklı doktora tezinde, Ege Bölgesi’ndeki Manisa, İzmir ve Aydın illerinde 2006–2008 yılları arasında toplam 19.679 adet kene toplayarak, bölge sığırlarında görülen kene türlerinin mevsimsel aktivitelerini ve yaygınlıklarını belirlemiştir.

Yılmaz (2010), “*Van ve Erciş yöresinde evcil hayvanlarda kene faunasının belirlenmesi*” adlı çalışmada, koyun ve sığırların yanı sıra bu hayvanlara ait barınaklardan çok sayıda kene örneği toplamıştır. Tür tayini sonucunda örneklerin *Rhipicephalus bursa*, *R. turanicus*, *R. sanguineus*, *Dermacentor marginatus*, *D. niveus*, *Hyalomma marginatum*, *Hy. anatolicum*, *Hy. excavatum*, *Hy. aegyptium*, *Haemaphysalis parva*, *Hae. sulcata*, *Hae. punctata*, *Ornithodoros lahorensis* ve *Argas percisus* türlerine ait olduğu belirlenmiştir.

Keskin (2014), “*Tokat yöresinde insanlar üzerinde parazitlenen sert kene (Acari: Ixodidae) türlerinin sistematik yönden incelenmesi ve bu kenelerde riketsiya varlığının araştırılması*” başlıklı doktora tezinde, Tokat yöresinde insanlar üzerinden toplam 6.576 adet kene toplayarak morfolojik karakterlerine göre tür tayini yapmıştır. Bu çalışma sonucunda *Dermacentor marginatus*, *D. niveus*, *Haemaphysalis erinacei taurica*, *Hae. parva*, *Hae. punctata*, *Hae. sulcata*, *Hyalomma aegyptium*, *Hy. excavatum*, *Hy. marginatum*, *Hy. rufipes*, *Ixodes frontalis*, *I. gibbosus*, *I. laguri*, *I. redikorzevi*, *I. ricinus*, *Rhipicephalus annulatus*, *R. bursa*, *R. sanguineus* ve *R. turanicus* olmak üzere toplam 18 tür ve 1 alt türün insanlar üzerinde parazitlendiği saptanmıştır.

Orkun (2015), “*Ankara ili ve çevresindeki kene türlerine ait bazı ekolojik ve epidemiyolojik veriler*” başlıklı çalışmada, Ocak 2013 ile Nisan 2015 tarihleri arasında konak hayvanlar üzerinden 8.957 ve doğrudan doğadan (questing) 1.058 olmak üzere toplam 10.016 adet kene toplamış; teşhis edilen örneklerin 19 farklı türe ait olduğunu belirlemiştir.

Yukarıda bahsi geçen çalışmalar, Türkiye’de keneler üzerine yürütülen ve tür teşhislerinin klasik sistematik yöntemlerle belirlendiği araştırmalardan yalnızca bazılarını oluşturmaktadır. Bu çalışmaların yanı sıra, özellikle insan ve hayvanlar üzerinde parazitlenen kene türlerinin saptanmasına ve çiftlik hayvanlarında kenelerin taşıdığı hastalık etkenlerinin belirlenmesine yönelik çok sayıda araştırma da literatürde yer almaktadır (Gargılı ve ark., 2011; Bakirci ve ark., 2012; Bursali ve ark., 2013). Ayrıca çok sayıda çalışmada keneler ve kene kaynaklı hastalık ajanlarına odaklanılmıştır (Orkun ve ark., 2014; Keskin ve ark., 2016; Karasartova ve ark., 2018).

2.2. Keneler Üzerine Yürütülen Başlıca Moleküler Sistemik Araştırmalar

Keneler ve kene kaynaklı hastalıkların kontrolü açısından türlerin doğru şekilde teşhis edilmesi büyük önem taşımaktadır ve bu teşhis geleneksel olarak, erişkin evredeki kenelerin morfolojik özelliklerine dayanılarak yapılmaktadır. Ancak, morfolojik verilere dayalı tür teşhisi, özellikle örneklerin fiziksel olarak zarar görmüş, kanla doymuş hale gelmiş ya da ergin öncesi evrede (yumurta, larva veya nimf) olması durumunda güçleşmektedir (Lv ve ark., 2014a). Son yıllarda, kenelerin teşhisi ve türlerin ayırımında moleküler tekniklerin önemi giderek artmaktadır. Özellikle morfolojik olarak benzerlik gösteren ya da kriptik türlerin ayırt edilmesinde, moleküler yöntemler klasik sistemik yaklaşımlara kıyasla çok daha yüksek doğruluk sağlamaktadır (Beati ve Keirans, 2001). Moleküler filogenetik analizler, kene türlerinin doğru şekilde tanımlanmasına ve yakın akraba türlerle olan filogenetik ilişkilerinin aydınlatılmasına olanak tanımaktadır.

Moleküler sistemikte en sık kullanılan belirteçlerden biri mitokondriyal genlerdir. Bu genler, yüksek mutasyon hızına ve anneden kalıtım özelliğine sahip olmaları nedeniyle özellikle tür düzeyindeki farklılıkları analiz etmekte etkilidir. Özellikle COI (cytochrome oxidase I) barkodlama yöntemiyle tür ayırımı yapmak yaygınlaşmıştır. Bununla birlikte, 16S rDNA, 12S rRNA, ITS2 gibi bölgeler de hem taksonomik hem filogenetik çalışmalarda kullanılmaktadır (Hebert ve ark., 2003). Mitokondriyal DNA'nın 5' bölgesinde yer alan sitokrom C oksidaz alt birimi I (COI) geni, DNA barkodlaması için standart bir belirteç olup, 16S rDNA ve 18S rDNA bölgeleri ile birlikte kene türlerinin teşhisinde güvenilir şekilde kullanılmaktadır (Lv ve ark., 2014b). 16S rDNA geninin, türler arası ilişkilerin belirlenmesinde COI genine kıyasla daha fazla filogenetik bilgi sunduğu gösterilmiş olup, mitokondriyal 12S rDNA genine göre hem türler arası hem de tür içi çalışmalarda daha değişken ve filogenetik açıdan daha bilgilendirici olduğu ortaya konmuştur (Harrison, 2004).

Mitokondriyal COI ve 16S rDNA genleri, diğer taksonomik gruplarda olduğu gibi kenelerde de tür düzeyindeki filogenetik ilişkilerin ortaya konulmasında en yaygın kullanılan moleküler belirteçler arasında yer almaktadır (Lv ve ark., 2014a, b). Mitokondriyal 16S rRNA geni, sert keneler (Black ve Piesman, 1994), Kuzey Amerika *Dermacentor* türleri (Crosbie ve ark., 1998; Leo ve ark., 2010) ve *Ixodes ricinus* kompleksine ait türler (Xu ve ark., 2003) gibi çeşitli eklem bacaklı gruplarda filogenetik

hipotezleri test etmek amacıyla defalarca kullanılmıştır. Yayınlanmış çalışmalar, mitokondriyal 16S rDNA geninin kenelerde alt familya düzeyinin altındaki filogenetik ilişkilerin çözümünde etkili bir belirteç olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan, 12S rDNA geni de akarların filogenisine yönelik çok sayıda çalışmada kullanılmıştır (Black ve Piesman, 1994; Beati ve Keirans, 2001). 12S rDNA genine dayalı kene filogenilerinin, görece daha yakın zamanlı türleşme olaylarını eskiye oranla daha iyi çözümlediği bildirilmektedir (Murrell ve ark., 1999; Norris ve ark., 1999).

16S ribozomal DNA geni, özellikle prokaryotik organizmaların taksonomik sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılan, evrimsel olarak korunmuş bir gen bölgesidir (Weisburg ve ark., 1991). Bu gen, hem korunmuş hem de değişken bölgeler içerdiği için hem geniş taksonomik grupların filogenetik analizinde hem de tür düzeyindeki farklılıkların ortaya konmasında kullanılabilir (Clarridge, 2004). Mitokondriyal 16S rDNA bölgesi ise özellikle eklembacaklılar gibi ökaryotik canlıların tür tanımlama çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Song ve ark., 2008). *Ixodes* türlerinin moleküler düzeyde tanımlanmasında 16S rDNA gen bölgesi sıklıkla tercih edilmektedir (Black ve Piesman, 1994; Mangold ve ark., 1998). Bu bölge, özellikle morfolojik olarak benzer olan *Ixodes* türleri arasında genetik ayırım yapabilme kapasitesi nedeniyle tercih edilmektedir (Norris ve ark., 1999). Ancak bu gen bölgesi her durumda yüksek çözünürlük sağlamaması ve bazı *Ixodes* türleri arasındaki genetik farklılıkların düşük düzeyde kalması nedeniyle daha değişken gen bölgeleriyle birlikte kullanılması önerilmiştir (Lv ve ark., 2014 a, b).

Ixodes türleri, moleküler filogenetik açısından en çok incelenen keneler arasında yer almaktadır. Çok sayıda çalışmada, çeşitli bölgelerden toplanan *Ixodes* örnekleri 16S rRNA, COI ve ITS2 gen bölgeleri dizilenerek analiz edilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda bazı *Ixodes* türlerinin aslında kriptik tür kompleksleri oluşturduğu belirlenmiştir. Örneğin, *Ixodes ricinus*, *I. inopinatus* ve *I. hexagonus* gibi türler arasında morfolojik olarak ayırt edilemeyen ancak moleküler olarak farklılaşmış bireyler tespit edilmiştir (Chitimia-Dobler ve ark., 2018).

16S rRNA bölgesi sadece *Ixodes* türlerinde değil, *Rhipicephalus*, *Haemaphysalis* ve *Dermacentor* gibi diğer sert kene cinslerinde de moleküler sistematik çalışmalarında sıklıkla kullanılmıştır. Dergousoff ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada, farklı

coğrafi bölgelerden elde edilen *Rhipicephalus sanguineus* örnekleri arasında 16S rDNA gen bölgesine dayalı anlamlı varyasyonlar tespit edilmiştir. Benzer şekilde Burger ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışmada, *Dermacentor variabilis*'in popülasyonları arasında 16S temelli genetik farklılıkları belirlemiş ve tür içi varyasyonu ortaya çıkarmıştır.

16S rDNA gen bölgesi oldukça faydalı bir belirteç olmasına rağmen, bazı sınırlılıklara sahiptir. Öncelikle bu bölgenin evrimsel olarak korunmuş olması, yakın akraba türlerin ayrımında yetersiz kalmasına neden olabilir (Black ve Piesman, 1994). Bu durum, *Ixodes* gibi morfolojik olarak benzer türlerin ayrımını zorlaştırabilir. Ayrıca, kene genomlarında bulunan yüksek varyasyon ve karmaşık yapılar, 16S rDNA gen bölgesinin tek başına kullanılmasını kısıtlamaktadır (Rubel ve ark., 2016). Bu nedenle, son yıllarda araştırmacılar tür düzeyindeki ayrımlarda COI, ITS2 gibi daha değişken bölgeleri 16S rDNA ile birlikte kullanarak çoklu gen analizi yaklaşımını tercih etmektedirler (Folmer ve ark., 1994; Nava ve ark., 2009).

Türkiye’de keneler ve kene kaynaklı hastalık ajanlarının tespitine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır (Kurtpınar, 1954; Merdivenci, 1969; Özkan, 1978; Orkun ve ark., 2014; Orkun ve Çakmak 2019; Keskin ve Erciyas-Yavuz, 2019; Orkun ve Emir, 2020; Keskin ve Selçuk, 2021). Bu çalışmalarda keneler ağırlıklı olarak morfolojik karakterlerine göre teşhis edilmiştir. Ancak son yıllarda Türkiye’de keneler üzerine yapılan çalışmalarda keneler morfolojik teşhislerinin yanı sıra moleküler belirteçler kullanılarak da teşhis edilmeye çalışılmıştır.

Keskin ve ark., (2014), Kızılırmak deltasında gerçekleştirdiği bir çalışmada, *Parus major*, *Sylvia atricapilla* ve *Turdus merula* türlerine ait kuşlar üzerindeki kenelerde *Borrelia*, *Ehrlichia* ve *Rickettsia* türlerinin varlığı ve yaygınlığı araştırılmıştır. Kuşlar üzerinden toplanılan kenelerin *Ixodes arboricola*, *Ixodes frontalis* ve *Ixodes ricinus* türlerine ait oldukları belirlenmiştir. Bu çalışma ile *I. arboricola* türü Türkiye’de ilke defa kayıtlanmış ve türün teşhisi 12S rRNA gen bölgesi kullanılarak moleküler olarak da doğrulanmıştır.

Çelebi ve Orkun (2016), Niğde ilinde 71 yaşında bir erkek hasta, alt göz kapağına yapışmış olan nimf evresindeki bir keneyi morfolojik ve 16s rDNA gen bölgesine dayalı olarak analiz etmiş ve kenenin *Dermacentor marginatus* türüne ait olduğunu belirlemiştir.

Hornok ve ark., (2016a) Palearktik bölgede geniş yayılış gösteren *Haemaphysalis erinacei* ve alttürlerine ait örnekleri Çin İtalya, Romanya ve Türkiye'den toplamış ve kenelerin COI ve 16S rRNA gen bölgelerine göre moleküler analizlerini yapmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; Romanya'dan elde edilen *Hae. e. taurica* ile İtalya'dan elde edilen *H. e. erinacei* örnekleri arasında cox1 ve 16S rRNA gen dizilim farklılıklarının %2'nin altında olduğunu göstermiştir. Ancak, Romanya'dan *Hae. e. taurica* ile Çin'den *Hae. e. turanica* arasında 16S rRNA geninde %7,3'e varan yüksek düzeyde dizilim farklılıkları saptanmıştır; bu oran, birbirine yakın kene türleri arasında bildirilen dizi farklılık seviyesini aşmaktadır. Aynı zamanda, Türkiye'den elde edilen iki *Hae. e. taurica* bireyi, 16S rRNA geni bakımından Çin'den gelen *Hae. e. turanica* örneklerine (%97,5 benzerlik) Romanya'dan gelen *Hae. e. taurica* (%96,3 benzerlik) örneklerinden daha fazla benzerlik göstermiştir; ancak filogenetik olarak *Hae. e. turanica*'dan ziyade *Hae. e. taurica* ile daha yakın bir kümelenme göstermiştir.

Hekimoğlu ve ark. (2016) Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanılan *Rhipicephalus sanguineus* s.l. örneklerini mitokondriyal 16S ribozomal DNA gen bölgelerini NCBI GenBank veri tabanında bulunan dizilerle karşılaştırmış ve Türkiye'den *R. sanguineus* s.l. olarak tanımlanan 13 örnekten yalnızca bir tanesi (HAP05, Muğla ve Tekirdağ bölgesindeki köpekler üzerinde toplanan) GenBank'tan alınan diğer *R. sanguineus* s.l. örnekleriyle birlikte kümelenmiştir. *Rhipicephalus sanguineus* s.l. olarak tanımlanan diğer tüm örnekler ise *R. turanicus*'un GenBank dizileriyle birlikte kümelenmiştir.

Hekimoğlu ve Ozer, (2017), *Hyalomma* cinsine ait bazı türlerin 12S ve 16S ribozomal DNA gen bölgelerini analiz etmiş ve *Hyalomma marginatum*, *Hy. excavatum*, *Hy. aegyptium* ve *Hy. asiaticum* türlerinin Türkiye'deki varlığını hem morfolojik hem de moleküler yöntemlerle doğrulamıştır.

Orkun (2018), Türkiye'de yayılış gösteren 17 sert kene (*Ixodidae*) türünün 16S rDNA gen bölgesini analiz etmiştir. Çalışma kapsamında, *Dermacentor marginatus*, *D. reticulatus*, *Hyalomma anatolicum*, *Hy. detritum*, *Haemaphysalis inermis*, *Hae. parva*, *Hae. punctata*, *Hae. sulcata* ve *Ixodes laguri* türlerine ait 16S rDNA gen dizileri Türkiye'den ilk kez elde edilmiş ve bu diziler NCBI GenBank veri tabanına yüklenmiştir.

Orkun ve Karaer (2018), Türkiye’de bir kızıl tilkiden (*Vulpes vulpes*) toplanan *Ixodes* cinsine ait nimf ve larva evresindeki keneleri, 16S rDNA gen bölgesi ve filogenetik analizler kullanarak *Ixodes kaiseri* olarak tanımlamış ve *I. kaiseri* türünün Türkiye’de varlığını ilk kez bilimsel olarak ortaya koymuşlardır. Çalışmada kapsamında yapılan filogenetik analizler, elde edilen *I. kaiseri* izolatının Almanya, Sırbistan, Romanya ve Macaristan'dan daha önce bildirilen *I. kaiseri* izolatlarıyla yüksek düzeyde benzerlik gösterdiğini ortaya koymuştur.

Hekimoğlu (2022), Türkiye’nin 17 farklı lokalitesinden toplanan *Ixodes* örneklerinden elde edilen mitokondriyal 16S rDNA ve çekirdek defensin genlerini kullanarak Bayes çıkarımına dayalı filogenetik analiz gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda, Türkiye’de *Ixodes inopinatus*’un varlığı ilk kez moleküler verilerle ortaya konulmuştur.

Hekimoğlu ve ark., (2022) mağara ekosistemlerine uyum sağlamış ve yarasalar üzerinden parazitlenen *Ixodes* (*Eschatocephalus* alt cinsi) türlerine yönelik bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, Türkiye’nin 18 ilindeki 26 mağarada, yasalar üzerinden veya ortamdan toplanılan 81 kene örneği incelenmiş ve örnekler *Ixodes vespertilionis*, *Ixodes simplex*, *Ixodes ariadnae*, *Ixodes kaiseri* ve *Haemaphysalis erinacei* olarak tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, bu türlere ait mitokondriyal 16S rDNA ve COI gen bölgeleri analiz edilerek tür teşhisleri moleküler olarak da doğrulanmıştır. Çalışma sonucunda *I. ariadnae* türünün Türkiye’de varlığı ilk kez kayıtlanmıştır.

Yukarıda bahsedilen çalışmalardan da anlaşılabileceği üzere, son yıllarda Türkiye’de keneler üzerine yürütülen araştırmalarda morfolojik tür teşhislerinin yanı sıra 12S rDNA, 16S rDNA, COI ve defensin gibi çeşitli moleküler belirteçler de kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, Türkiye’de varlığı bildirilen bazı kene türlerinin sistematik konumu ve filogenetik ilişkileri hâlâ netlik kazanmamış olup, bazı türlere ait herhangi bir moleküler veri de henüz bulunmamaktadır. Bu çalışma kapsamında, Türkiye’nin 10 farklı ilinden ve çeşitli konak canlılardan toplanan *Ixodes* cinsine ait örneklerin mitokondriyal 16S rDNA gen bölgesi analiz edilmiştir. Bu doğrultuda, taksonomik durumu tartışmalı bazı türlerin moleküler verilerle değerlendirilmesi ve Türkiye’de varlığı bilinen ancak daha önce moleküler verisi üretilmemiş türlere ait genetik verilerin literatüre kazandırılması amaçlanmıştır.

3. MATERYAL METOT

3.1. Örneklerin Toplanması

Tez kapsamında kullanılan kene örnekleri, Prof. Dr. Adem Keskin, Prof. Dr. Kiraz Erciyas-Yavuz ve Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Yesari Selçuk tarafından yürütülen çalışmalar kapsamında, Türkiye'nin 10 farklı ilinden ve çeşitli konak canlılardan toplanmış olup, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Parazitoloji Laboratuvarı'nda müze materyali olarak muhafaza edilen örnekler arasından seçilmiştir. Kenelerin tür teşhisleri, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Parazitoloji Laboratuvarı'nda, dış morfolojik karakteristik özelliklere dayanılarak, stereo-mikroskop (Olympus CX41 ve SZ61, Tokyo, Japan) altında gerçekleştirilmiştir. Teşhis işlemlerinde Filippova (1977), Morel ve Perez (1977), Márquez ve ark. (1992) ile Estrada-Peña ve ark. (2017a) tarafından hazırlanan taksonomik teşhis anahtarları kullanılmıştır. Tür teşhisi tamamlanan örnekler; tarih, lokalite ve konak bilgilerini içeren etiketlerle birlikte, %96'lık etanol içeren tüplere yerleştirilmiş ve moleküler analizler gerçekleştirilene kadar Parazitoloji Laboratuvarı'nda uygun koşullarda saklanmıştır.

3.2. DNA İzolasyonu Ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)

Çalışma kapsamında toplanan örnekler arasından konak ve lokalite farklılıkları dikkate alınarak seçilen toplam 30 örnekten bireysel olarak (her örnek ayrı ayrı) total DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. İzolasyon işlemleri, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na sunulan proje kapsamında temin edilen ticari bir kit (PureLink™ Genomic DNA Mini Kit, Invitrogen, Carlsbad, CA, ABD) kullanılarak, üretici firmanın önerdiği protokole uygun şekilde yapılmıştır. Her bir örnek steril bir Eppendorf tüpüne alınarak üzerine 180 µL Genomic Digestion Buffer ilave edilmiştir. Örnekler steril bisturi yardımıyla birkaç parçaya ayrıldıktan sonra, tüpe 20 µL Proteinase K eklenmiştir. Karışım 3–5 saniye vortekslenip 1 dakika santrifüj edilerek 55 °C'de bir gece inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonrası tüpler 3 dakika maksimum hızda santrifüj edilerek elde edilen süpernatant temiz bir Eppendorf tüpüne aktarılmıştır. Ardından, 20 µL RNase A eklenmiş ve karışım oda sıcaklığında 2 dakika inkübe edilmiştir. Bu işlem sonrasında tüplere 200 µL Lysis/Binding Buffer eklenmiş ve vortekslenmiştir. Daha sonra karışıma 200 µL %96'lık etanol ilave edilerek 5 saniye vortekslenmiştir. Hazırlanan

lizatlar spin kolona aktarılmış ve 10.000×g'de 1 dakika santrifüj edilmiştir. Kullanılan toplama tüpü atılarak yerine kit içerisinde sağlanan yeni bir toplama tüpü yerleştirilmiş ve kolona 500 µL Wash Buffer 1 eklenerek tekrar 10.000×g'de 1 dakika santrifüj edilmiştir. Toplama tüpü tekrar değiştirilmiş ve spin kolona bu kez 500 µL Wash Buffer 2 eklenmiştir. Örnekler maksimum hızda 3 dakika santrifüj edilmiştir. Son aşamada spin kolon temiz bir Eppendorf tüpüne yerleştirilmiş ve üzerine 50 µL Genomic Elution Buffer eklenmiştir. 1 dakika maksimum hızda santrifüj edilerek DNA elüsyonu tamamlanmıştır.

Kenelerden elde edilen DNA miktarı ve kalitesi, mikro plaka okuyucu (Multiskan Go, Thermo Scientific, Vantaa, Finlandiya) ile 260/230 dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. *Ixodes* cinsine ait kenelerin moleküler analizi için Black vd. (1994) tarafından tasarlanan ve mitokondriyal 16S rDNA geninin yaklaşık 460 bp bir bölgesini hedefleyen primer seti 16S+1 (CTGCTCAATGATTTTTTAAATTGCTGTGG) ve 16S-1 (CCGGTCTGAACTCAGATCAAGT) kullanılmıştır. PZR reaksiyonlarının içeriği 25 µl Master Mix (ThermoFisher Scientific, Waltham, MA, ABD), 2 µl forward primer, 2 µl revers primer, 2 µl template DNA ve 19 µl DNA grade su olacak şekilde tasarlanmıştır. PZR reaksiyonları 94 °C 2 dk, 35 döngü, (94 °C 30 s, 51 °C 30 s, 72 °C 1 dk), 72 °C 10 dk koşullarında Bio-Rad T100 (Hercules, CA, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

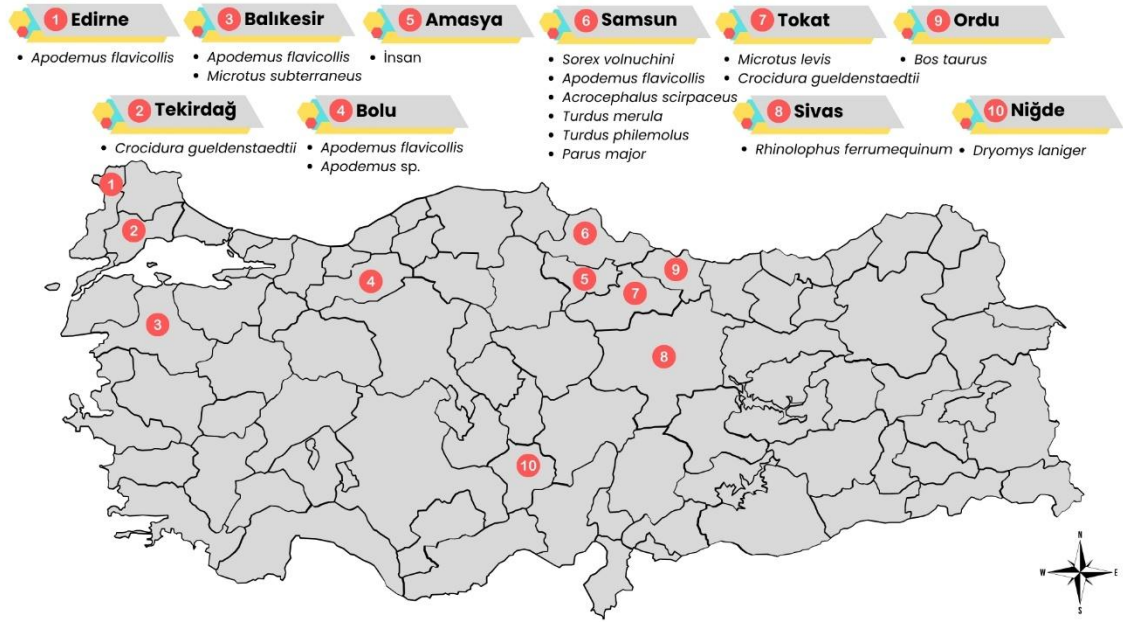
3.3.Agaroz Jel Elektforezi Ve Örneklerin DNA Dizi Ve Biyoinformatik Analizleri

PZR ürünleri %1 lik agaroz jelde 30 dk koşturulduktan sonra hedef bant varlığı bir görüntüleme sistemi (UVP) kullanılarak belirlenmiştir. PZR ürünleri dizi analizi için ticari bir firmaya (Macrogen Inc., Amsterdam, Hollanda) gönderilmiştir. Dizi analizi için PZR da kullanılan Revers ve Forward primerler kullanılarak çift yönlü olarak yaptırılmış ve her bir örneğe ait Forward ve Reverse diziler BioEdit (Hall, 1999) programına yüklenerek konsensus diziler elde edilmiştir. Konsensus diziler NCBI GenBank Blastn kullanılarak benzerlik analizine tabi tutulmuş ve NCBI GenBanka veri tabanında yer alan *Ixodes* türlerine ait 16S rDNA dizileri ile olan benzerliği araştırılmıştır. Çalışmamız kapsamında elde ettiğimiz *Ixodes* türlerine ait 16S rDNA gen bölgesi dizileri ile NCBI GenBank veri tabanında benzerlik gösteren diziler arasındaki filogenetik ilişki Mega 11 (Tamura ve ark., 2018) programı kullanılarak çizilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Kenelerin Dış Morfolojik Karakterlerine Göre Değerlendirilmesi

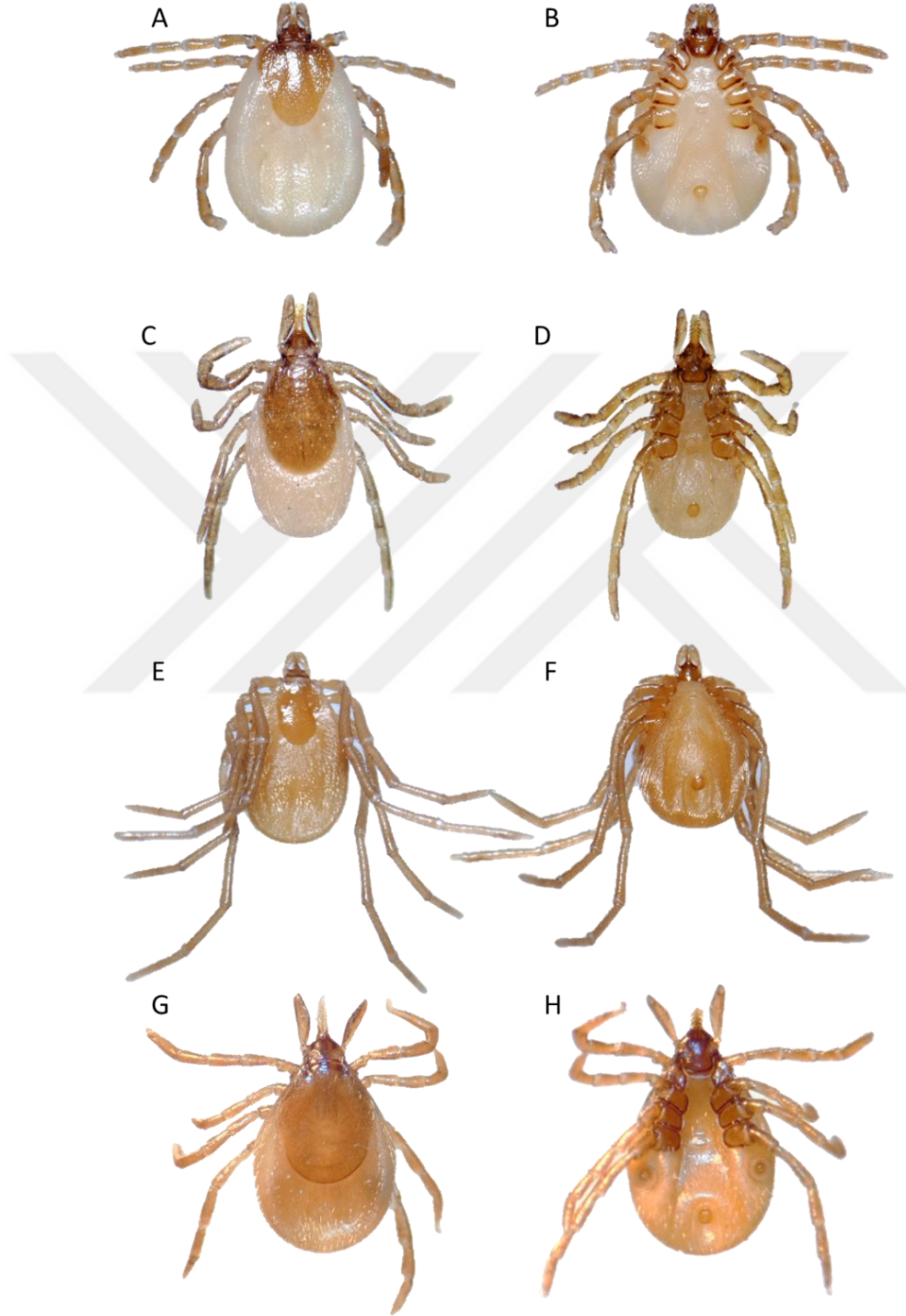
Tez çalışması kapsamında kullanılan keneler, Türkiye'nin 10 farklı ilinde (Şekil 1), 13 farklı lokalitede, çeşitli konak canlılar üzerinden toplanan ve laboratuvarımızda müze materyali olarak saklanmakta olan örneklerdir.



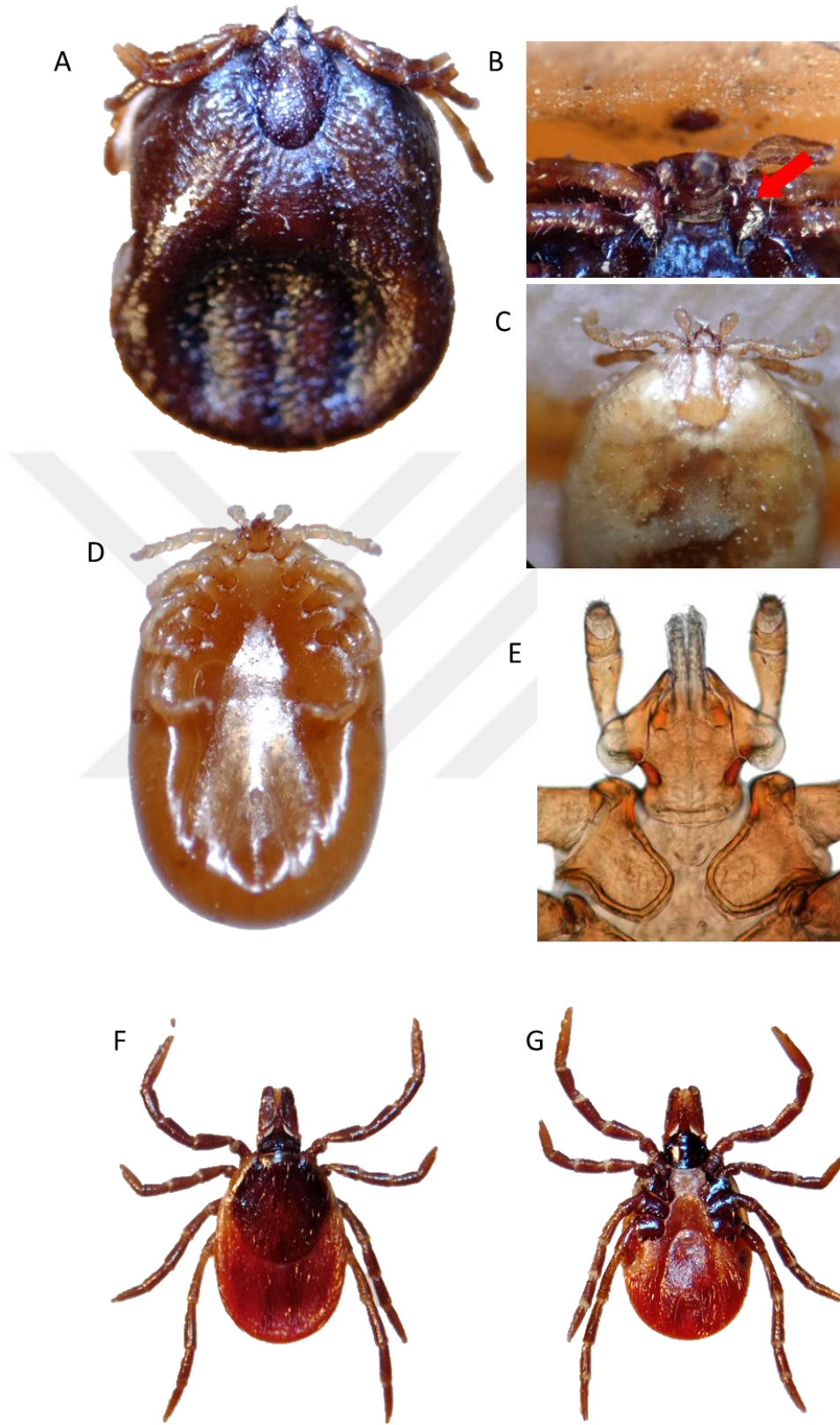
Şekil 4.1 Çalışma kapsamında yakalanan konak hayvanların illere göre dağılımları.

Edirne, Balıkesir, Samsun, Tokat ve Tekirdağ illerinde yakalanan *Apodemus flavicollis*, *Sorex volnuchini*, *Microtus levis*, *Microtus subterraneus* *Crocidura gueldenstaedtii* ve *Turdus merula* türleri üzerinden toplanılan keneler *I. redikorzevi*; Niğde ilinde yakalanan *Dryomys laniger* türü konak üzerinden toplanılan keneler *I. laguri*; Bolu ve Samsun illerinde yakalanan *Apodemus flavicollis*, *Acrocephalus scirpaceus*, *Turdus philomelos* ve *Turdus merula* türü konaklar üzerinden toplanılan keneler *I. ricinus*; Samsun ilinde yakalanan *Turdus merula* türü konaklar üzerinden toplanılan keneler *I. festai*, *I. eldaricus* ve *I. frontalis* ve *Parus major* türü konak üzerinden yakalanan *I. arboricola*; Amasya ilinde insan üzerinde toplanılan kene *I. kaiseri*; Sivas ilinde *Rhinolophus ferrumequinum* türü yarasa üzerinden toplanılan kene *I. vespertilionis*; Bolu ilinde yakalanan *Apodemus* sp. türü konak üzerinden toplanılan kene *I. trianguliceps*; Ordu ilinde sığır üzerinden

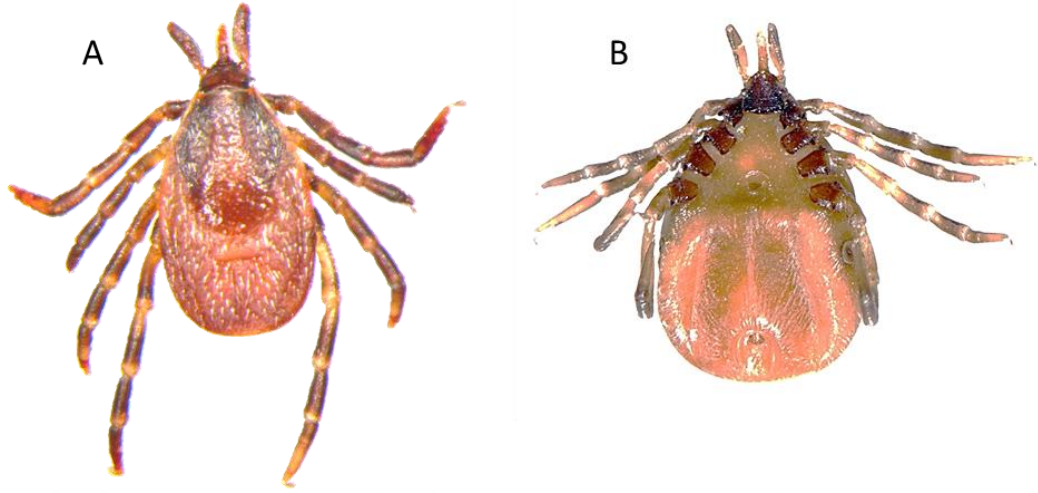
alınan kene *I. inopinatus* olarak teşhis edilmiştir. Morfolojik karakterlerine göre teşhis edilen bu örneklerin bazılarına ait görseller Şekil 2-4 'te verilmiştir.



Şekil 4.2 Tez çalışması kapsamında çeşitli konaklar üzerinden toplanılan *Ixodes* cinsine ait kenelerin dorsal ve ventral açılarından fotoğrafları. **A-B.** *Ixodes kaiseri*, **C-D.** *Ixodes laguri*, **E-F.** *Ixodes vespertilionis*, **G-H.** *Ixodes redikorzevi*.



Şekil 4.3 Tez çalışması kapsamında çeşitli konaklar üzerinden toplanılan *Ixodes* cinsine ait kenelerin fotoğrafları. **A-B.** *Ixodes festai*, **C-D.** *Ixodes arboricola*, **E.** *Ixodes trianguliceps*, **F-G.** *Ixodes ricinus*.



Şekil 4.4 Tez çalışması kapsamında çeşitli konaklar üzerinden toplanılan *Ixodes* cinsine ait kenelerin dorsal ve ventral açılardan fotoğrafları. **A-B.** *Ixodes frontalis*.

4.1. Kenelerden Elde Edilen 16s rDNA Gen Bölgelerinin Değerlendirilmesi

Çalışmamız kapsamında Edirne, Balıkesir ve Samsun illerinde yakalanan *Apodemus flavicollis*; Samsun ilinde yakalanan *Sorex volnuchini* ve *Turdus merula*; Tekirdağ ve Tokat illerinden yakalanan *Crocidura gueldenstaedtii*; Tokat ilinden yakalanan *Microtus levis*; Balıkesir ilinden yakalanan *Microtus subterraneus* türleri üzerinden toplanan ve Filippova (1977) tarafından verilen tayin anahtarı kullanılarak *Ixodes redikorzevi* olarak teşhis edilen örneklerden 16S rDNA gen bölgesi hedeflenerek elde edilen dizileri (PV113069-PV113081) NCBI GenBank verileri ile kıyasladığımızda Fransa (MH708166), İspanya (PQ144654), Macaristan (OM200058) ve Malta (OL352911)'dan toplanılan ve *Ixodes acuminatus* olarak tanımlanan örneklerle %99.49-100 oranlarında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. *Ixodes redikorzevi* ve *I. acuminatus* türlerinin sinonimlik durumu göz önüne alındığında tespit edilen türlerin *I. acuminatus* türüne ait olduğu ve taksonomideki öncelik (priority) kuralına göre *I. redikorzevi* türünün *I. acuminatus* türünün sinonimi olması gerektiği düşünülmüştür. Bu nedenle örneklerimiz NCBI GenBank veri tabanına *I. acuminatus* adı altında yüklenmiştir.

Samsun Kızılırmak deltasından yakalanan *Turdus merula* türü konak üzerinden toplanan ve morfolojik olarak *Ixodes eldaricus* türüne ait olduğu düşünülen kenelerden 16S rDNA gen bölgesi hedeflenerek elde edilen diziler (PV113065-PV113066) NCBI GenBank veri

tabanında yer alan dizilerle karşılaştırıldığında, söz konusu türe ait herhangi bir referans dizinin mevcut olmadığı ve dizilerimizin *Ixodes ventalloi* isolate IV-USZ255T (MW173476 - İtalya) ile %96.83 oranında, *Ixodes ventalloi* isolate IV-USZ258T (MW173478 - İtalya) ile %96.61 oranında ve *Ixodes ventalloi* isolate AGO6 (KY231931 - İspanya) ile %96.40 oranında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Örneklerimizden elde edilen dizilerin NCBI GenBank veri tabanında bir referans dizi ile yakın benzerlik görmemesi nedeniyle örneklerimiz NCBI GenBank veri tabanına *Ixodes* sp. adı altında yüklenmiştir.

Samsun Kızılırmak deltasından yakalanan *Turdus merula* türü konak üzerinden toplanan *I. festai* türüne ait kenelerden 16S rRNA gen bölgesi hedefleyerek elde edilen dizi (PV113062) NCBI GenBank veri tabanında yer alan dizilerle karşılaştırıldığında, *Ixodes festai* isolate MAVES-1 (OL352913, Malta) %98.97 oranında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan filogenetik analizde dizimizin (PV113062) Malta'da *Erithacus rubecula* türü kuş üzerinden toplanılan *I. festai* isolate MAVES-1 (OL352913) ve Macaristan'dan *Prunella modularis* ve *Chloris chloris* türü kuşlar üzerinden toplanılan ve NCBI GenBank veri tabanında henüz erişime açılmayan *I. festai* dizileri (Hornok ve ark., yayınlanmamış veri¹) ile aynı klad içerisine yer alması morfolojik teşhisin doğruluğunu desteklemiştir.

Amasya Taşova ilçesinden insan üzerinden toplanan *I. kaiseri* türüne ait kenelerden 16S rDNA gen bölgesi hedeflenerek elde edilen dizi (PV113063) NCBI GenBank veri tabanında yer alan dizilerle karşılaştırıldığında, *Ixodes kaiseri* isolate Xinjiang-CP (MG656445-Çin) %99.78 oranında, *Ixodes kaiseri* isolate Orkun-IXHI22 (KR870980-Türkiye) %99.77 oranında ve *Ixodes kaiseri* isolate (ML17) (MK613135-Polonya) %99.31 oranında benzerlik göstermiş ve türün morfolojik teşhisi moleküler olarak da doğrulanmıştır.

Sivas Zara ilçesinden *Rhinolophus ferrumequinum* türü yarasa üzerinden toplanan *I. vespertilionis* türüne ait kenelerden 16S rDNA gen bölgesi hedeflenerek elde edilen dizi (PV113064) NCBI GenBank veri tabanında yer alan dizilerle karşılaştırıldığında, *Ixodes vespertilionis* isolate TR11 (ON540353-Türkiye) ve *Ixodes vespertilionis* isolate TR12 (ON540354-Türkiye) ile %99.51, *Ixodes vespertilionis* genotype A (KM455966-

¹ Tez danışmanı Prof. Dr. Adem Keskin bu çalışmada yazar olarak yer almaktadır.

Macaristan) %97.19 oranında ve *Ixodes vespertilionis* genotype B (KM455967-Macaristan) %96.76 oranında benzerlik göstermiştir. Elde ettiğimiz dizinin özellikle Türkiye’den toplanılan *I. vespertilionis* örneklerine ait dizilerle yüksek benzerlik göstermesi türün morfolojik teşhisinin moleküler olarak da doğrulandığını göstermiştir.

Samsun Kızılırmak deltasında *Turdus merula* üzerinden toplanan *I. frontalis* türüne ait kenenin 16S rDNA gen bölgesi hedeflenerek elde edilen dizi (PV113067) NCBI GenBank veri tabanında yer alan dizilerle karşılaştırıldığında, *Ixodes frontalis* isolate IF1 (PQ772137-Slovakya) %99.55 oranında, *Ixodes frontalis* genotype B-Hu16S (KU170519-Macaristan) ile 99.51% ve *Ixodes frontalis* isolate IfrontTU68 (MK058364-Türkiye) %99.09 oranında benzerlik göstermiş ve türün morfolojik teşhisinin moleküler olarak da doğrulanmıştır.

Bolu Abant’ta *Apodemus* sp. üzerinden toplanan *I. trianguliceps* türüne ait kenelerden 16S rDNA gen bölgesi hedeflenerek elde edilen dizi (PV113053) NCBI GenBank verileri ile kıyasladığımızda, *Ixodes trianguliceps* isolate T23 (MZ892610-Birleşik Krallık) ile %99.74, *Ixodes trianguliceps* clone ITGIttriangcl1 (KJ414458-Belçika) ile %99,35 oranında ve *Ixodes trianguliceps* isolate ITR1 (OQ924735-Russia) ile %99.25 benzerlik göstermiş ve türün morfolojik teşhisinin moleküler olarak da doğrulanmıştır.

Niğde Ulukışla ilçesinde *Dryomys laniger* üzerinden toplanan *I. laguri* türüne ait kenelerden 16S rDNA gen bölgesi hedeflenerek elde edilen dizileri (PV113060-PV113061) NCBI GenBank veri tabanında yer alan dizilerle karşılaştırıldığında, *Ixodes laguri* isolate Orkun-IXL315 (KR870981-Türkiye), *Ixodes laguri* isolate Erz-R432N2 (OM403700-Türkiye) ve *Ixodes laguri* isolate Erz-R432N1 (OM403699-Türkiye) ile %98.22 üzeri oranlarda benzerlik göstermiştir.

Bolu Yedigöller ilinde *Apodemus flavicollis* ve Kızılırmak Deltasından yakalanan *Turdus philemolus*, *Turdus merula*, *Acrocephalus scirpaceus* konakları üzerinden toplanan ve Filippova (1977) tarafından verilen tayin anahtarı kullanılarak *I. ricinus* olarak teşhis edilen örneklerden 16S rDNA gen bölgesi hedeflenerek elde edilen diziler (PV113054-PV113055, PV113057-PV113059) NCBI GenBank veri tabanında yer alan dizilerle karşılaştırıldığında, çok sayıda izolat ile %99-100 arasında benzerlik gösterdiği, dizilerin özellikle Türkiye’den toplanılan *Ixodes ricinus* isolate Orkun-IXR15 (KR870982), *Ixodes*

ricinus isolate Iric16SERU1 (MT229189) ve *Ixodes ricinus* isolate TRY6 (OP573234) ile yüksek benzerlik (%99.73-100) gösterdiği tespit edilmiştir.

Ordu ilinden *Bos taurus* üzerinde alınan ve morfolojik olarak *I. inopinatus* olarak teşhis edilen örneğe ait 16S gen bölgesi dizisi (PV113056) NCBI GenBank veri tabanında yer dizilerle karşılaştırıldığında, veri tabanında yer alan *I. ricinus* türüne ait dizilerle %99'un üzerinde benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, *I. inopinatus* ve *I. ricinus* türlerinin 16S gen bölgesine göre ayırt edilemediği vurgulanmış olsa da türün geçerliliği konusunda büyük şüpheler bulunmaktadır. Tez verilerine dayanılarak yapılan filogenetik ağaçta her iki türe ait dizilerinin aynı/yakın kladlar içerisinde yer alması ve türün geçerliliğindeki belirsizlik nedeni ile çalışmamız kapsamında elde edilen 16S gen dizisi NCBI GenBank veri tabanına *I. ricinus* olarak yüklenmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen 16S gen dizilerine ait Genbank erişim numaraları, konakları, toplanma yerleri ve tarihleri, GenBank veri tabanında en yüksek benzerlik gösteren dizilerin benzerlik oranları ve erişim numaraları Çizelge 1'de belirtilmiştir.

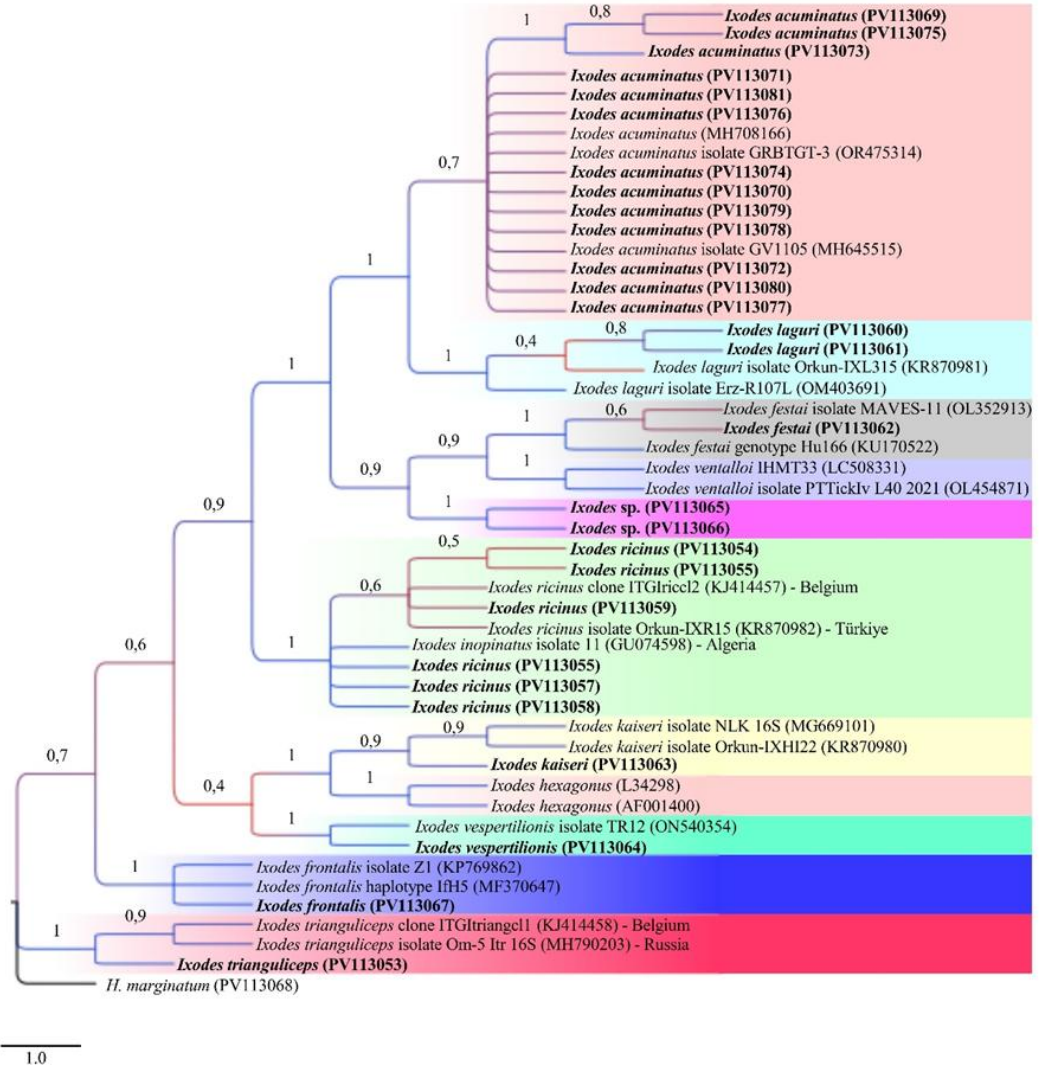
Çizelge 1. *Ixodes* türlerinin 16S gen bölgesi dizilerine ait Genbank erişim numaraları, konak isimleri, toplanma yerleri ve tarihleri, GenBank veri tabanında en yüksek benzerlik gösteren dizilerin benzerlik oranları ve erişim numaraları

Kene türü	NCBI Genbank Erişim No	Konak adı	Lokale	Toplanma tarihi	Nükleotid benzerliği (%) *	NCBI Genbank Erişim No **
<i>Ixodes trianguliceps</i>	PV113053	<i>Apodemus</i> sp.	Bolu	2019	99.35	KJ414458 (Belçika)
<i>Ixodes ricinus</i>	PV113054	<i>Apodemus flavicollis</i>	Bolu	2020	100	KR870982 (Türkiye)
<i>Ixodes ricinus</i>	PV113055	<i>Turdus phileolus</i>	Samsun	2016	99.77	KR870982 (Türkiye)
<i>Ixodes ricinus</i>	PV113056	<i>Bos taurus</i>	Ordu	2006	99.78	KR870982 (Türkiye)
<i>Ixodes ricinus</i>	PV113057	<i>Turdus merula</i>	Samsun	2016	100	ON116370 (İspanya)
<i>Ixodes ricinus</i>	PV113058	<i>Turdus merula</i>	Samsun	2016	100	ON116370 (İspanya)
<i>Ixodes ricinus</i>	PV113059	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Samsun	2016	100	KJ414457 (Belçika)
<i>Ixodes laguri</i>	PV113060	<i>Dryomys laniger</i>	Niğde	2021	98.91	KR870981 (Türkiye)
<i>Ixodes laguri</i>	PV113061	<i>Dryomys laniger</i>	Niğde	2021	98.26	KR870981 (Türkiye)
<i>Ixodes festai</i>	PV113062	<i>Turdus merula</i>	Samsun	2016	98.97	OL352913 (Malta)
<i>Ixodes kaiseri</i>	PV113063	<i>Homo sapiens</i>	Amasya	2009	99.78	MG656445 (Çin)
<i>Ixodes vespertilionis</i>	PV113064	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Sivas	2011	99.51	ON540353 (Türkiye)
<i>Ixodes</i> sp.	PV113065	<i>Turdus merula</i>	Samsun	2016	96.83	MW173477 (İtalya)
<i>Ixodes</i> sp.	PV113066	<i>Turdus merula</i>	Samsun	2016	96.40	MW173477 (İtalya)
<i>Ixodes frontalis</i>	PV113067	<i>Turdus merula</i>	Samsun	2016	99.55	PQ772137 (Slovakya)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113069	<i>Apodemus flavicollis</i>	Edirne	2019	99.74	OL352911 (Malta)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113070	<i>Apodemus flavicollis</i>	Edirne	2019	99.75	OL352911 (Malta)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113071	<i>Apodemus flavicollis</i>	Samsun	2015	99.74	OL352911 (Malta)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113072	<i>Sorex volnuchini</i>	Samsun	2016	99.76	MH708166 (Fransa)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113073	<i>Sorex volnuchini</i>	Samsun	2016	99.74	OL352911 (Malta)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113074	<i>Apodemus flavicollis</i>	Samsun	2016	99.75	OM200058 (Macaristan)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113075	<i>Apodemus flavicollis</i>	Balıkesir	2016	99.74	OL352911 (Malta)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113076	<i>Turdus merula</i>	Samsun	2016	100	OL352911 (Malta)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113077	<i>Microtus subterraneus</i>	Balıkesir	2017	99.49	OL352911 (Malta)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113078	<i>Crocidura gueldenstaedtii</i>	Tekirdağ	2021	99.75	OM200058 (Macaristan)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113079	<i>Microtus levis</i>	Tokat	2020	99.75	OL352911 (Malta)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113080	<i>Crocidura gueldenstaedtii</i>	Tokat	2021	99.49	OL352911 (Malta)
<i>Ixodes acuminatus</i>	PV113081	<i>Crocidura gueldenstaedtii</i>	Tokat	2021	100.00	OL352911 (Malta)

* Blastn analizi sonucunda tespit edilen en yüksek benzerlik oranı yazılmıştır.

** Blastn analizi sonucunda tespit edilen en yüksek benzerlik oranı sahip olan genbank erişim numarası yazılmıştır.

Çalışmamız kapsamında incelenen *Ixodes* türlerine ait 16S rDNA gen bölgesi dizileri ile NCBI GenBank veri tabanında yüksek benzerlik gösteren diziler arasındaki filogenetik ilişkileri gösteren, maksimum olasılık (Maximum Likelihood) yöntemine ve Tamura - Nei modeline göre hazırlanan filogenetik ağaç Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 4.5 Çalışmamız kapsamında incelenen bazı *Ixodes* türlerine ait 16S gen bölgesi dizilerine dayanarak oluşturulan filogenetik ağaç.

5. TARTIŞMA

Keneler, hemen hemen tüm karasal omurgalılar üzerinden kan emebilen ve tıbbi ve veterinerlik açıdan büyük öneme sahip zorunlu ektoparazitlerdir. Keneler insanlara ve hayvanlara çeşitli patojenlerin bulaşmasında önemli bir rol oynamalarının yanı sıra, konaklarında anemi, kan kaybı, aşırı duyarlılık, cilt tahrişi ve yara oluşumuna neden olmaktadır. Ayrıca bazı kene türleri, konaklarında kene felci ve toksikoz gibi ciddi klinik tablolara yol açabilmektedir (Oliver, 1989; Jongejan ve Uilenberg, 2004).

Sistematik açıdan keneler, Acari alt sınıfı içerisinde yer alan Ixodida (Metastigmata) takımına bağlı araknidlerdir. Kene türlerinin teşhisinde geleneksel olarak dış morfolojik özelliklere dayanan yöntemler kullanılmakta; laboratuvar ortamında stereo mikroskop altında tayin anahtarları, tanımlayıcı açıklamalar (deskripsiyonlar) ve çizimlerden yararlanılmaktadır. Morfolojik karakterizasyon, günümüzde hâlâ birçok çalışmada temel tür tanımlama yöntemi olarak önemini korumaktadır. Ancak, morfolojik teşhis bazı durumlarda önemli kısıtlılıklara sahiptir. Özellikle kene taksonomisti uzman sayısının azlığı, tecrübe eksikliği, mevcut tayin anahtarlarının yakın akraba türleri (örneğin kriptik veya kardeş türler) ayırt etmede yetersiz kalması gibi faktörler morfolojik tür teşhisini zorlaştırmaktadır. Ayrıca, örneklerin vücut bütünlüğünün bozulması, ekstremitte kayıpları ve aşırı doymuş ya da olgunlaşmamış bireyler gibi durumlar da doğru tür teşhisini engelleyebilmektedir. Son yıllarda bu sınırlamaların üstesinden gelmek, kenelerin morfolojik tanımlamalarını doğrulamak ve türlerin filogenetik ilişkilerini ortaya koymak amacıyla moleküler araçların kullanımı giderek yaygınlaşmıştır (Murrell ve ark., 2001; Durden ve Beati, 2014).

Ixodes cinsi, 280'den fazla geçerli türle, keneler arasında en fazla tür çeşitliliğine sahip cinstir. Zoocoğrafik bölgelerin tamamında yayılım gösteren bu cins, özellikle Palearktik bölgede 59, Avrupa ve Akdeniz havzasında 26 (Estrada-Peña ve ark., 2017a; Aftisse ve ark., 2025), Orta Doğu'da ise 19 tür ile temsil edilmektedir (Mumcuoglu ve ark., 2025; Aftisse ve ark., 2025). Palearktik bölgedeki *Ixodes* türlerine yönelik çeşitli morfolojik teşhis anahtarlarını içeren kapsamlı çalışmalar yayımlanmıştır. Bu çalışmalar, tür teşhisine yardımcı olabilecek şekilde, *Ixodes cinsi* üyelerinin tüm aktif yaşam evrelerine ait ayrıntılı tanımlamaları ve çizimleri de içermektedir (Márquez ve ark., 1992; Cordas ve ark., 1993; Estrada-Peña ve ark., 2017a). Türkiye'de ise *Ixodes cinsine* ait *I.*

acuminatus, *I. arboricola*, *I. ariadnae*, *I. crenulatus*, *I. eldaricus*, *I. festai*, *I. frontalis*, *I. gibbosus*, *I. hexagonus*, *I. inopinatus*, *I. kaiseri*, *I. laguri*, *I. redikorzevi*, *I. ricinus*, *I. simplex*, *I. trianguliceps* ve *I. vespertilionis* olmak üzere 17 farklı türün varlığını çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (Bursali ve ark., 2012; Keskin ve ark., 2014; Kar ve ark., 2017; Orkun ve Karaer, 2018; Keskin ve Erciyas-Yavuz, 2019; Keskin ve Selçuk, 2021; Hekimoğlu, 2022; Hekimoğlu ve ark., 2022).

Türkiye’de, *Ixodes* cinsine ait kenelerin tür tayininde ağırlıklı olarak morfolojik karakterlere dayalı yöntemler tercih edilmekle birlikte, son yıllarda bu türlerin teşhisi moleküler verilerle de desteklenerek doğruluğu artırılmaya çalışılmaktadır. Yapılan moleküler çalışmalarda *I. arboricola* (KJ627849) türüne ait 12S gen bölgesi (Keskin ve ark., 2014); *I. kaiseri* (KY962067, ON540356), *I. laguri* (KR870981, OM403687-OM403701), *I. ricinus* (KR870982, OP573229-OP573252), *I. simplex* (ON540343-ON540348), *I. vespertilionis* (ON540349-ON540354) ve *I. ariadnae* (ON540355) türlerine ait 16S gen bölgesi (Orkun, 2018; Orkun ve Karaer, 2018; Guven ve ark., 2022; Hekimoğlu ve ark., 2022); *I. inopinatus* (OP590036-OP590037) ve *I. ricinus* (OP590038-OP590075) türlerine ait defensin gen bölgesi (Hekimoğlu, 2022); *I. vespertilionis* (ON527559-ON527572), *I. ariadnae* (ON527573), *I. simplex* (ON527574-ON527575) ve *I. kaiseri* (ON527576) türlerine ait COI gen bölgesi (Hekimoğlu ve ark., 2022) hedeflenmiş ve morfolojik tür teşhisleri moleküler olarak doğrulanmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada, Türkiye’de varlığı bildirilen ve Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Parazitoloji Araştırma Laboratuvarı’nda önceki çalışmalar kapsamında Türkiye’nin farklı bölgelerinden toplanan *Ixodes* cinsi kene türlerinin (*I. arboricola*, *I. eldaricus*, *I. festai*, *I. frontalis*, *I. gibbosus*, *I. hexagonus*, *I. inopinatus*, *I. kaiseri*, *I. laguri*, *I. redikorzevi*, *I. ricinus*, *I. trianguliceps* ve *I. vespertilionis*) 16S rDNA gen bölgesi hedef alınarak moleküler tanımlamaları ve filogenetik ilişkileri araştırılmıştır. Ancak *I. arboricola*, *I. gibbosus* ve *I. hexagonus* türlerinden elde edilen DNA örneklerinin kalite ve miktar açısından yetersiz olması nedeniyle bu türlere ait 16S gen bölgesi dizileri elde edilememiştir. Bu nedenle, filogenetik analizler *I. eldaricus*, *I. festai*, *I. frontalis*, *I. inopinatus*, *I. kaiseri*, *I. laguri*, *I. redikorzevi*, *I. ricinus*, *I. trianguliceps* ve *I. vespertilionis* türleri üzerinden yürütülmüştür.

Ixodes eldaricus, nominate alt cinsin bir üyesi olup özellikle nominate alt cins içerisinde yer alan *I. ricinus* ve *I. redikorzevi* ile morfolojik olarak benzerlik göstermektedir (Filippova, 1974, 1977). Türün yayılış alanı Kırım, Gürcistan, Ermenistan, Azerbaycan, Rusya, Türkmenistan, Tacikistan, Özbekistan, Kazakistan, Kırgızistan, Irak ve İsrail içermektedir (Filippova, 1974; Uspensky, 2021). *Ixodes eldaricus*, Keskin ve Erciyas-Yavuz (2019) tarafından bazı ötücü kuşlar (*Cettia cetti*, *Erithacus rubecula*, *Locustella naevia*, *Locustella naevia*, *Turdus merula*, *Sturnus vulgaris* ve *Phoenicurus phoenicurus*) üzerinden toplanılarak Türkiye’de varlığı kayıtlanmıştır. Bu türe ait örneklerden 16S rDNA gen bölgesi hedeflenerek elde edilen diziler (PV113065 ve PV113066), NCBI GenBank veri tabanında yer alan dizilerle karşılaştırıldığında, söz konusu türe ait herhangi bir referans dizinin mevcut olmadığı belirlenmiştir. Elde edilen dizilerin en yüksek benzerliği, *Ixodes ventalloi* türüne ait dizilerle (MW173477–MW175443) gösterdiği ve bu benzerliğin %96,83 ile %96,37 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu durum, analiz edilen örneklerin Genbank veri tabanlarında henüz temsil edilmeyen *I. eldaricus* ait olabileceğini veya *I. ventalloi* ile yakın akraba ancak genetik olarak ayrılacak düzeyde farklılık gösteren bir türe ait olabileceğini düşündürmüştür.

Bu bulgu doğrultusunda, ilgili örneklerin morfolojik teşhislerinin daha ayrıntılı ve dikkatli bir biçimde yeniden değerlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Söz konusu örnekler daha önce *I. eldaricus* olarak tanımlanmış olmakla birlikte; dişi bireylerde gnathosoma yapısı ve spirakulum açıklığı, larva ve nimf evrelerinde gnathosoma morfolojisi, servikal oluk yapısı ve skutum üzerindeki nokta şeklindeki çukurlukların dağılımı gibi bazı morfolojik karakterlerin, Arthur (1959, 1968) tarafından Irak ve İsrail’den tanımlanan ve *I. eldaricus*’un sinonimi olarak kabul edilen *Ixodes tatei* ile daha yüksek düzeyde benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle, çalışmamız kapsamında elde edilen örneklerin yalnızca morfolojik değil, aynı zamanda moleküler açıdan da farklı coğrafyalardan bildirilen *I. eldaricus* örneklerini içerecek şekilde yeniden değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, *I. tatei* türünün geçerliliği veya *I. eldaricus* ile sinonimliği konusunun da bu çerçevede yeniden gözden geçirilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Ixodes festai nadir bulunan ve biyolojisi hâlâ tam olarak anlaşılamamış olan bir sert kene türüdür (Guglielmone ve ark., 2014). Bu türün Libya, Fransa, İtalya, Fas, Tunus ve İsviçre gibi ülkelerden bildirildiği bilinmektedir (Guglielmone ve ark., 2023). Son yıllarda

yapılan çalışmalarda ise *I. festai*'nin Macaristan (Hornok ve ark., 2016b), Polonya (Siuda ve Szymański, 1991), İsviçre (Papadopoulos ve ark., 2001) ve Türkiye (Keskin ve Erciyas-Yavuz, 2019) gibi ülkelerde, özellikle bazı göçmen kuş türlerinden toplandığı rapor edilmiştir. Ancak, bu bulgulara rağmen söz konusu ülkelerde türün kalıcı olarak yerleşip yerleşmediği henüz netlik kazanmamıştır (Guglielmone ve ark., 2023). *Ixodes festai* morfolojik olarak *I. ventalloi* türüne büyük benzerlik göstermekte ve bu nedenle sıklıkla bu türle karıştırılmaktadır. Bu benzerlik nedeniyle, Gilot ve Perez (1978)'in çalışmasından önce yayımlanan *I. festai* kayıtlarının güvenilirliği sorgulanmaktadır (Guglielmone ve ark., 2014; 2023). Bu çalışmada, *I. festai* olarak morfolojik olarak tanımlanan bir örnekten elde edilen 16S rDNA gen bölgesi dizisi (PV113062), NCBI GenBank veri tabanında yer alan dizilerle karşılaştırıldığında, Malta'da *Erithacus rubecula* türü kuş üzerinden toplanılan *I. festai* isolate MAVES-1 (OL352913-%98,97 benzerlik) ve Macaristan'dan *Prunella modularis* ve *Chloris chloris* türü kuşlar üzerinden toplanılan ve NCBI GenBank veri tabanında henüz erişime açılmayan *I. festai* dizileri (Hornok ve ark., yayınlanmamış veri²) ile aynı klad içerisine yer alması morfolojik teşhisin doğruluğunu desteklemiştir. Bu bulgu ile *I. festai* türünün Türkiye'deki varlığı yalnızca morfolojik olarak değil, aynı zamanda moleküler düzeyde de doğrulanmış ve kayıt altına alınmıştır.

Ixodes frontalis Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Afrika'da yaygın olarak dağılım gösteren ve geniş bir konakçı yelpazesine sahip ornitofilik bir kenedir. Aynı zamanda Türkiye'de kuşlar üzerinde yapılan çalışmalarda en sık rastlanan kene türlerinden biridir (Keskin ve Erciyas-Yavuz, 2016, 2019). Avrupa genelinde kuşlar üzerinde oldukça yaygın olarak parazitlenen *I. frontalis* türünün tip lokalitesi Almanya'dır. Morfolojik olarak oldukça karakteristik özelliklere sahip olan *I. frontalis*'in, moleküler düzeyde yapılan çalışmalarda COI ve 16S rDNA gen bölgeleri temel alınarak iki farklı klada (haplotip A ve B) ayrıldığı gösterilmiştir (Hornok ve ark., 2016b, Reynolds ve ark., 2022). NCBI GenBank veri tabanında 16S rDNA gen bölgesi için haplotip A'ya ait KU170518, haplotip B'ye ait ise KU170519 dizisi yer almaktadır. Çalışmamız kapsamında, Kızıllırmak Deltası'nda *T. merula* üzerinden elde edilen bir örneğe ait dizinin (PV113067), haplotip B ile %99,51 (KU170519), haplotip A ile ise %96,09 (KU170518)

² Tez danışmanı Prof. Dr. Adem Keskin bu çalışmada yazar olarak yer almaktadır.

oranında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. *Ixodes frontalis*, belirgin morfolojik karakterleri sayesinde diğer *Ixodes* türlerinden kolaylıkla ayırt edilebilmesi nedeniyle çalışmamıza yalnızca bir birey dahil edilmiştir. Çalışmamızda bu türe ait örnek sayısının sınırlı olması nedeniyle Türkiye’de yayılış gösteren *I. frontalis* popülasyonunun yalnızca haplotip B’ye mi ait olduğu ya da her iki haplotipin (A ve B) Türkiye’de bulunup bulunmadığı değerlendirilememiştir. Bu bulgular, Türkiye'deki *I. frontalis* popülasyonunun genetik yapısının daha sağlıklı bir şekilde ortaya konulabilmesi için, daha geniş bir coğrafi dağılımdan ve daha fazla sayıda örnek ile desteklenmiş ileri düzey moleküler çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Ixodes inopinatus İspanya’dan toplanan *I. ricinus* örnekleri arasından ayrılarak tanımlanmış bir türdür (Estrada-Peña ve ark., 2014). Bu tür, morfolojik olarak diğer Palearktık *Ixodes* türleriyle bazı benzerlikler taşımakla birlikte, özellikle *I. ricinus* ile sıkça karıştırılabileceği ve bu nedenle geçmişte yanlışlıkla *I. ricinus* olarak teşhis edilmiş olabileceği belirtilmiştir (Estrada-Peña ve ark., 2014; Chitimia-Dobler ve ark., 2018). Sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda *I. inopinatus*’un Almanya, Avusturya, Portekiz, Romanya, İspanya ve Tunus’taki varlığı da belgelenmiştir (Estrada-Peña, 2017b; Chitimia-Dobler ve ark., 2018). Bu çalışmalarda, kenelerin tanımlamaları hem morfolojik karakterlere hem de moleküler verilere göre yapılmış; özellikle İspanya’dan (KM211790) ve Tunus’tan (KM211789) elde edilen 16S rDNA gen dizileri, *I. ricinus* dizilerinin farklı kladlara yerleştiği gösterilmiştir (Estrada-Peña ve ark., 2014).

Chitimia-Dobler ve ark., (2018) Almanya, Avusturya ve Romanya’dan toplanan *I. inopinatus* örneklerine ait ayırt edici morfolojik karakterleri ayrıntılı olarak tanımlamış ve bu örneklerin tür teşhisini 16S rDNA ve 12S rDNA gen bölgelerine ait moleküler verilerle desteklemiştir. Çalışmada, özellikle *I. ricinus* ile karıştırılma potansiyeline sahip olan bu türün tanımlanmasında hem morfolojik hem de moleküler verilerin birlikte kullanılmasının önemi vurgulanmıştır. Bursalı ve ark., (2020), Ordu ilinde sığırlar üzerinden topladıkları kenelerin bazılarının *I. inopinatus* türüne ait olduğunu belirlemiş ve türün Türkiye'deki varlığını ilk kez kayıtlamıştır. Hekimoğlu (2022) tarafından yapılan çalışmada ise, *defensin* gen bölgesi kullanılarak söz konusu türün Türkiye’deki varlığı moleküler düzeyde doğrulanmıştır. Çalışmamızda, morfolojik olarak *I. inopinatus* olarak teşhis edilen örneğe ait 16S rDNA gen bölgesi dizisinin (PV113056) NCBI GenBank veri

tabanında yer alan *I. ricinus* türüne ait dizilerle %99'un üzerinde benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, tür ayırımında yaygın olarak kullanılan 16S rDNA gen bölgesi ile tüm mitokondriyal genomun, *I. ricinus* ve *I. inopinatus* arasında net bir ayırım sağlayamadığı ortaya konmuştur. Her iki türün mitogenomlarının yaklaşık %99 oranında benzerlik taşıdığı ve filogenetik analizlerin de bu iki türü güvenilir şekilde ayırt edemediği bildirilmiştir (Rollins ve ark., 2023; Mumcuoğlu ve ark., 2025). Buna karşın, yapılan tüm genom dizileme çalışmalarında, iki formun farklı filogenetik kladlarda yer aldığı görülmüş; ancak bu farklılığın gerçekten iki ayrı türe mi yoksa yalnızca coğrafi varyasyon gösteren bir türün farklı popülasyonlarına mı ait olduğu hâlâ netlik kazanmamıştır. Üstelik *I. inopinatus* 'un *I. ricinus* ile melezlenebilme potansiyeline sahip olduğu yönündeki bulgular, bu iki formun tür düzeyinde ayırt edilebilirliği konusundaki tartışmaları daha da derinleştirmiştir (Daněk ve ark., 2024).

Ixodes kaiseri genellikle kirpiler (*Erinaceus* spp.) ve kızıl tilkiler (*Vulpes vulpes*) üzerinde parazitlenen bir kene türü olarak bilinmektedir (Estrada-Peña, 2017c). Yapılan çalışmalar, bu türün özellikle karnivor memeliler üzerinde parazitlenme eğiliminde olduğunu ortaya koymuştur (Guglielmone ve ark., 2014). Türkiye'de gerçekleştirilen bazı çalışmalarda *I. kaiseri* türüne Ankara'da bir kızıl tilkide (Orkun ve Karaer, 2018) ve Çorum ile Tekirdağ illerinde köpeklerde (Akveran ve ark., 2020; Uruc ve ark., 2023) rastlanmıştır. Çalışmamız kapsamında, Amasya ilinde bir insan üzerinden toplanan dişi *I. kaiseri* örneğine ait dizinin (PV113063), NCBI GenBank veri tabanında Türkiye kökenli örneklerle ait 16S rDNA dizileriyle (ON540356, KR870980) %99,76–100 oranında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Ixodes laguri genellikle küçük memelilerin yaşadıkları ortamlarda bulunan bir kene türüdür. Ağırlıklı olarak Cricetidae, Muridae ve Sciuridae familyalarına ait kemirgenleri enfeste etmekle birlikte, zaman zaman kirpiler ve küçük karnivorlar üzerinde de parazitlenebilmektedir (Filippova, 1977). Türkiye'de yapılan çalışmalarda *I. laguri*'nin çeşitli küçük memeliler ve insanlarda parazit olarak bulunduğu bildirilmiştir (Bursali ve ark., 2012). NCBI GenBank veri tabanı incelendiğinde, *I. laguri* türüne ait mevcut 16S rDNA gen dizilerinin tamamının (KR870981 ve OM403687–OM403701) Türkiye'den toplanan örneklerle ait olduğu görülmektedir (Orkun, 2018; Guven ve ark., 2022).

Çalışmamız kapsamında, Niğde ilinde *Dryomys laniger* üzerinden elde edilen örneklerin dizilerinin (PV113060–PV113061), veri tabanındaki *I. laguri* dizileriyle %97,55–98,91 oranında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Ancak, NCBI GenBank veri tabanında *I. laguri*'ye ait sınırlı sayıda dizi bulunması ve mevcut dizilerin hiçbirinin türün tip lokalitesinden elde edilmemiş olması, bu türün genetik çeşitliliği ve filogenetik konumunun daha sağlıklı değerlendirilebilmesi için tip lokalitesini de kapsayan daha geniş bir coğrafi örneklemeyle desteklenmesi gerektiğini göstermektedir. Türün morfolojik teşhisi moleküler olarak doğrulanmıştır.

Ixodes redikorzevi özellikle küçük memelileri, kuşları ve vahşi etoburları enfeste eden, ancak sürüngenler ve kaplumbağalarda da enfeste olduklarına dair kayıtlar bulunan bir sert kene türüdür (Filippova 1977; Guglielmone ve ark. 2014). Filippova'ya (1977) göre yaşam alanına bağlı olarak iki farklı davranış sergilemektedir; (I) Orman mezofilik biyotoplarında doğrudan konağın yuvasının içinde değil, yuvasının dışındaki ortamlarda konakçıyla temas kurmaktadır. Yani keneler, konağın yaşam alanı yakınlarında, örneğin yürüdüğü patikalarda ya da dinlendiği yerlerde bulunarak, konağına ulaşmaktadır. (II) Açık biyotoplarda (yani orman dışındaki, daha açık, çalılık ya da otlak gibi alanlarda) ise küçük ve orta boy memelilerin doğrudan yuvalarında (nidikol) yaşamaktadır. Yani bu ortamda, konağın yaşadığı yuva kenenin de doğrudan yaşam alanıdır. Filippova (1977), ayrıca *Apodemus* cinsine ait türlerin *I. redikorzevi*'nin yaşam döngüsünde önemli bir role sahip olduğunu vurgulamıştır. Türkiye'de yapılan çalışmalarda *I. redikorzevi* *Apodemus sylvaticus*, *Microtus majori* (*Pitymys majori* olarak), *Chionomys roberti* (*Microtus roberti* olarak), *Sorex raddei*, *Neomys teres* (*Neomys fodiens* olarak), *Talpa levantis* (*Talpa caeca* olarak) ve *Erinaceus concolor* dahil olmak üzere çeşitli küçük memeliler üzerinden kayıtlanmıştır (Bursali ve ark., 2012). Özkan (1978), *Erinaceus concolor* üzerinden *I. redikorzevi*'nin dişi bir bireyini toplamıştır. Bursali ve ark., (2010, 2011) ise Türkiye'de insanlarda *I. redikorzevi* varlığını bildirmiştir. Keskin ve Erciyas Yavuz (2019), Samsun ilindeki Kızılırmak Deltası'nda yapılan çalışmalarda *Erithacus rubecula*, *Luscinia luscinia* ve *Turdus merula* türü kuşlar üzerinden *I. redikorzevi* türüne ait keneler toplamıştır. Keskin ve Selçuk (2021), *I. redikorzevi* bireylerini *Microtus mystacinus*, *Mus* türleri, *Crociodura gueldenstaedtii* (*C. suaveolens* olarak) ve *E. concolor* üzerinden toplamış; özellikle *C. gueldenstaedtii* üzerinde bu türün yoğun şekilde parazitlendiğini tespit etmiştir. Tokat ilinde yakalanan bir *C. gueldenstaedtii* bireyinde, *I. redikorzevi*'ye

ait 130 larva ve 6 nimfin bulunduğu, dolayısıyla ciddi bir enfestasyon durumu olduğu belirlenmiştir.

Ixodes redikorzevi'nin sistematik durumu oldukça problemlili olup, *I. acuminatus* ile eşanlamlı (sinonim) olup olmadığına dair hâlen süregelen bir taksonomik tartışma bulunmaktadır. Rus literatürüne göre *I. redikorzevi*, Orta ve Doğu Avrupa'nın güneyi, Kafkasya, Kazakistan, Batı ve Orta Asya'yı kapsayan geniş bir alanda yayılış göstermekte, güneyde ise İsrail ve Afganistan'a kadar ulaşmaktadır (Filippova, 1977; Filippova ve Stekolnikov, 2007). Buna karşın *I. acuminatus*, Belçika, Fransa, Almanya, Birleşik Krallık, Yunanistan, Macaristan, İtalya, Portekiz, Slovenya ve İspanya gibi Batı ve Güney Avrupa ülkelerinde yayılış göstermektedir (Guglielmone ve ark., 2023). Pérez-Eid (2007) ve Kolonin (2009), *I. redikorzevi*'nin *I. acuminatus*'un eşanlamlısı olduğunu ileri sürerken; Guglielmone ve ark. (2014, 2023) bu görüşün doğruluğunun ancak tip örneklerin karşılaştırılmasına dayalı detaylı araştırmalarla ortaya konabileceğini vurgulamıştır. Bu nedenle, her iki türün geçerliliğinin ve taksonomik konumunun netleştirilebilmesi için kapsamlı morfolojik ve moleküler analizlere ihtiyaç duyulmaktadır.

NCBI GenBank veri tabanı incelendiğinde, *I. redikorzevi* türüne ait 16S rDNA gen dizisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Çalışmamız kapsamında Balıkesir, Edirne, Samsun, Tekirdağ ve Tokat illerine ait 13 farklı lokaliteden elde edilen örnekler, Rus literatürü (Filippova, 1977) referans alınarak morfolojik olarak *I. redikorzevi* şeklinde teşhis edilmiştir. Bu örneklerle ait dizilerin (PV113069–PV113081), veri tabanında yer alan dizilerle kıyaslandığında Fransa (MH708166), İspanya (PQ144654), Macaristan (OM200058) ve Malta (OL352911)'dan toplanılan ve *I. acuminatus* olarak tanımlanan örneklerle %99 üzerinde benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

NCBI GenBank veri tabanı, *I. redikorzevi* türüne ait 16S rDNA gen bölgesi dışında diğer gen bölgeleri açısından da incelendiğinde, Romanya'ya ait yayımlanmamış COI dizileri (JX394200–JX394204) ile Portekiz'den elde edilen ve yayımlanmış bir COI dizisi (LC508369) bulunduğu görülmüştür. Bu dizilerin de *I. acuminatus* olarak tanımlanan örneklerle yüksek düzeyde (%99) benzerlik göstermesi, ilgili dizilerin hangi türü temsil ettiği konusunda belirsizlik yaratmaktadır. Bu durum, tür tanımlamalarında güvenilirliğin sağlanabilmesi açısından, tip lokalitesinden elde edilen örneklerin moleküler verilerle

desteklenmesi gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur. Çalışmamız kapsamında elde edilen 16S rDNA gen bölgesine ait dizilerin *I. acuminatus* dizileriyle (OL352911, MH708166, PQ144653 vb.) %99'un üzerinde benzerlik göstermesi ve filogenetik ağaçta ilgili örneklerin aynı klad içerisinde yer alması nedeniyle, örneklerimizin tür teşhisi *I. acuminatus* olarak revize edilmiştir. Ayrıca elde edilen veriler, Türkiye'de bu türün taksonomik durumunun daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi için, ülkenin daha geniş bir coğrafi alanından daha fazla örnek toplanması ve COI, ITS, 12S rDNA, 16S rDNA gibi farklı gen bölgelerinin kullanıldığı kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymuştur.

Ixodes ricinus Batı Palearktik bölgede hiç şüphesiz en iyi bilinen ve üzerinde en fazla çalışılmış kene türüdür. Türkiye dâhil olmak üzere tüm Avrupa'da *Ixodes* cinsine ait en yaygın tür olan *I. ricinus*, Avrupa'daki birçok kene kaynaklı hastalığın başlıca vektörüdür. Yaprak döken, iğne yapraklı ve karma ormanlarda yaygın olarak bulunan bu tür, ekzofilik bir yaşam tarzına sahiptir. İklim koşullarına oldukça duyarlı olan *I. ricinus*, nemli mikroiklimlerde yaşamayı tercih ederken aşırı sıcaklık ve kuraklığa karşı daha düşük tolerans göstermektedir (Otranto ve ark., 2017). Türkiye'de özellikle nemin yüksek olduğu ve yaprak döken ormanların yoğunlukla bulunduğu Karadeniz ve Marmara bölgelerinde yayılım göstermektedir (Bursali ve ark., 2012).

Çalışmamız kapsamında, Bolu ilinde *Apodemus flavicollis* ve Samsun ilinde çeşitli memeli ve kuş türlerinden (*Acrocephalus scirpaceus*, *Turdus philomelos* ve *Turdus merula*) toplanan *I. ricinus* örneklerine ait 16S rDNA dizilerinin (PV113054, PV113055, PV113057, PV113058, PV113059), NCBI GenBank veri tabanında yer alan *I. ricinus* dizileri (L34292, KR870982, KJ414457) ile karşılaştırıldığında %99.5 ve üzeri benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Ixodes trianguliceps Baykal Gölü'nün batısından Batı Avrupa'ya kadar uzanan Palearktik bölgede geniş bir coğrafi dağılıma sahiptir (Filippova, 2010; Pfäffle ve ark., 2017). Ayrıca, Kırım Yarımadası ve Kafkasya'nın dağlık bölgelerinde bu türe ait iki izole popülasyonun bulunduğu bildirilmiştir (Filippova, 2010). Türkiye'de varlığı ilk kez Keskin ve Selçuk (2021) tarafından tespit edilen *I. trianguliceps*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Babesia microti*, *Borrelia afzelii*, *Borrelia garinii* ve *Francisella tularensis* gibi çeşitli patojenlerin doğal döngüsünde rol oynamaktadır (Pfäffle ve ark.,

2017). Üzerinde çok sayıda çalışma yapılmış olan bu türe ait tam mitokondriyal genom (PP533213) ve ITS2–28S rDNA dizileri (PP502184) NCBI GenBank veri tabanında yer almaktadır. Geleneksel olarak *Exopalpiger* alt cinsi içinde sınıflandırılan bu tür mitokondriyal genom analizlerine dayanarak, yakın akrabası olan *Ixodes ghilarovi* ile birlikte *Exopalpiger* altcinsinden ayrılarak yeni tanımlanan *Filippoviella* alt cinsine transfer edilmiştir (Apanaskevich ve ark., 2024). Çalışmamız kapsamında elde edilen 16S rDNA gen bölgesine ait dizinin, NCBI GenBank veri tabanında yer alan *I. trianguliceps* dizileriyle (KJ414458, MZ892610, DQ201845 vb.) %99'un üzerinde benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Ixodes vespertilionis türünün tip lokalitesi Almanya'dır. Günümüzde bu tür, bir tür kompleksi olarak değerlendirilmektedir (Hornok ve ark., 2015a, b). Tip lokalitesine en yakın örnekler, Macaristan'dan elde edilen ve 16S rDNA (KM455966) ile COI (KJ490307) dizilerini içeren bireylerdir (Hornok ve ark., 2015a, b). Çin (NC058244, OM368263) ve Japonya'dan (OR197646) elde edilen tam mitokondriyal genomların, Macaristan örneklerinin 16S rDNA dizileri ile yalnızca %91–94, COI dizileri ile ise %86'nın altında benzerlik göstermesi dikkat çekicidir. Ayrıca, bu mitogenomların kendi aralarındaki benzerlik oranı da yaklaşık %85 düzeyindedir. Bu bulgular, *I. vespertilionis* tür kompleksinin hâlen çözümlenemediğini ve tür sınırlarının net olarak belirlenemediğini göstermektedir. NCBI GenBank veri tabanında *I. vespertilionis* türüne atanmış 16S rDNA dizileri incelendiğinde, bu türün nükleotid benzerlik oranlarının %90.30 ile %99.51 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmamız kapsamında elde edilen dizinin, Türkiye'den toplanan *I. vespertilionis* örneklerine ait dizilerle (ON540353, ON540354) %99.51 oranında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinden toplanan *Ixodes* türlerinin taksonomik durumları, morfolojik teşhislerin yanı sıra 16S rDNA gen bölgesine ait moleküler verilerle desteklenerek değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, bazı türler arasında mevcut taksonomik durumların yeniden gözden geçirilmesini gerektirecek düzeyde genetik benzerlikler ya da farklılıklar bulunduğunu ortaya koymuştur.

Özellikle *I. redikorzevi* ile *I. acuminatus* türleri arasında tespit edilen yüksek düzeydeki genetik benzerlik, bu iki türün ayrılığının yeniden sorgulanmasına neden olmuş ve Pérez-Eid (2007) ile Kolonin (2009) tarafından *I. redikorzevi*'nin *I. acuminatus*'un eşanlamlısı (sinonimi) olarak kabul edildiği görüşlerini desteklemiştir. Çalışma kapsamında elde edilen veriler, taksonomideki öncelik (priority) kuralı çerçevesinde *I. redikorzevi*'nin *I. acuminatus*'un sinonimi olması gerektiğini ve Türkiye'deki *I. redikorzevi* kayıtlarının *I. acuminatus* olarak revize edilmesinin uygun olacağını göstermiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen veriler, spesifik olarak yarasalar üzerinde parazitlenen ve geniş genetik varyasyona sahip *I. vespertilionis*'in de bir tür kompleksi olabileceğini ve bu kompleksin gelecekte yapılacak kapsamlı çalışmalarla birden fazla türe ayrılabilceğini ortaya koymuştur.

Öte yandan, elde ettiğimiz veriler *I. ricinus*, *I. trianguliceps* ve *I. kaiseri* gibi türlerde gözlenen yüksek düzeyde genetik benzerlik ve filogenetik tutarlılık, bu türlere ait morfolojik teşhislerin doğruluğunu desteklemektedir. *I. laguri* örneklerinde ise mevcut sınırlı sayıdaki genetik veriyle karşılaştırıldığında düşük benzerlik oranlarının saptanması, bu türün filogenetik durumunun daha geniş kapsamlı örneklem ve analizlerle yeniden değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Çalışmada elde edilen moleküler veriler, Türkiye faunasına ait *I. festai*, *I. acuminatus* ve *I. trianguliceps* gibi bazı *Ixodes* türlerinin teşhislerinin moleküler düzeyde doğrulanmasına olanak sağlamış ve bu türlerin genetik çeşitliliğinin belgelenmesi açısından önemli katkılar sunmuştur. Ayrıca bu veriler, *Ixodes* türlerinin sistematğine yönelik olarak, tüm aktif yaşam evrelerini kapsayacak şekilde yürütülecek detaylı morfolojik ve moleküler çalışmalara olan gereksinimi açıkça ortaya koymaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Aftisse, L., Merabet, S., Keskin, A., & Apanaskevich, D. A. (2025). Description of a new species of *Ixodes* Latreille, 1795 (Acari: Ixodidae), a parasite of rodents (Rodentia: Muridae) in Algeria. *Systematic Parasitology*, 102(1), 5.
- Akveran, G. A., Karasartova, D., Comba, A., Comba, B., Keskin, A., & Özkan, A. T. (2020). Çorum ilinde sokak köpeklerini enfeste eden kene türlerinin belirlenmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 77(4), 441–448.
- Apanaskevich, D. A., Greiman, S. E., Fedorov, D. S., Ahmed, R., & Barker, S. C. (2024). A new subgenus of hard ticks, *Filippoviella* n. subgen. (Acari: Ixodidae) comprising *Ixodes trianguliceps* Birula, 1895 and *I. ghilarovi* Filippova & Panova, 1988, parasites of small mammals in Europe and Asia. *Zootaxa*, 5443(2), 224–236.
- Arthur, D. R. (1959). *Ixodes tatei* n. sp. from Iraq (Acarina: Ixodidae). *Parasitology*, 49(1-2), 108–110.
- Arthur, D. R. (1968). The immature stages of *Ixodes tatei* Arthur (Ixodidae). *Parasitology*, 58(1), 165–169.
- Bakırcı, S. (2009). *Batı Anadolu sığırlarında görülen kene türlerinin yaygınlığı* (Doktora tezi). Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Bursa.
- Bakirci, S., Sarali, H., Aydin, 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, 165–178.
- Beati, L., & Keirans, J. E. (2001). Analysis of the systematic relationships among ticks of the genera *Rhipicephalus* and *Boophilus* (Acari: Ixodidae) based on mitochondrial 12S ribosomal DNA gene sequences and morphological characters. *Journal of Parasitology*, 87(1), 32–48.
- Burger, T. D., Shao, R., & Barker, S. C. (2014). Phylogenetic analysis of mitochondrial genome sequences indicates that the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, contains a cryptic species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 76, 241–253.
- Bursali, A., Tekin, S., Orhan, M., Keskin, A., & Ozkan, M. (2010). Ixodid ticks (Acari: Ixodidae) infesting humans in Tokat Province of Turkey: Species diversity and seasonal activity. *Journal of Vector Ecology*, 35(1), 180–186.
- Bursali, A., Tekin, S., Keskin, A., Ekici, M., & Dundar, E. (2011). Species diversity of ixodid ticks feeding on humans in Amasya, Turkey: Seasonal abundance and presence of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus. *Journal of Medical Entomology*, 48(1), 85–93.

- Bursali, 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, 91–104.
- Bursali, 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., Tekin, Ş., & Keskin, A. (2020). A contribution to the tick (Acari: Ixodidae) fauna of Turkey: The first record of *Ixodes inopinatus* Estrada-Peña, Nava & Petney. *Acarological Studies*, 2(2), 126–130.
- 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*, 91(21), 10034–10038.
- Çelebi, A. R. C., & Orkun, O. (2016). A rare case of tick infestation of the eyelid: Case report and literature review. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, 75(2), 144–146.
- Çetinkaya, B., Kalender, H., Ertaş, H. B., Muz, A., Arslan, N., Öngör, H., & Gürçay, M. (2000). Seroprevalence of coxiellosis in cattle, sheep and people in the east of Turkey. *Veterinary Record*, 146(5), 131–136.
- Ceylan, O., Xuan, X., & Sevinc, F. (2021). Primary tick-borne protozoan and rickettsial infections of animals in Turkey. *Pathogens*, 10(2), 231.
- Chitimia-Dobler, L., Rieß, R., Kahl, O., Wölfel, S., Dobler, G., Nava, S., & Estrada-Peña, A. (2018). *Ixodes inopinatus*—Occurring also outside the Mediterranean region. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 9(2), 196–200.
- Chitimia-Dobler, L., Mans, B.J., Handschuh, S., Dunlop, J.A., 2022. A remarkable assemblage of ticks from mid-Cretaceous Burmese amber. *Parasitology*, 149(6), 820–830.
- 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.
- Chitimia-Dobler, L., Handschuh, S., Dunlop, J.A., Pienaar, R., Mans, B.J., 2024. Nuttalliellidae in Burmese amber: implications for tick evolution. *Parasitology*, 151(9), 891-907.
- Clarridge, J. E. (2004). Impact of 16S rRNA gene sequence analysis for identification of bacteria on clinical microbiology and infectious diseases. *Clinical Microbiology Reviews*, 17(4), 840–862.

- Cordas, T., Aeschlimann, A., & Morel, P. C. (1993). Étude morphologique des Ixodidae s. str. (Schultze, 1937) de Suisse au microscope électronique à balayage. *Acarologia*, 34(1), 21–46.
- Crosbie, P. R., Boyce, W. M., & Rodwell, T. C. (1998). DNA sequence variation in *Dermacentor hunteri* and estimated phylogenies of *Dermacentor* spp. (Acari: Ixodidae) in the New World. *Journal of Medical Entomology*, 35(3), 277–288.
- Daněk, O., Hrbatová, A., Volfová, K., Ševčíková, S., Lesiczka, P., Nováková, M., Ghodrati, S., Hrazdilová, K., Veneziano, V., & Napoli, E. (2024). Italian peninsula as a hybridization zone of *Ixodes inopinatus* and *I. ricinus* and the prevalence of tick-borne pathogens in *I. inopinatus*, *I. ricinus*, and their hybrids. *Parasites & Vectors*, 17(1), 196.
- Dergousoff, S. J., Galloway, T. D., Lindsay, L. R., Curry, P. S., & Chilton, N. B. (2013). Range expansion of *Dermacentor variabilis* and *Dermacentor andersoni* (Acari: Ixodidae) near their northern distributional limits. *Journal of Medical Entomology*, 50(3), 510–520.
- Durden, L. A., & Beati, L. (2014). Modern tick systematics. In D. E. Sonenshine & M. Roe (Eds.), *Biology of Ticks* (Vol. 1). Oxford University Press. pp. 17–58
- Erman, O., Özkan, M., Ayyıldız, N., & Doğan, S. (2007). Checklist of the mites (Arachnida: Acari) of Turkey. Second supplement. *Zootaxa*, 1532(1), 1–21.
- Estrada-Peña, A., & Jongejan, F. (1999). Ticks feeding on humans: A review of records on human-biting Ixodoidea with special reference to pathogen transmission. *Experimental & Applied Acarology*, 23, 685–715.
- Estrada-Peña, A., Nava, S., & Petney, T. (2014). Description of all the stages of *Ixodes inopinatus* n. sp. (Acari: Ixodidae). *Ticks and Tick-borne diseases*, 5(6), 734–743.
- Estrada-Peña, A., Mihalca, A. D., & Petney, T. N. (Eds.). (2017a). *Ticks of Europe and North Africa: a guide to species identification*. Springer International Publishing.
- Estrada-Peña, A. (2017b). *Ixodes inopinatus* Estrada-Peña, Nava and Petney, 2014 (Figs. 73–75). In A. Estrada-Peña, T. N. Petney, & A. D. Mihalca (Eds.), *Ticks of Europe and North Africa: A Guide to Species Identification* Springer International Publishing. pp. 203–206.
- Estrada-Peña, A. (2017c). *Ixodes kaiseri* Arthur, 1957 (Fig. 52). In A. Estrada-Peña, T. N. Petney, & A. D. Mihalca (Eds.), *Ticks of Europe and North Africa: A Guide to Species Identification* Springer International Publishing. pp. 153–155.
- Filippova, N. A. (1974). *Ixodes eldaricus* and its distribution in the south of the USSR. Nauka Publishing House.

- Filippova, N. A. (1977). *Ixodid ticks of the subfamily Ixodinae* (Fauna SSSR). Nauka Publishing House.
- Filippova, N. A., & Stekolnikov, A. A. (2007). Assessment of the preimaginal stages of the ticks collected from small mammals in Western and Northern Caucasus (Acari: Ixodidae). *Parazitologiya*, 41(1), 3–22.
- Folmer, R. H. A., Nilges, M., Folkers, P. J. M., Konings, R. N. H., & Hilbers, C. W. (1994). A model of the complex between single-stranded DNA and the single-stranded DNA binding protein encoded by gene V of filamentous bacteriophage M13. *Journal of Molecular Biology*, 240(4), 341–357.
- Gilot, B., & Perez, C. (1978). Individualisation et caracterisation de deux *Ixodes* actuellement confondus: *I. festai* rendelli, 1926, *I. ventalloi* Gil Collado, 1936 (Acari: Ixodoidea). *Revue Suisse de Zoologie*, 85, 143–149.
- Granström, M. (1997). Tick-borne zoonoses in Europe. *Clinical Microbiology and Infection*, 3(2), 156–169.
- Gozalan, A., Esen, B., Rolain, J. M., Akin, L., & Raoult, D. (2005). Is Q fever an emerging infection in Turkey? *East Mediterranean Health Journal*, 11(3), 384–391.
- Guglielmone, A. A., Robbins, R. G., Apanaskevich, D. A., Petney, T. N., Estrada-Peña, A., & Horak, I. G. (2014). *The hard ticks of the world*. Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7497-1>
- Guglielmone AA, Sánchez ME, Franco LG, Nava S, Rueda LM, R. R. (2023). *Names of species of hard ticks*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Rafaela, Argentina. <http://rafaela.inta.gob.ar/nombresgarrapatas/> (Last accessed: Mar 25, 2023).
- Güven, E., Akyüz, M., Kirman, R., Balkaya, I., & Avcioglu, H. (2022). Zoonotic *Babesia microti* infection in wild rodents in Erzurum province, northeastern Turkey. *Zoonoses and Public Health*, 69(7), 875–883.
- Hall, T. A. (1999). BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. In *Nucleic acids symposium series* (Vol. 41, No. 41, pp. 95-98).
- Hakkı (Çelebi), I. 1929. Keneler Müvellidi Maraz Vazifeleri. Ay Marbaası. İstanbul.
- Harrison, J. S. (2004). Evolution, biogeography, and the utility of mitochondrial 16S and COI genes in phylogenetic analysis of the crab genus *Austinxia* (Decapoda: Pinnotheridae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 30(3), 743–754.

- Hebert, P. D. N., Cywinska, A., Ball, S. L., & DeWaard, J. R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1512), 313–321.
- Hekimoğlu, O., Sağlam, İ. K., Özer, N., & Estrada-Peña, A. (2016). New molecular data shed light on the global phylogeny and species limits of the *Rhipicephalus sanguineus* complex. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 7(5), 798–807.
- Hekimoğlu, O., & Ozer, A. N. (2017). Distribution and phylogeny of *Hyalomma* ticks (Acari: Ixodidae) in Turkey. *Experimental and Applied Acarology*, 73(3), 501–519.
- Hekimoğlu, O. (2022). Phylogenetic placement of Turkish populations of *Ixodes ricinus* and *Ixodes inopinatus*. *Experimental and Applied Acarology*, 88(2), 179–189.
- Hekimoğlu, O., Elverici, M., & Yorulmaz, T. (2022). A survey of hard ticks associated with cave dwelling mammals in Turkey. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 13(6), 102008.
- Hoogstraal, H. 1956. African Ixodoidea. I. Ticks of the Sudan (with special reference to Equatoria Province and with preliminary reviews of the genera *Boophilus*, *Margaropus* and *Hyalomma*). 1101 p. U.S. Navy, Washington.
- Hornok, S., Estrada-Peña, A., Kontschán, J. ve ark. (2015a). High degree of mitochondrial gene heterogeneity in the bat tick species *Ixodes vespertilionis*, *I. ariadnae* and *I. simplex* from Eurasia. *Parasites & Vectors*, 8, 1–8.
- Hornok, S., Kontschán, J., Estrada-Peña, A., de Mera, I. G. F., Tomanović, S., & De la Fuente, J. (2015b). Contributions to the morphology and phylogeny of the newly discovered bat tick species, *Ixodes ariadnae* in comparison with *I. vespertilionis* and *I. simplex*. *Parasites & Vectors*, 8(1), 47.
- Hornok, S., Wang, Y., Otranto, D., Keskin, A., Lia, R. P. ve ark., (2016a). Phylogenetic analysis of *Haemaphysalis erinacei* Pavesi, 1884 (Acari: Ixodidae) from China, Turkey, Italy and Romania. *Parasites & Vectors*, 9, 1–7.
- Hornok, S., Flaisz, B., Takács, N., Kontschán, J., Csörgő, T., Csipak, Á., Jaksa, B. R., & Kovács, D. (2016b). Bird ticks in Hungary reflect western, southern, eastern flyway connections and two genetic lineages of *Ixodes frontalis* and *Haemaphysalis concinna*. *Parasites & Vectors*, 9, 1–9.
- Jongejan, F., & Uilenberg, G. (2004). The global importance of ticks. *Parasitology*, 129(S1), S3–S14.
- Kalender, H. (2001). Elazığ ve komşu illerdeki koyunlarda *Coxiella burnetii* enfeksiyonunun yaygınlığı. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25, 51–55.

- Kar, S., Yılmaz, N., Akyıldız, G., & Gargili, A. (2017). The human infesting ticks in the city of Istanbul and its vicinity with reference to a new species for Turkey. *Systematic and Applied Acarology*, 22(12), 2245–2255.
- Karasartova, D., Gureser, A. S., Gokce, T., Celebi, B., Yapar, D., Keskin, A., Usluca, S., Mumcuoglu, K. Y., & Taylan-Ozkan, A. (2018). Bacterial and protozoal pathogens found in ticks collected from humans in Corum province of Turkey. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 12(4), e0006395.
- Keskin, A., & Erciyas-Yavuz, K. (2016). A preliminary 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., Koprulu, T. K., Bursalı, A., Ozsemer, 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.
- 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., & Doi, K. (2025). Discovery of the potentially invasive Asian longhorned tick, *Haemaphysalis longicornis* Neumann (Acari: Ixodidae) in Türkiye: an unexpected finding through citizen science. *Experimental and Applied Acarology*, 94(3), 47.
- Kolonin, G. V. (2009). *Fauna of ixodid ticks of the world* (Acari: Ixodidae). Electronic book, Moscow. <http://www.kolonin.org>
- Kurtpınar, H. 1954. Türkiye Keneleri (Ixodidae). Güven Matbaası, Ankara.
- Kwak, M.L., Qiu, Y., Heath, A.C.G., Takano, A., Takahashi, M., Kelava, S., Tamura, H., Taya, Y., Nakao, R., 2025. *Amblyomma kappa* sp. n. (Acari: Ixodidae), a new species of reptile tick from subtropical East Asia closely related to the Oriental turtle tick (*Amblyomma geoemydae*) from tropical Southeast Asia. *Acta Tropica*. 261, 107499
- Leo, S. S., Pybus, M. J., & Sperling, F. A. (2010). Deep mitochondrial DNA lineage divergences within Alberta populations of *Dermacentor albipictus* (Acari: Ixodidae) do not indicate distinct species. *Journal of Medical Entomology*, 47(4), 565–574.

- Lv, J., Wu, S., Zhang, Y., Chen, Y., Feng, C., Yuan, X., Jia, G., Deng, J., Wang, C., & Wang, Q. (2014a). Assessment of four DNA fragments (COI, 16S rDNA, ITS2, 12S rDNA) for species identification of the Ixodida (Acari: Ixodida). *Parasites & Vectors*, 7, 1–11.
- Lv, J., Wu, S., Zhang, Y., Zhang, T., Feng, C., Jia, G., & Lin, X. (2014b). Development of a DNA barcoding system for the Ixodida (Acari: Ixodida). *Mitochondrial DNA*, 25(2), 142–149.
- Mangold, A. J., Bargues, M. D., & Mas-Coma, S. (1998). Mitochondrial 16S rDNA sequences and phylogenetic relationships of species of *Rhipicephalus* and other tick genera among Metastriata (Acari: Ixodidae). *Parasitology Research*, 84, 478–484.
- Mans, B.J., Kelava, S., Pienaar, R., Featherston, J., de Castro, M.H., Quetglas, J., Reeves, W.K., Durden, L.A., Miller, M.M., Laverty, T.M., Shao, R., 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 its respective subgenera. *Ticks Tick-Borne Diseases*, 12(4), 101688.
- Márquez, F. J., Morel, P. C., Guiguen, C., & Beaucournu, J. C. (1992). Clé dichotomique des Ixodidae d'Europe. I: Les larves du genre *Ixodes*. *Acarologia*, 33(4), 325–330.
- Merdivenci, A. (1966). Türkiye parazitleri sistematigi. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, 31(1/2), 73-108.
- Merdivenci, A. (1969). *Türkiye keneleri üzerine araştırmalar*. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi. Kurtulus, Matbaası, İstanbul, Türkiye.
- Merdivenci, A. (1970). *Türkiye parazitleri ve parazitoloji yayınları*. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- Morel, P. C., & Perez, C. (1977). The morphology of the immature stages of the Ixodidae s. str. of Western Europe. V. The larvae of *Ixodes* s. str. *Acarologica*, 19(3), 395–405.
- Mumcuoglu, K., Keskin, A., Mans, B. J. & Dantas-Torres, F. (2025). Ticks of the Middle East Taxonomy, Biology, Ecology, Medical, and Veterinary Significance. Academic Press, Elsevier.
- Muñoz-Leal, S., Martins, M.M., Nava, S., Landulfo, G.A., Simons, S.M., Rodrigues, V.S., Ramos, V.N., Suzin, A., Szabo, 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 Diseases*, 11(5), 101497.

- Muñoz-Leal, S., S., Venzal, J.M., Nava, S., Marcili, A., Gonzalez-Acuna, 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 Diseases*, 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 Tick-Borne Diseases*, 12(5), 101748.
- Murrell, A., Campbell, N. J., & Barker, S. C. (1999). Mitochondrial 12S rDNA indicates that the Rhipicephalinae (Acari: Ixodida: Ixodidae) is paraphyletic. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 12(3), 276–279.
- Murrell, A., Campbell, N. J. H., & Barker, S. C. (2001). A total-evidence phylogeny of ticks provides insights into the evolution of life cycles and biogeography. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 21(2), 244–258.
- Nava, S., Guglielmone, A. A., & Mangold, A. J. (2009). An overview of systematics and evolution of ticks. *Frontiers in Bioscience—Landmark*, 14, 2857–2877.
- Norris, D. E., Klompen, J. S. H., & Black, W. C. (1999). Comparison of the mitochondrial 12S and 16S ribosomal DNA genes in resolving phylogenetic relationships among hard ticks (Acari: Ixodidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 92(1), 117–129.
- Oliver, J. H., Jr. (1989). Biology and systematics of ticks (Acari: Ixodida). *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20(1), 397–430.
- Orkun, Ö., Karaer, Z., Çakmak, A., ve Nalbantoğlu, S. (2014). Identification of Tickborne pathogens in ticks feeding on humans in Turkey. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(8), e3067.
- Orkun, Ö. (2015). Ankara ili ve çevresindeki kene türlerine ait bazı ekolojik ve epidemiyolojik veriler. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Ankara.
- Orkun, Ö. (2018). Molecular characterization based on 16S rDNA phylogeny of some ixodid ticks in Turkey. *Turkish Journal of Parasitology*, 42(2), 122–129.
- Orkun, Ö., & Karaer, Z. (2018). First record of the tick *Ixodes* (Pholeoixodes) *kaiseri* in Turkey. *Experimental and Applied Acarology*, 74, 201–205.
- Orkun, Ö., ve Çakmak, A. (2019). Molecular identification of tick-borne bacteria in wild animals and their ticks in Central Anatolia, Turkey. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 63, 58–65.
- Orkun, Ö., ve Emir, H. (2020). Identification of tick-borne pathogens in ticks collected from wild animals in Turkey. *Parasitology Research*, 119(9), 3083–3091.

- 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.
- Otranto, D., Dantas-Torres, F., & Santos-Silva, M. M. (2017). *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) (Figs. 67–69). In A. Estrada-Peña, T. N. Petney, & A. D. Mihalca (Eds.), *Ticks of Europe and North Africa: A Guide to Species Identification* Springer International Publishing. pp. 189–195.
- Oytun, H. S. (1947). Keneler, Zararları ve Savaş Çareleri, Ankara.
- Özkan, M. (1978). *Erzurum ve çevre illeri kenelerinin sistematik yönden incelenmesi*. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 524. Atatürk Üniversitesi basımevi, Erzurum.
- Özkan, M. (1994). Check list of the Acari of Turkey. First supplement. *EURAAC Newsletter*, 7, 4–12.
- Peñalver, E., Arillo, A., Delclos, X., Peris, D., Grimaldi, D.A., Anderson, S.R., Nascimbene, P.C., De la Fuente, R.P. (2017). Ticks parasitised feathered dinosaurs as revealed by Cretaceous amber assemblages. *Nature Communications*, 8(1), 1924.
- Papadopoulos, B., Humair, P. F., Aeschlimann, A., Vaucher, C., & Büttiker, W. (2001). Ticks on birds in Switzerland. *Acarologia*, 42(1), 3-19.
- Pérez-Eid, C. (2007). *Les tiques: Identification, biologie, importance médicale et vétérinaire*. Lavoisier.
- Reynolds, C., Kontschán, J., Takács, N., Solymosi, N., Sándor, A. D., Keve, G., & Hornok, S. (2022). Shift in the seasonality of ixodid ticks after a warm winter in an urban habitat with notes on morphotypes of *Ixodes ricinus* and data in support of cryptic species within *Ixodes frontalis*. *Experimental and Applied Acarology*, 88(1), 127–138.
- Pfäffle, M. P., Petney, T. N., & Madder, M. (2017). *Ixodes trianguliceps* Birula, 1895. In A. Estrada-Peña, T. N. Petney, & A. D. Mihalca (Eds.), *Ticks of Europe and North Africa: A Guide to Species Identification* Springer International Publishing. pp. 167-171.
- Rollins, R. E., Margos, G., Brachmann, A., Krebs, S., Mouchet, A., Dingemanse, N. J., Laathamna, A., Reghaissia, N., Fingerle, V., & Metzler, D. (2023). German *Ixodes inopinatus* samples may not actually represent this tick species. *International Journal for Parasitology*, 53(13), 751–761.
- Rubel, F., Brugger, K., Pfeffer, M., Chitimia-Dobler, L., Didyk, Y. M., Leverenz, S., Dautel, H., & Kahl, O. (2016). Geographical distribution of *Dermacentor*

- marginatus* and *Dermacentor reticulatus* in Europe. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 7(1), 224–233.
- Siuda, K., & Szymański, S. (1991). A case of bringing along Mediterranean ticks *Ixodes* (*Ixodes*) *festai* Rondelli, 1926 (Acari: Ixodida: Ixodidae) to Poland by migrating birds. *Wiadomości Parazytologiczne*, 37(1), 25–29.
- Sonenshine, D. E., Lane, R. S., & Nicholson, W. L. (2002). Ticks (Ixodida). In *Medical and Veterinary Entomology*. Elsevier. pp. 517–558.
- Song, H., Buhay, J. E., Whiting, M. F., & Crandall, K. A. (2008). Many species in one: DNA barcoding overestimates the number of species when nuclear mitochondrial pseudogenes are coamplified. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(36), 13486–13491.
- 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, 209e217.
- Tamura, K., Stecher, G., & Kumar, S. (2021). MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. *Molecular Biology and Evolution*, 38(7), 3022–3027.
- Uruc, B., Talay, S., Sakaci, Z., Sirin, D., & Kar, S. (2023). Monthly infestation characteristics of ticks in dogs in Turkish Thrace: Possible urbanization trends in some sylvatic tick species. *Systematic and Applied Acarology*, 28(9), 1476–1487.
- Uspensky, I. (2021). The Eldari tick *Ixodes eldaricus* (Acari: Ixodidae) in Israel: its occurrence, morphometric and biological characteristics. *Acarological Studies*, 3(1), 9–15.
- Weisburg, W. G., Barns, S. M., Pelletier, D. A., & Lane, D. J. (1991). 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. *Journal of Bacteriology*, 173(2), 697–703.
- Xu, G., Fang, Q. Q., Keirans, J. E., & Durden, L. A. (2003). Molecular phylogenetic analyses indicate that the *Ixodes ricinus* complex is a paraphyletic group. *Journal of Parasitology*, 89(3), 452–457.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı
Kişisel Bilgiler
İletişim Bilgileri
Öğrenim Bilgileri
İş Deneyimi

