



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ESKİŞEHİR YÖRESİNDEN TOPLANAN KANATLI KIRMIZI
AKARINDA, *DERMANYSSUS GALLINAE* (ACARI:
DERMANYSSIDAE) BAZI PATOJENİK BAKTERİLERİN
VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Döne AVCI

Prof. Dr. Ahmet BURSALI

TOKAT- 2023



Bu tez çalışması Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünü tarafından 2022/29 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Ahmet BURSALI danışmanlığında hazırlamış olduğum “**Eskişehir Yöresinden Toplanan Kanatlı Kırmızı Akarında, *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae), Bazı Patojenik Bakterilerin Varlığının Araştırılması**” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

18/08/2023

Döne AVCI



JÜRİ KABUL VE ONAY

Döne Avcı tarafından hazırlanan “Eskişehir Yöresinden Toplanan Kanatlı Kırmızı Akarında, *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae), Bazı Patojenik Bakterilerin Varlığının Araştırılması” adlı tez çalışmasının savunma sınavı (18.08.2023) tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Başkan: Prof. Dr. Şaban TEKİN

.....

Üye (Danışman): Prof. Dr. Ahmet BURSALI

.....

Üye: Doç. Dr. Adem KESKİN

.....

ONAY

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

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖZET

ESKİŞEHİR YÖRESİNDEN TOPLANAN KANATLI KIRMIZI AKARINDA, *DERMANYSSUS GALLINAE* (ACARI: DERMANYSSIDAE) BAZI PATOJENİK BAKTERİLERİN VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Döne AVCI

Yüksek Lisans, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ahmet BURSALI

Ağustos 2023, i + 54 sayfa

Mesostigmata takımının Dermanyssidae familyası içerisinde yer alan *Dermanyssus gallinae*, konak aralığı geniş olmakla birlikte özellikle kanatlılar üzerinde enfeste olan dış parazitlerdir. Parazitik yaşamları gereği, *D. gallinae* çok sayıda hastalık etkenin konaklarına nakledilmesinde önemli rol üstlenmektedir.

Çalışmamız kapsamında, Eskişehir ilinin Alpu, Beylikova, Çifteler, Han, İnönü, Mahmudiye, Mihalgazi, Mihalıççık, Tepebaşı, Sarıcakaya, Seyitgazi, Sivrihisar, Odunpazarı ilçelerinde 30 farklı lokasyonda tavuk kümeslerinden *D. gallinae* türüne ait örnekler toplanmıştır. Toplanan akarlar içerisinden seçilen dişi örneklerden onarlı akar havuzları (pool) yapılmış ve akar havuzları *Rickettsia*, *Borrelia*, *Bartonella*, *Salmonella* ve *Coxiella* türlerinin varlığının araştırılması amacı ile sırası ile ilgili bakterilere spesifik sitrat sentaz (*gltA*), flagellin B (*flaB*), NADH dehydrogenase gamma subunit (*nuoG*), 16s rDNA ve Capsular polysaccharide biosynthesis protein (*cap*) genleri hedeflenerek PZR primer setleri kullanılarak Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) yöntemiyle araştırılmıştır.

PZR ürünleri %1'lik agaroz jel elektroforezinde koşturularak ilgili patojenler açısından pozitif olan örnekler belirlenmiştir. Pozitif PZR ürünlerinin çift yönlü olarak DNA dizileme işlemleri yapılarak elde edilen diziler NCBI Genbankası verileri ile karşılaştırılmış ve karşılaştırma sonucunda, 3 akar havuzunun *Bartonella henselae* ve 1 akar havuzunun *Salmonella enterica* subsp. *enterica* ile enfekte oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışma ile ülkemizde *Dermanyssus gallinae* türünde *Bartonella henselae* türü bakterinin ülkemizde varlığı ilk kez kayıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mesostigmata, Ektoparazit, Zoonotik Hastalıklar, Kümes Hayvanları.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE PRESENCE OF SOME PATHOGENIC BACTERIA IN POULTRY RED MITE, *DERMANYSSUS GALLINAE* (ACARI: DERMANYSSIDAE) FROM ESKISEHIR REGION

Döne AVCI

Master's Thesis, Department of Biology

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet BURSALI

August 2023, ii + 54 pages

Dermanyssus gallinae belongs to the family Dermanyssidae of the order Mesostigmata, and has a wide host range, but the mite species is a specific external parasite of poultry. Due to their parasitic life, *D. gallinae* plays an important role in transferring many disease agents to their hosts.

Within the scope of our study, samples of *D. gallinae* species were collected from chicken coops in 30 different locations in Alpu, Beylikova, Çifteler, Han, İnönü, Mahmudiye, Mihalgazi, Mihalıççık, Tepebaşı, Sarıcakaya, Seyitgazi, Sivrihisar, Odunpazarı districts of Eskişehir province. Randomly selected female *D. gallinae* specimens were pooled to make 59 mite pools of 10 mites, and total genomic DNAs were isolated using a commercial kit. To test presence of *Rickettsia*, *Borrelia*, *Bartonella*, *Salmonella* and *Coxiella* bacteria in mites, obtained DNAs from each pool were screened by Polymerase Chain Reaction (PCR) method using following primer sets, namely rickettsial citrate synthase (*gltA*), flagellin B (*flaB*), NADH dehydrogenase gamma subunit (*nuoG*), 16s rDNA and Capsular polysaccharide biosynthesis protein (*cap*) genes.

PCR products were run in 1% agarose gel electrophoresis to determine the positive samples for the relevant pathogens. Purified DNA was sequenced and compared with available sequences in the NCBI Genbank data (National Center for Biotechnology Information, NCBI) using the Basic Local Alignment Search Tool (BLAST). As a result of the comparison, *Bartonella henselae* was detected in the tree mite pools and *Salmonella enterica* subsp. *enterica* was detected only in a mite pool. With this study, the presence of *Bartonella henselae* bacteria in *Dermanyssus gallinae* species in our country was recorded for the first time.

Keywords: Mesostigmata, Ectoparasite, Zoonotic Diseases, Poultry.

ÖNSÖZ

Yüksek lisansım boyunca yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet BURSALI hocama teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, destek ve emeklerini esirgemeyen, bilgi ve birikimlerini bıkmadan benimle paylaşan değerli hocam Doç. Dr. Adem Keskin'e teşekkürlerimi bir borç bilirim. Laboratuvar çalışmalarında yanımda olan, yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Ayşe SARI'ya, Özge KAYA'ya, Fatma Nihan ÇELİK'e, Seher AYKAÇ' a ve Şeyma CERİT'e, çok teşekkür ederim. Uzakta olsa bile her konuda desteklerini hissettiğim canım arkadaşlarım Burcu BAYAR, Ayşe BİLEN AYTEKİN ve Soner KARABULUT'a, tez çalışmam boyunca yardımlarını ve desteklerini gördüğüm isimlerini yazamadığım Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyoloji Bölümü'ndeki çok kıymetli hocalarıma teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her konuda benim yanımda olan maddi-manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen evlatları olmaktan gurur duyduğum haklarını asla ödeyemeyeceğim canım annem ve babama, her koşulda yanımda olan ve beni asla yalnız hissettirmeyen canım kardeşlerim Kürşat ve Kubilay AVCI 'ya sonsuz teşekkür ederim.

Döne AVCI

Ağustos 2023

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGE ve KISALTMALAR	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	11
3. MATERYAL ve METOT	19
3.1. Çalışma Alanı.....	19
3.2. Örneklerin Toplanması.....	20
3.3 <i>Dermanyssus gallinae</i> 'nin Tanısı.....	20
3.4. DNA İzolasyonunun Yapılması	22
3.5. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)	23
3.5. Agaroze Jel Elektrophorezi, Pozitif Örneklerin DNA Dizi ve Biyoinformatik Analizi	24
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	26
4.1. <i>Dermanyssus gallinae</i> 'de <i>Rickettsia</i> ve <i>Borrelia</i> , <i>Bartonella</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Coxiella</i> Türleri.....	26
4.2. Çalışma Bulgularının Değerlendirilmesi.....	28
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	32
6. KAYNAKLAR	33
7. ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

SİMGE ve KISALTMALAR

Simge	Açıklama
%	Yüzde
μL	Mikrolitre
μm	Mikrometre
°C	Celcius

Kısaltmalar	Açıklama
KKA	Kanatlı Kırmızı Akarı
DNA	Deoksiribonükleik Asit
<i>flaB</i>	Flagellin B geni
Gr	Gram
<i>nuoG</i>	NADH dehydrogenase gamma subunit geni
<i>Cap</i>	Capsular polysaccharide biosynthesis protein
COI	Cytochrome c oxidase subunit geni
<i>gltA</i>	Citrat sentaz A geni
ml	Mililitre
PZR	Polimerase Chain Reaction
rRNA	Ribozomal Ribonikleik Asit
Rnase	Ribonükleaz
Sn	Saniye
TAE	Tris-Asetik Asit-EDTA
Dk	Dakika
NTS	Tifo dışı <i>Salmonella</i>

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa
Şekil 1. <i>Dermanyssus gallinae</i> 'nin yaşam döngüsü	4
Şekil 2. <i>Dermanyssus gallinae</i> 'nin morfolojisi	6
Şekil 3. Çalışma alanının haritada gösterimi	19
Şekil 4. <i>Dermanyssus gallinae</i> 'nin toplanması	20
Şekil 5. Pozitif örneklerin jel görüntüsü	25
Şekil 6. <i>Bartonella</i> cinsine ait türlerin NADH dehydrogenase gamma subunit (<i>nuoG</i>) geni baz alınarak oluşturulan filogenetik ağaç	27

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1. <i>Dermanyssus</i> türlerinin sınıflandırması	2
Çizelge 2. <i>Dermanyssus gallinae</i> ile ilgili viral ve bakteriyel patojenler	10
Çizelge 3. Tez kapsamında <i>Rickettsia</i> ve <i>Borrelia</i> varlığını için hedeflenen gen bölgeleri ve kullanılan primer setleri	25



1. GİRİŞ

Mesosigmata takımının Dermanyssidae ailesine mensup olan *Dermanyssus* cinsi toplamda 23 tür ile temsil edilmektedir. Bu cins içerisinde yer alan ve kanatlı kırmızı akarı olarak da bilinen *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778), genellikle kümes hayvanları üzerinden kan emebilen zorunlu bir dış parazittir (Roy & Chauve, 2007; Pritchard ve ark., 2015).

Kanatlı kırmızı akarı kanatlılara, özellikle de kümes hayvanlarına verdiği zararlardan dolayı önemi gün geçtikçe anlaşılan bir parazittir. Kan emmeden önce beyaz veya şeffaf renkte olan *D. gallinae* kan emdikçe rengi kırmızıdan siyaha doğru koyulaşır. İsmini de bu özelliğinden almaktadır. Çoğu kanatlı yetiştiricisinin fark etmediği, birçoğunun da bit ya da böcek olarak adlandırdığı *Dermanyssus gallinae* kanatlı yetiştiriciliği işletmeleri yaygınlaştıkça akarın işletmelere de verdiği mali zararlar da artmaktadır. Kanatlılar üzerindeki enfestasyonu sonucu oluşan verim düşüklüğü hatta ölümler önemli derecede ekonomik kayıplara sebep olduğundan mevcut ilgi artmıştır (Konyalı, 2016).

Dermanyssus gallinae tüm dünyada tavuk, güvercin, papağan, sığırcık, muhabbet kuşu gibi otuzdan fazla kuş türü üzerinde yaygın olarak bulunan önemli bir parazittir (Koç ve ark., 2022). Birçok ülke olduğu gibi tavukçuluk ve yumurta sektöründe dünyada ilk onda yer alan ülkemizde de bu dış parazitin verdiği zararlardan etkilenmektedir. Kanatlı kırmızı akarının tavuklarda huzursuzluk, kaşıntı, tüy yolma gibi problemlere neden olduğu ve ayrıca tavuklarda yumurta kalitesinde düşüş ve canlı ağırlıkta azalma görülmektedir (Koç ve ark., 2022). Aynı zamanda parazitik olan bu akar birçok bakteriyel ve viral patojenin vektörlüğünü de yapmaktadır (Marangi ve ark., 2012). Yapılan literatür taramalarından akarın zaman zaman insanlarda da enfeste olabildiği ve insanlar akar kaynaklı dermatite neden olduğu bilinmektedir (Cafiero ve ark., 2019; Sigognault ve ark., 2017).

Birçok dış parazit türü gibi KKA'da genelde yaz aylarında yoğunluk göstermektedir ülkemiz de gerek hava koşulları gerek bulunduğu konum itibarıyla parazitlerin yayılması için oldukça elverişli bir ortam olmasından dolayı *Dermanyssus gallinae* içinde oldukça güzel bir coğrafyadır (Konyalı ve Savaş, 2016).

Ülkemizde *D. gallinae* üzerine yapılan çalışmalarda genel olarak türün biyolojisi, belirli illerdeki yaygınlığı, tavukçuluk sektörü üzerine etkileri ve mücadelesi (Açıkgöz ve Günes, 2019; Gıcık, 1999; Orhan, 2009)3 konularına yoğunlaşmıştır. Ancak ülkemizde bu akarın taşıdığı hastalık ajanları ve vektör potansiyelleri sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır (Koçer, 2016; Ciloglu, 2020).

Sistematik olarak *D. gallinae* bir akar olup Arthropoda şubesinin Arachnida sınıfın içerisinde yer almaktadır (Çizelge 1). Halk arasında tavuk biti olarak adlandırıldığı olsa da bitlerden oldukça farklı canlılardır (Konyalı, 2016).

Çizelge 1. *Dermanyssus* türlerinin sınıflandırması (Krantz ve Walter, 2009).

Şube: Arthropoda

Alt şube: Chelicerata

Sınıf: Arachnida

Alt sınıf: Acari

Üst takım: Parasitiformes

Takım: Mesostigmata (Gamasida)

Aile: Dermanyssidae

Cins: *Dermanyssus*

- Tür: *D. alaudae* (Schrank, 1781)
D. americanus (Ewing, 1922)
D. antillarum Dusbabek & Cerny, 1971
D. brevirivulus Gu & Ting, 1992
D. brevis Ewing, 1936
D. carpathicus Zeman, 1979
D. chelidonis Oudemans, 1939
D. faralloni Nelson & Furman, 1967
D. gallinae (De Geer, 1778)
D. gallinoides Moss, 1966
D. grochovskae Zemskaya, 1961
D. hirsutus Moss & Radovsky, 1967
D. hirundinis (Hermann, 1804)
D. longipes Berlese & Trouessart, 1889
D. nipponensis Uchikawa & Kitaoka, 1981
D. passerinus Berlese & Trouessart, 1889 Emberi
D. prognepilus Ewing, 1933
D. quintus Vitzthum, 1921
D. rwandae Fain, 1993
D. transvaalensis Evans & Till, 1962
D. triscutatus Krantz, 1959
D. trochilinis Moss 1978
D. wutaiensis Gu & Ting, 1992
-

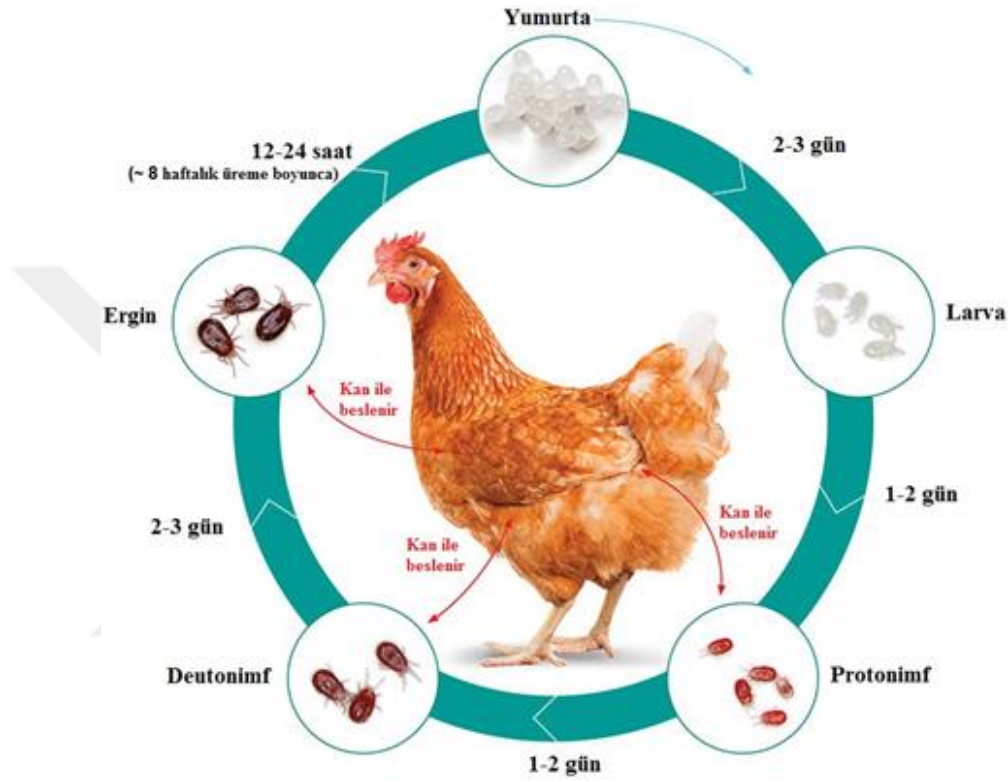
Kanatlılarda yaygın olarak parazitlenen türlerden biri olan *D. gallinae*, delici ağız yapısına sahiptir. Beslenmelerini kanatlıların üzerinde genelde geceleri gerçekleştirirler ve konak üzerinde sadece beslenme ihtiyacını karşılamak için bulunurlar. Beslenme süresi dışında gizlenebilecekleri kümeslerdeki çatlak, yarık gibi korunaklı bölgelerde saklanırlar (Ünbaş ve ark., 2020). Gece beslenme alışkanlığı ise türün her evresinde ışığa karşı negatif tepki vererek ondan kaçması sonucu ortaya çıkmış bir durumdur (Koç, 2019).

Wood (1917) *D. gallinae*'nin 5 farklı hayat evresine sahip olduğunu belirtmiştir. Bu evrelerden ilki yumurtadır. Yumurtalar 2-3 gün içinde çatlayarak larvalar serbest hale gelmektedir. Larvalar çok aktif olmamakla birlikte beyaz/şeffaf bir renge sahiptir. Larvalar 1-2 gün sonra gömlek değiştirerek protonimfi meydana getirmektedir (Sioutas ve ark., 2021). Larvalara göre daha hareketli olan protonimfler, larvalara göre daha sert integümente sahiptir ve konak bulduğunda beslenmeye hazırdır. Kan emme süresince rengi koyulaşan protonimfler 1-2 gün içinde tekrar gömlek değiştirerek deutonimf evresine geçerler. Bu evrede integüment bir önceki evreye göre daha da sert haldedir. Son olarak deutonimf kan emer ve 2-3 gün içerisinde gömlek değiştirerek ergin evresine geçer. Normal şartlarda bu döngü 7-10 gün içinde tamamlanmaktadır. Akarların beslenmek için konağın üstünde 30 dk ile 3 saat kadar kaldıkları tespit edilmiştir. Ayrıca dişilerin kan emme sıklığının erkek akarlardan daha fazla olduğu bildirilmiştir (Chang ve Kaufman, 2005).

Dermanyssus gallinae'nin üreme kapasitesinin yüksek olmasından dolayı popülasyonu bu denli geniş hale gelmiştir. Bu akarlarda çiftleşme konakçı üstünde gerçekleşmez ve erkek akarlar dört günde dört defa çiftleşebilirler. Çiftleşmede erkekler gonopodlar gibi farklılaşan keliserlerini dişi genital açıklığına sokup ve 200'e yakın spermatozoa ihtiva eden spermatofor kesesini dişiye aktarırlar. Bu süreç 14 dakika ile 1 saat arasında değişebilir. Dişilerde fertile dönemi ise üç hafta gibi bir süre devam etmektedir (Hutcheson ve Oliver, 1988; Di Palma ve ark., 2012).

Dermanyssus gallinae'nin yaşam süreleri ortalama 5 aydan oluşmaktadır (George ve ark., 2015). Yaşamları boyunca 30 yumurta bırakan dişi akarlar, çiftleşmeden yaklaşık olarak günde 4 ila 8 yumurta bırakırlar. Akarlar her yumurta bırakımından sonra beslenme ihtiyacı duyarlar (Konyalı ve Savaş, 2016). En fazla yumurta bırakımının olduğu en

uygun koşullar sıcaklığın 28 ile 30 °C derece arasında olduğu koşullardır bu koşullarda yumurtalar oluştuktan sonra 2-3 gün içerisinde larvalar yumurtadan çıkmaya başlarlar (Chauve, 1998).



Şekil 1. *Dermanyssus gallinae*'nin yaşam döngüsü (Sparagano ve ark., (2014)'dan değiştirilerek alınmıştır).

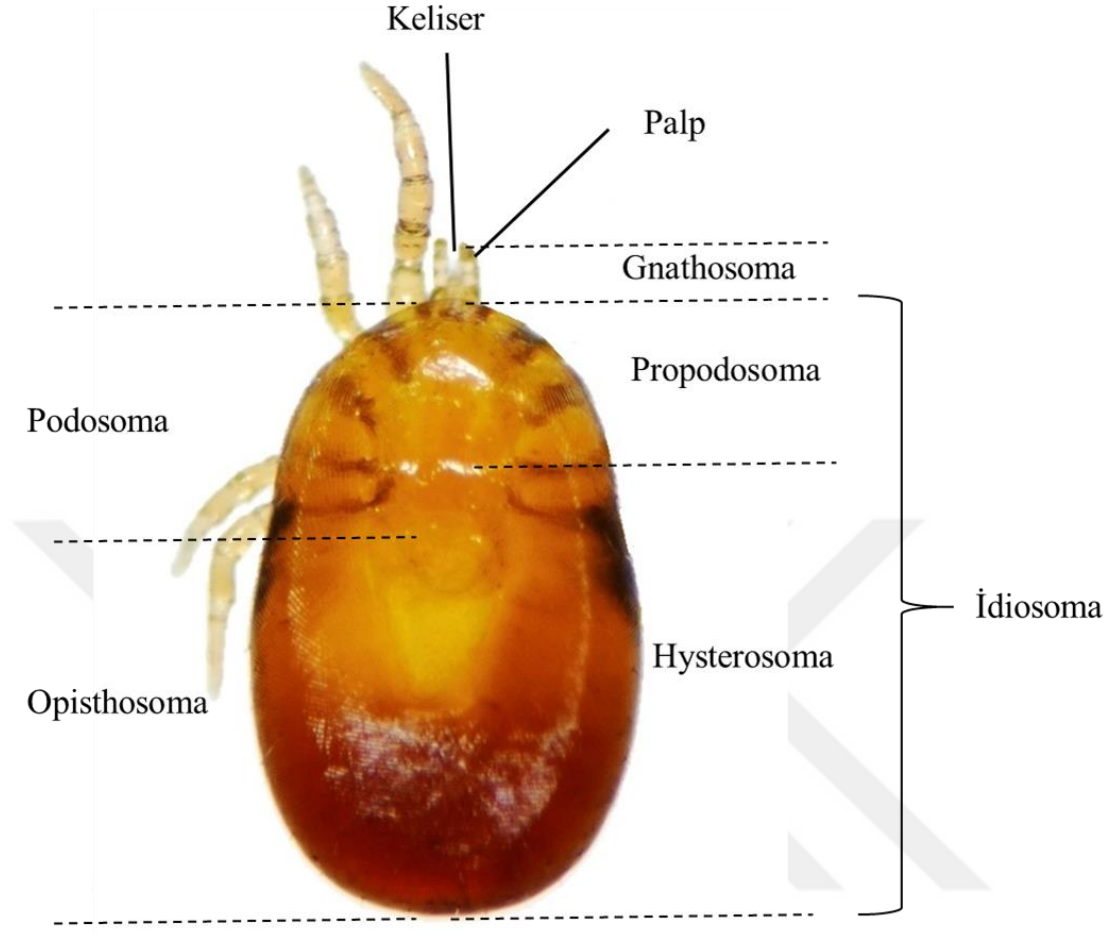
Parazitlerin birçoğunda olduğu gibi *D. gallinae*'nin hava sıcaklığı, nem gibi faktörlerden etkilendiği ve mevsimsel dağılım gösterdiği bilinmektedir. Bu türe ait akarlar ülkemizde yaz aylarında daha aktif ve yoğun iken, Fransa'da kış aylarında daha aktif ve yoğun olduğu gözlenmiştir. Danimarka ve İtalya'da ise yazın son zamanlarında kümeslerde daha yoğun olduğu görülmüştür (Lesna ve ark., 2009).

Dermanyssus gallinae oldukça küçük bir akardır. Boyu 1.5 mm civarındadır ve kan emmeden önce beyaz-şeffaf renktedir. Renk beslenme miktarına göre kırmızı-kahverengiye doğru değişmektedir (Knežević ve ark., 2017). Türün erkek ve dişileri arasında dimorfizm bulunmaktadır. Erkeklerde keliser makas şeklinde, dişilerde ise ince ve uzun yapıdadır. Genital açıklık II. koksaların hizasında ortada bulunur. Çoğu akar gibi

Dermanyssus gallinae'de larva evresinde 3 çift, nimf ve ergin evresinde 4 çift bacağı sahiptir (Koçer ve ark., 2016).

Dermanyssus gallinae' de vücut tek parça halindedir. Vücudun ön kısmı kapitulum (gnathosoma), arka kısmı ise idiosoma olarak adlandırılır. Kapitulumun alt kısmı *basis caputuli* olarak adlandırılmakta ve bu bölgeden ağız parçaları çıkmaktadır. *Dermanyssus gallinae*'de kapitulum, alınan kanın özefagusu iletimini yapabilmek için tüp şeklini almıştır. Kapitulumun keliseri çevreleyen üst kısmına epistome denir. Ön kısımda bir çift keliser, çift palp ve hipostom bulunur. Ağız parçalarından biri olan keliser bir kılıf içerisinde olup gerekli durumda kılıftan çıkabilmektedir. Keliser üç bölgeden oluşmaktadır. Üçüncü kısımda hareketli bir kıskaç bulunur (Koç, 2019). Erkeklerin keliserlerinin bu hareketli kısmı sperm transferi işlemi için kullanılmaktadır ve spermadaktil adını almıştır (Hutcheson ve Oliver, 1988).

İdiosoma da kendi içinde iki bölüme ayrılır. Bacakların bulunduğu bölüme podosoma geri kalan kısma ise opisthosoma adı verilmektedir. Bacaklar koksa, trokanter, femur, genu, tibia ve tarsus eklemlerinden oluşmuştur. Gnathosoma ve podosomanın birleşimine prosoma denilir. İdiosomayı da kendi içinde ayırırsak ön iki bacağın bulunduğu bölgeye propodosoma arka iki bacağın bulunduğu kısma ise hysteresoma denilebilir. Böylece gnathosoma ve propodosamanın birleşimine proterosoma denilebilir. Vücutları bu şekilde bir kaç farklı biçimlerde isimlendirilebilir (Dhooria, 2016).



Şekil 2. *Dermanyssus gallinae*'nin morfolojisi.

İdiosomada segmentleşme görülmez. Stigma vücudun yan kısmında üçüncü ve dördüncü çift bacaklar arasında bulunur ve ikinci coxaya kadar uzanan bir peritreme sahiptir. *Dermanyssus gallinae*'de dorsal ve ventral kısımda kitinleşmiş plaklar bulunmaktadırlar. Dorsal plak bir tane ve büyük iken, ventral plaklar küçük ve birden fazla sayıdadır. Bu plaklardan ikinci ve üçüncü çift bacakların arasında bulunan plak sternal plak, genital açıklığı saran plak ise genito-ventral (epgynal) plaktır. Genital plak üçgen şeklindedir ve anal açıklık plağın alt kısmında yer alır bu durum tür teşhisi için önemlidir. Bir diğer plak ise anal açıklığı saran ventral (anal) plaktır. Genital açıklık yatay olarak ikinci çift koksalar hizasında yer almaktadır (Boorman, 1997).

Dermanyssus gallinae dorsal plak dikdörtgen şeklinde olup fakat arka kısmı ön kısma göre daha dar ve küttür. Dorsal plak üzerinde fazlaca kıl bulunmaktadır. Tür karakterize etmede kullanılan j setalarının konumu da oldukça önemlidir. *D. gallinae*' dorsal plak üzerinde j1 ve j2 setası bulunurken j3 setası bulunmamaktadır. Sternal plakta ise

posteriorde iki çift kıl ve iki çift por vardır. Epgynal plak üzerinde bir çift kıl ve posteriorde yine bir çift por bulunur. Büyük olan anal plakta anal açıklık çevresinde üç tane anal seta vardır. (Di Palma ve ark., 2012).

Yapılan bir çalışmada ön bacak tarsusunun dorsal yüzeyinde duyu sinirlerinin mevcut olduğu ve bir öbek oluşturduğu görülmüştür. Bahsedilen öbek bu akarın tüm evlerinde görülse de, erken safhalarında belirginliği daha azdır. Bu duyu alanda birbirinden farklı uzunluk ve derinliklere sahip 10 adet duyu kılı tespit edilmiştir. 4., 5., 8. ve 10.'uncu kılların koku, nem ve sıcaklığı algılayabildiği fark edilmiştir. 8. ve 10.'uncu kılların koku reseptörlerine ek olarak iki yönlü mekanoreseptörleri bulundurabileceği öne sürülmüştür (Soler-Cruz ve ark., 2005).

Kanatlı kırmızı akarı kümes hayvanlarını birçok açıdan olumsuz yönde etkilemektedir (Sigognault-Flochlay ve ark., 2017). Kanatlılarda özellikle kümes hayvanlarında fiziki ve psikolojik birçok rahatsızlığa neden olmaktadır. Bunlardan bazıları tavuklarda yol açtığı irritasyon, kaşıntı, anemi, canlı ağırlıkta düşüş, istahsızlık hatta eğer enfestasyon yoğunluğu ileri düzeylere ulaşırsa ölümlerle karşılaşılabilir. Bunların yanında yumurta kabuğundan lekelenme ve yumurta kalitesinde düşüş meydana gelmektedir (Kilpinen ve ark., 2010).

Dermanyssus gallinae dünyanın birçok yerinde ekonomik kayıpların yanı sıra çeşitli hastalık ajanlarının vektörü olması da nedeniyle sağlık açısından oldukça önem taşımaktadır. Kanatlı sağlığı ve tavuk üretimine verdiği zararlardan dolayı da uzun yıllardır mücadele edilmeye çalışılan bir akar türüdür. Kanatlı kırmızı akarının kontrol yolu denenmiş ancak akarın sadece beslenmek için konağın üstünde bulunması ve daha sonra korunaklı bölgelere çekilmesi ve ayrıca beslenmeden uzun süre yaşayabilmeleri gibi nedenlerden dolayı yapılan mücadelelerde istenilen düzeyde başarılı sonuçlar alınamamıştır (Sparagano ve ark., 2014).

Kanatlıların bulunduğu kümes ve tesislerin düzenli olarak temizlenmesi ve rutin bakımlarının yapılması gibi geleneksel yöntemler zahmetli olsa da akar popülasyonunun azalmasına neden olduğu için oldukça faydalı bir yöntemdir. Su ile yapılan basit bir temizlik akar ve yumurtalarının yoğunluğunu azaltmakta ve üremeyi önlemektedir (Mul ve ark., 2009).

Dermanyssus gallinae ile mücadele için çeşitli kimyasal mücadele yöntemleri de denenmiştir. Akar ile mücadele için 35'in üzerinde akarisitler geliştirilmiş ancak bunların birçoğu verimli olsa da çevreye zararlarından dolayı tercih edilmemiştir. Bazı kimyasallardan ise yeterli verim alınamamıştır. Akarlar beslenme süresi dışında saklanma davranışı gösterirler. Bu nedenle bir akaritin tam anlamıyla verimli olabilmesi için uzun süre etkisini gösterebilmeli ve akarların gizlendikleri bölgelerde de etkili olması gerekmektedir (Chauve, 1998).

Belirli bileşiklerden oluşan toz veya sprey akarisitlerin yüksek dozda kullanıldığı da etkili olduğu gözlenmiştir. Ancak uygulamanın tekrarlama gerektirdiği için yüksek ekonomik gider oluşturduğu ve ayrıca bir süre sonra akarın akarisitlere karşı direnç kazanmasından dolayı kimyasal mücadelelerde kesin sonuç olmamıştır (Koçer ve ark., 2016).

Kimyasal mücadele yöntemlerinin dışında akarlar ile biyolojik mücadele için yırtıcı (predatör) akarlarda kullanılmıştır. İsviçre'de bu yırtıcı akarlardan olan *Cheyletus eruditus*'un kanatlı kırmızı akarın bulunduğu ortamlarda kendiliğinden ortaya çıkmış ve *Dermanyssus gallinae*'nin ergin öncesi bireyleri ile beslendiği bildirilmiştir. Ancak biyolojik mücadele amacı ile avcı akarların kırmızı kanatlı tavuk akarlarının ortamlarına bırakıldığında mücadele istenilen başarı elde edilememiştir (Lesna ve ark., 2009). Diğer yaygın olarak kullanılan biyolojik yöntem *Bacillus thuringiensis*'tir. Bu türün birçok akar türünü etkileyebilen exetoxsin üretebildiği bilinmektedir (Koçer, 2016; Koç, 2019).

Denenen birçok mücadele yönteminden biri de silika tozlarıdır bu yöntem hayvanlar için zararsızdır ve lipit tabakasına zarar vererek eklem bacaklıların ölmesini sağlayabilir saha denemelerinde olumlu sonuçlara ulaşılmıştır. Bir diğer yöntem ise beslenmeyi engellemek amacıyla kullanılan bitki kökenli bileşiklerdir bunlardan en etkili sitonellal ve defne yağıdır akarın beslenmesini tamamen durdurmayı başarmıştır (Chauve, 1998).

Dermanyssus gallinae bugüne kadar özellikle kanatlılar ve kanatlı üreticileri için en önemli sorunlardan biri olmuştur. Korunma ve önleme yöntemleri henüz kesin olarak bilinmemektedir. Parazitik olan bu akar ile etkili mücadele için öncelikle bu türün biyolojisi ve ekolojisinin çok iyi anlaşılması gerekmektedir.

Uygun konak bulamadığı dönemlerde bu akarın zaman zaman insanlara da saldırdığı gözlemlenmiştir. *D. gallinae*'nin insanlarda huzursuzluk ve kaşıntı ile birlikte dermatite (gamasidoz) neden olurlar. Normal şartlarda dermatitli hastalarda hastalığın etkeninin akardan kaynaklı olduğunu anlamak zor olsa da, evlerine yakın yerlerde kümes veya kanatlı (güvercin vb.) yuvası bulunduran insanlarda ve kanatlı sektöründe çalışan insanlarda zaman zaman *D. gallinae* enfestasyonları görülebilmektedir (Collgros ve ark., 2013).

Dermanyssus gallinae'nin vektörlük potansiyeli ile ilgili çalışmalar 1940'lı yıllarda *Dermanyssus gallinae*'de St. Louis ensefalit virüsünün (Smith ve ark., 1944) ve at ensafalomyelit virüsü (Sulkin, 1945) gibi patojenlerin tespit edilmesi ile başlamıştır. Sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda kümes hayvanlarında kolera ve spiroket kaynaklı hastalıkları yoğunlaşmıştır (Schiavone ve ark., 2022).

Dermanyssus gallinae'nin özellikle tavuklarda *Salmonella* enfeksiyonlarından sorumlu olduğu düşünülmektedir. Dünya genelinde yapılan çok sayıda çalışmada bu türün *Salmonella*, *Coxiella burnetii*, *Plasmodium* sp., Batı at ensefaliti gibi patojenlerine konaklık ettiği bildirilmiştir (George ve ark., 2015; Ciloglu ve ark., 2020). Ancak, ülkemizde bu parazitik akarın neden olduğu hastalık ajanlarının tespitine yönelik oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Koçer, 2016; Ciloglu ve ark., 2020).

Dermanyssus gallinae'nin birçok patojeni taşıdığı bir kısmını da bulaştırdığı bilinmektedir. Vektörlük potansiyeli daha tam olarak anlaşılamayan *D. gallinae* insan ve hayvan sağlığı için tehdit oluşturabilecek potansiyeldedir. Hayvanlar arasında hastalık yayma ve insanlara bulaştırma hatta salgınlara neden olabilme olasılığı hafife alınmamalıdır (Sparagano ve ark., 2014). Çizelge 2'de *Dermanyssus gallinae* ile ilişkili bakteriyel ve viral patojenlerin listesi bulunmaktadır.

Çizelge 2. *D. gallinae* ile ilgili viral ve bakteriyel patojenler (Koçer ve ark., 2016).

	Patojen	Patojen bulaştırma	
		durumu	Kaynak
Bakteri	<i>Salmonella Gallinarum</i>	Akarlardan izole edilmiştir	(Zeman ve ark., 1982)
	<i>Salmonella Enteritidis</i>	Bulaşma gösterilmiştir	(Claire ve ark., 2009)
	<i>Pasteurella multocida</i>	Bulaşma gösterilmiştir	(Petrov, 1975)
	<i>Chlamydia</i> spp.	Akarlardan izole edilmiştir	(Circella ve ark., 2011)
	<i>Borrelia anserina</i>	Bilinmiyor	(Reshetnikov, 1967)
	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Akarlardan izole edilmiştir	(Chirico ve ark., 2003)
	<i>Listeria monocytogenes</i>	Akarlardan izole edilmiştir	(Grebenyuk ve ark., 1972)
	<i>Coxiella burnetii</i>	Bulaşma gösterilmiştir	Zemskaya ve Pchelkina (1967)
	<i>Escherichia coli</i>	Akarlardan izole edilmiştir	(Schiavone ve ark., 2020)
	<i>Staphylococcus</i> spp.	Akarlardan izole edilmiştir	(Valiente-Moro ve ark., 2009)
	<i>Streptomyces</i> spp.	Akarlardan izole edilmiştir	(Berger ve ark., 2003)
	<i>Spirochetes</i>	Bulaşma gösterilmiştir	(Ciolca ve ark., 1968)
Virüs	Avian influenza A	Bulaşma gösterilmiştir	(Sommer ve ark., 2016)
	Yalancı veba	Akarlardan izole edilmiştir	(Arzey, 1990)
	Tavuk çiçeği virüsü	Bulaşma gösterilmiştir	(Shirinov ve ark., 1972)
	St. Louis ensefalit	Bulaşma gösterilememiştir	(Chamberlain ve ark., 1957)
	Keneye taşınan ensefalit	Bulaşma gösterilememiştir	(Wegner, 1976)
	Doğu at ensefaliti	Bulaşma gösterilmiştir	(Durden ve ark., 1993)
	Batı at ensefaliti	Bulaşma gösterilmiştir	(Chamberlain ve Sikes, 1955)
	Venezüella at ensefaliti	Bulaşma gösterilmiştir	(Durden ve ark., 1992)

Literatürde bu konudaki katkıda bulunmak amacı ile çalışmamız kapsamında, Eskişehir ilinin Alpu, Beylikova, Çifteler, Han, İnönü, Mahmudiye, Mihalgazi, Mihaliççık, Tepebaşı, Sarıcakaya, Seyitgazi, Sivrihisar, Odunpazarı ilçelerinde 30 farklı lokasyonda tavuk kümeslerinden zeminde bulunan döküntü ve tüy numunelerinden *D. gallinae* türüne ait örnekler toplanmıştır. Toplanan örneklerde *Rickettsia*, *Borrelia*, *Bartonella*, *Salmonella* ve *Coxiella* türlerinin varlığını Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) yöntemiyle araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Uzun yıllardır hem hayvanlarda hem insanlarda ciddi hastalıklara neden olan ektoparazitlerin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bu ektoparazitlerden biri olan *Dermanyssus gallinae* kanatlılara, kanatlı sektörüne ve halk sağlığına verdiği zararlarla dikkat çekmektedir. Son yıllarda değişen hava koşulları artan kuraklık, hayvanların ilaçlara direnç geliştirmesiyle bu parazitlerin kontrol edilmesini güçleştirmektedir.

Genel olarak akarlar doğada birkaç farklı şekilde yaşamlarını sürdürebilirler. Çoğu toprakta ve suda serbest olarak, bir kısmı çürükçül ve diğer bir kısmı ise ev tozu akarı olarak yaşamlarını sürdürmektedir. Ayrıca hayvan ve bitkilerde parazitik olarak yaşayan çok sayıda akar türü bulunmaktadır (Krantz ve Walter, 2009).

Akarlar birçok hastalığı nakletmede rol oynarlar. Kene dışında diğer akar gruplarına ait bazı türler *Anaplasma phagocytophilum*, *Coxiella burnetii*, *Rickettsia* spp., hantaviruses, tenyalar, arboviruses, *Coccidia* spp., filarial nematotlar gibi patojenleri taşıyabilir ve bulaştırabilirler. Yapılan birçok çalışma bunu ispatlar niteliktedir. Özellikle parazitik mesostigmatid akarlar üzerine yapılan çalışmalarda, 25 farklı dermanyssoid akar türüne ait 27 akar örneği çeşitli patojenik bakterinlerin varlıkları açısından incelenmiş ve bu akarların 17'sinde *Anaplasma* spp., yeni bir *Bartonella* sp., *Spiroplasma* sp., *Wolbachia* ve sınıflandırılmamış bir *Rickettsiales* DNA'sı PZR ve dizileme yoluyla saptanmıştır (Reeves ve ark., 2006).

Başka bir çalışmada mesostigmatid akar türü olan *Spinturnix myoti* (Spinturnicidae) ve konakçısı olan farekulaklı yarasa *Myotis myotis*'de patojen taraması yapılmıştır. *Rickettsia*, *Bartonella* ve *Anaplasma phagocytophilum* patojenleri taranan örneklerden 134 akar havuzunun %28'inde ve 80 yarasanın %43.7'inde *Bartonella* spp. varlığı tespit edilmiştir. Akarlar bu patojenlerle enfekte olma durumlarına bakıldığında yetişkin akarların, olgunlaşmamış akarlardan 3 kat daha fazla enfekte olduğu gözlenmiştir. Akarlar ve yarasalarda farklı genotipte *Bartonella*'ya rastlanmıştır. Özdeşleştirme yapıldığında en yakın eşleşme ilk kez Finlandiya'dan toplanan yarasalarda bulunan '*Candidatus Bartonella hemsundetiensis*' olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, *S. myoti* örnekleri ve *M. myotis* arasında aynı genotip bulunması *Bartonella*'nın yarasalar ve akarlara arasında bulaşabildiğini göstermektedir. Aynı çalışmada yarasalardan elde edilen bir kan örneğinin *A. phagocytophilum*'un msp2 geni açısından pozitif olduğu

gözlemlenmiş ve iki akar havuzun *Rickettsia* spp. açısından pozitif olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda pozitif örneklerin daha önce tanımlanmış *Rickettsia* türlerine benzemediği ve muhtemelen benekli ateş grubu içerisinde yer alan bir *Rickettsia* türü olarak tanımlanabileceğine karar verilmiştir (Szubert-Kruszyńska ve ark., 2019).

Kanatlı kırmızı akarı *Dermanyssus gallinae* sistematik olarak, Arthropoda şubesinin Chelicerata altşubesinin Arachnida sınıfının Acari alt sınıfı içinde bulunan Parasitiformes üsttakımının çok geniş bir kitleye sahip olan Mesostigmata takımının Dermanyssidae familyası içerisinde yer almaktadır. *Dermanyssus gallinae* nimf ve ergin evrelerinde konaklarından kan emerek yaşamını sürdürmektedir. Kan emme yetisinden dolayı da kolaylıkla vektörlük yapabilmektedirler. Konağından kan yoluyla aldığı patojenleri kanatlılar arasında ve kanatlı dışında farklı hayvanlara hatta insanlara nakledebilmektedir (Koç, 2019).

Dermanyssus gallinae bazı hastalık ajanlarına vektörlük yapmasına ve özellikle tavukçuluk sektöründe önemli ekonomik kayıplara neden olmasından dolayı bilim camiasının dikkatini çekmektedir. Yapılan çok sayıda çalışmada, *Dermanyssus gallinae*'nin birçok patojeni taşımakta olduğu ve bir kısmını konaklarına bulaştırması ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (Schiavone ve ark., 2022).

1955 yılında yapılan bir çalışmada *Dermanyssus gallinae*' de Doğu At Ensafaliti'ne rastlanmıştır. Çalışmada Doğu At Ensafaliti taşıdıkları bilinen 6 civciv kullanılmıştır. Akarlar bu civcivlerden beslendikten sonra 15 güne kadar bu virüsü içlerinde taşıdıkları görülmüştür. Aynı zamanda bu akarların farklı 39 farklı civcivden beslenmesi sağlanmıştır ve bunun sonucunda 1 tane civcivde virüse rastlanmıştır. Fakat çalışmada kullanılan protonimflerde geçiş görülmemiş, akarların dışkısında da virüse rastlanmamıştır. Yalnızca enfekte akarların ezilerek civcivlerin vücutlarının belli bölgelerine sürülmesiyle 30 denemenin 9'unda yumurtadan yeni çıkmış civcivlerde Doğu At Ensafaliti virüsünün bulaştığı görülmüştür (Chamberlain ve Sikes, 1955).

2003' te yapılan bir çalışmada *D. gallinae*'nin patojen taşıma ve bulaştırma potansiyeli incelenmiştir. Sadece kanatlıları değil aynı zamanda domuzları, evcil hayvanları ve kümes hayvanlarını da enfekte ettiği görülen *D. gallinae*'de zoonotik bir hastalık olan Erizipele (Yılancık hastalığı) neden olan *Erysipelothrix rhusiopathiae*'ye rastlanmıştır.

Bu hastalık kümes hayvanlarında ölümlere sebep olabilmektedir. *Erysipelothrix rhusiopathiae* ile enfekte olduğu bilinen 3 çiftlikten *D. gallinae* türüne ait örnekler toplanmış ve akarlarında bakteriye rastlanılmıştır. Bu sonuçlar *D. gallinae*'nin *E. rhusiopathiae*'nin aktif bir vektörü olduğunu düşündürmüştür (Chirico ve ark., 2003).

İsveç'te yapılan bir çalışmada *D. gallinae*'nin enfestasyon oranının %67'lere ulaştığı görülmüştür. Aynı zaman da Kuzey İngiltere'de 29 çiftlikte yapılan bir çalışmada *D. gallinae* yoğunluğuna bakılmış ve çiftliklerin %87.5'inde akar tespit edilmiştir. Oranın bu kadar yüksek olmasındaki en büyük etkenlerden birkaçı da işletmelerdeki iç dış temizliğin iyi yapılmaması, akarların saklanabileceği çatlak, yarık gibi alanların kapatılmaması ve akarların daha kolay yayılmasını önleyebilecek kümes sistemlerin fazla yaygın olmaması olarak görülmüştür (Guy ve ark., 2004).

Dermanyssus gallinae bazı *Salmonella* bakterilerinin en önemli vektörlerinden biridir. *In vitro* olarak yapılan bir çalışmada, akarlar oral ve kutiküler yollarla *Salmonella* Enteritidis serovaryete ile enfekte edilmiştir. Enfeksiyondan hemen sonra akarlar oral yol ile beslenen akarların %29, kutikular temas ile akarların %53 oranında *Salmonella* ile enfekte olduğu görülmüştür. Akarlar arasında bu oranlar giderek artarak %80 ile %95'e ulaşmıştır. Ayrıca enfekte akarların beslenme sırasında kanı kontamine ettiği de gözlenmiştir (Valiente Moro ve ark., 2007).

Yapılan başka bir çalışmada akarın *E. coli*, *Shigella* sp. ve *Staphylococcus* patojenlerini taşıdığı ve bu etkenlere vektörlük ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca *D. gallinae*'de *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Salmonella gallinarum* ve *Listeria monocytogenes* bakterileri ve Newcastle hastalığı virüsü (NDV) gibi patojenlerin varlığı tespit edilmesine rağmen vektörlüğü kanıtlanmamıştır (Valiente-Moro et al., 2009, 2010).

Dermanyssus gallinae'nin vektörlük potansiyelini aydınlatmak adına Fransa'nın Brittany şehrinde çiftliklerde ki kümes hayvanları üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Çiftliklerden toplanan *D. gallinae*'lerde çeşitli bakterilerin varlığı 16S rRNA gen bölgelerinin geçici sıcaklık gradyanlı jel elektroforez [temporal temperature gradient gel electrophoresis (TTGE)] yöntemi ile incelenmiş ve bu yöntem DNA dizi analizi ile desteklenmiştir. Elde edilen verilerden, bu akarların çoğunlukla Proteobacteria şubesinin Enterobacteriales takımına ait türleri ve Firmicutes şubesine ait *Staphylococcus* cinsini taşıgını göstermiştir.

Ayrıca çalışmanın detaylarına bakıldığında *D. gallinae*'de saprofitler, fırsatçı patojenler ve *Pasteurella multocida*, *Erysipelothrix rhusiopathiae* gibi patojenik ajanlar ve *Aerococcus* cinsine yakın bakterilere rastlanılmıştır (Valiente Moro ve ark., 2009).

Chirico ve ark., (2003) tarafından yapılan bir çalışmada *D. gallinae* akarında *Erysipelothrix rhusiopathiae* bakterisinin varlığı tespit edilmiş ve bu akar ve tavuklar arasında *E. rhusiopathiae*'nin olası bir bulaşma yolu olduğu öne sürülmüştür. Eriksson ve ark., (2010) tarafından *E. rhusiopathiae* bakterisi ve *D. gallinae* arasında ki ilişkiyi daha iyi anlamak için yapılan bir çalışmada, erizipel salgını olan kümeslerdeki tavuklardan ve *D. gallinae* akarından elde edilen *E. rhusiopathiae* izolatları karşılaştırılmış ve elde edilen izolatların aynı olduğu tespit edilmiştir. İlerleyen dönemde aynı kümeden alınan akar örneklerinde *E. rhusiopathiae* varlığı negatif bulunmuş ve *D. gallinae*'nin, bu bakteri açısından vektör potansiyelinin belirlenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır

Dermanyssus gallinae'nin vektörlük yaptığı bilinen en yaygın patojenlerden biri *Salmonella*'dır. Yapılan çalışmalarla birçok kez akarın taşıdığı kanıtlanmış olan *Salmonella* patojenine verilecek örnek çalışmalardan bir tanesinde 18 çiftlikten toplanan akar örneklerinin %37.5 sinde *Salmonella*'ya rastlanmıştır (Hamidi ve ark., 2011).

Tavuklarda *Dermanyssus gallinae* varlığı ve yoğunluğu üzerine yapılan bir çalışma da, Fransa'da enfestasyon oranının %56 gibi önemli bir orana sahip olduğu, Danimarka ise % 68 oranında enfestasyon gözlemlendiği bildirilmiştir (Gharbi ve ark., 2013).

2004 ve 2012 yılları arasında Japonya'nın 38 şehrinde ki 142 tavuk çiftliklerinden toplanan 159 *D. gallinae* örneğinde 4 farklı bakteri [*Erysipelothrix rhusiopathiae* (ER), *Salmonella enterica* (SE), *Mycoplasma synoviae* (MS) ve *Mycoplasma galliseptikum* (MG)] ve 3 farklı virüs [Avipox virüsü (APV), Fowl Adenovirus (FAdV), Marek hastalığı virüsü (MDV)] varlığı araştırılmıştır (Huong ve ark., 2014). Çalışma sonucunda 22 (%13,8) örnekte APV DNA'sı görülmüş, bunların 19'u yabancı APV DNA'sı olduğu tespit edilmiştir. 15 (%9,4) örnekte MS'e ait 16S ribozomal RNA (16S rRNA), 2 örnekte (%1,3) ise MG'ye ait *mgc2* genine rastlanılmıştır. Diğer taranan patojenlerden FAdV, MDV, SE ve ER'ye hiçbir örnekte rastlanmamıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar *D. gallinae*'nin yabancı tip patojenlere de konaklık yapabildiğini göstermiş ve akarların bu patojenleri çiftliklerde yayabileceği öne sürülmüştür.

Birleşik krallık da ise yapılan çalışmaların gösterdiği verilere göre tavukçuluk tesislerinin %60 ile %85 i *D. gallinae* tarafından işgal edilmiş durumdadır yine benzer bir durumda olan Brezilyada ise ticari ve yabani kuşlar aracılığıyla taşınan *Dermanyssus gallinae* istilası mevcuttur (Sparagano ve ark., 2014).

Dermanyssus gallinae 'nin taşıdığı patojenleri arasında en dikkat çekenlerden bir tanesi de *Salmonella* türleridir. Kosova'da yapılan bir çalışmada rastgele belirlenen 22 tavuk çiftliğinden su, yem ve dışkı üzerinde *D. gallinae* ve *Salmonella* bakterisinin varlığı araştırılmıştır. Araştırma yapılan 22 çiftliğin 15'inde *Dermanyssus gallinae* varlığı gözlenmiş ve bu 15 çiftlikten 8'inden alınan çevresel örneklerde (su, yem ve dışkı vb.) *Salmonella* bakterisinin varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca *D. gallinae*'nin bulunmadığı bir çiftlikten alınan çevresel örneklerde *Salmonella* bakterisinin varlığına rastlanmıştır. Ayrıca 50'şer örnekten oluşan 2 akar havuzunda *Salmonella* varlığı tespit edilmiştir (Sylejmani ve ark., 2016).

Avian İnfluenza A (AIV) virüs kaynaklı bir hayvan hastalığıdır ve kanatlılarda ölüme sebep olabilmektedir. Sommer ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada AIV ile *D. gallinae* arasındaki ilişkisine araştırılmış ve AIV ile enfekte olduğu bilinen tavuklardan 10 gün boyunca beslenen akarlarda AIV tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu enfekte akarlar SPF (Specific Pathogen Free) tavuklardan beslenerek virüsü onlara da bulaştırdığı tespit edilmiştir.

Akarlarda 16S rRNA gen dizilerinin filogenetik analizleri sonucunda iki farklı kardeş *Bartonella* benzeri bakterileri açısından pozitif olduğu fark edilmiştir. Ayrıca akarlarda *Rickettsiella*, *Wolbachia* ve *Cardinium* patojenleri açısından tüm yaşam evrelerinin mikrobiyomlarında pozitif olarak bulunmuştur. Çalışmada tespit edilen patojenlerin hayvan sağlığı açısından oldukça önemli olduğu ve akarlarda simbiyont bakterilerin belirlenmesinin akarların taşıdıkları patojen çeşitliliğini anlamada oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır (Hubert ve ark., 2017).

İtalya'da 2001-2017 yılları arasında 31 insanın etkilendiği 12 farklı *D. gallinae* kaynaklı dermatid vakası görülmüştür. Raele ve ark., (2018) tarafından vakaların görüldüğü yerlerden 98 adet *D. gallinae* örneği toplanmıştır. Bu akarlar 5-10 akar içerecek şekilde 12 havuz oluşturulmuş ve havuzlar *Coxiella*, *Chlamydomphila*, *Rickettsia* ve *Borrelia*

türlerine ait bakterilerin varlığı açısından incelenmiştir. Çalışma sonucunda havuzların birinin *Coxiella burnetii* (%100 özdeşlik) ve ikisinin ise *Borrelia afzelii* (%99 özdeşlik) açısından pozitif olduğu görülmüştür. Çalışmada kentsel alanlardaki *D. gallinae*'lerde *B. burgdorferi* sensu lato ve *C. burnetii*'nin varlığını ilk kez tespit edildiği vurgulanmıştır.

Lima-Barbero ve ark., (2019) tarafından *D. gallinae*'nin bakteri mikrobiyotasına (özellikle alfa proteobakteriler) araştırılmış ve *D. gallinae*'nin mikrobiyotasının kommensal ve çevresel bakterilerin oluşturduğu tespit etmişlerdir. Ayrıca akarlar *Wolbachia* ve *Sphingomonas* cinsine ait simbiyotik bakterilerin ve *Inquilinus*, *Neorickettsia* ve *Roseomonas* cinslerine ait potansiyel patojenik bakterilerin varlığı tespit edilmiştir.

Oh ve ark., (2020) tarafından Kore'de yapılan bir çalışmada, ülke genelinde Mayıs 2018 ile Ağustos 2019 yılları arasında, 21 farklı tavuk çiftliğine ait 36 kümeden akar örnekleri toplanmış ve akarlarda çeşitli patojenlerin varlığı araştırılmıştır. Çalışma sonucunda akar enfestasyon oranı %75 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca akarlara ait 16 DNA örneğinin tavuk anemi virüsü, kümes hayvanı Adenovirüsü, Avian patojenik *Escherichia coli*, vahşi tip kümes çiçeği virüsü, vahşi tip Marek hastalığı virüsü açısından pozitif olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, ayrıca akar toplanan kümesler düzenli olarak temizlendiğinde *D. gallinae*'nin prevalansında bir düşüş olduğunu da belirtmişlerdir.

Kore'de yapılan başka bir çalışmada, tavuk çiftliklerinde artan ve büyük ekonomik kayıplara neden olan kümes tifosunun nedenleri araştırılmıştır. 2013 ve 2018 yılları arasında tifodan etkilenen kümeslerden *D. gallinae* türüne ait akarlar toplanmış ve bu akarlarda *Salmonella* Gallinarum serovaryetesinin varlığı PZR yöntemi ile taranmıştır. Çalışma sonucunda akarlarda ve aynı çiftlikteki ölü kuşlar ve çevresel toz örneğindekilerinde *Salmonella* Gallinarum serovaryetesine rastlanılmıştır. Yapılan bu çalışma, *D. gallinae* kaynaklı *Salmonella* Gallinarum serovaryetesinin çevresel örneklerde de kalıcılık özelliğine sahip olduğunu ve dolayısıyla kümeslerde tavuk tifosunun nedeni olabileceği öne sürülmüştür (Lee ve ark., 2020).

Avian patojenik *Escherichia coli* (APEC) normal şartlarda böcekler aracılığıyla yayılır ve yayılma yatay (horizontal) şeklinde gerçekleşir. Ayrıca bu türün, tavuklarda önemli bir hastalık olan Avian kolibasilozis neden olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmada

İtalya’da 21 farklı tavuk yetiştiriciliği tesisinde 30 sürüden *D. gallinae* türüne ait akar örnekleri toplanmıştır. Bu akarlarda APEC varlığı araştırılmış ve 21 tesisinde %66,7’sinde, 30 sürünün ise yaklaşık %53,3’ünde akarlarda *Escherichia coli*’ye rastlanmıştır. En fazla görülen serogrup *E. coli* O2 olurken, daha az olmakla birlikte O7, O78 ve O109 serogrupları da görülmüştür. Bir tavuk çiftliğinde *E. coli* O2 serogrubunun sebep olduğu kolibasillosis görülmüştür. Çalışma sonucunda, akarlar ve tavuklarda aynı *E. coli* serogrup tespit edilmesi *D. gallinae* ve *E. coli* arasındaki bağlantıyı açıkça gösterilmiştir (Schiavone ve ark., 2020).

Dünya genelinde *D. gallinae* ve taşıdığı patojenlerin tespitine yönelik çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen ülkemizde bu parazitik akar üzerine yapılan çalışmalarda genellikle akarın kümeslerde veya tavuk çiftliklerinde yaygınlığı, mücadelesi ve tavuk çiftliklerinde neden olduğu ekonomik kayıplar üzerine yoğunlaşmış, *D. gallinae* tarafından taşınan patojenik organizmaların varlığı ve yaygınlığı ihmal edilmiştir.

Bursa ilinde tavuklarda *D. gallinae* yoğunluğuna bakılmış ve 628 tavuğun %4’ünde, 67 horozun ise %1’inde *D. gallinae* varlığı tespit edilmiştir (Okursoy, 2001).

Kars ilinde tavuklarda ektoparazite yaygınlığı üzerine yapılan bir çalışmada, yirmi kümesin 12’sinde (% 60.0), bakısı yapılan 264 tavuğun 174’ünde (% 65.90) en az bir ektoparazit saptanmıştır. Enfeste tavuklardan 1023 adet parazit toplanmış ve 7 tür identifiye edilmiştir. Yaygınlık sırasına göre; 174 tavuğun 156’sında (%89.65) bit enfestasyonu (*Menacanthus cornutus*, *Menopon gallinae*, *Menacanthus stramineus*, *Goniodes dissimilis* ve *Goniocotes gallinae*), 16’sında (%6.06) akar enfestasyonu (*Dermanyssus gallinae*) ve 2’sinde (%0.75) uyuz enfestasyonu (*Kinemidokoptes mutans*) saptanmıştır. Diğer 8 kümesteki 90 tavukta (%34.10) ise herhangi bir ektoparazite rastlanılmamıştır (Aldemir, 2004).

Kayseri’de yapılan bir çalışmada, *D. gallinae* enfestasyonlarının görüldüğü bir tesisten toplanılan akar örneklerinin filogenetik ilişkisi mitokondriyal sitokrom oksidaz alt-ünite I (mt-COI) geni ve ribozomal dahili transkripsiyonlu ayırıcı (internal transcribed spacer, ITS) gen bölgeleri hedeflenerek analiz edilmiştir. Çalışmada ayrıca tesisten toplanılan akar örneklerinden oluşturulan 38 akar havuzunda *Salmonella* varlığı 16S rRNA gen

bölgesini hedeflenerek araştırılmış ve 9 havuzun *S. enterica* subsp. *enterica* serovar Enteritidis açısından pozitif olduğu tespit edilmiştir (Koçer ve ark., 2016).

İç Anadolu Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada 5 yumurta tavuğu yetiştirme tesislerinden toplanan akarlardan 100 tanesinde mt-COI gen bölgelerini analiz edilmiştir ve oluşturulan 126 *D. gallinae* havuzu *Avian hemosporidian* parazitlerinin varlığı açısından araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, 3 tesisten toplanan akarlardan oluşturulan 5 havuzun *Plasmodium* açısından pozitif olduğu görülmüş ve *D. gallinae*'nin kanatlı hemosporidianlarının bulaşmasında ki rolüne dikkat çekilerek bu konuda literatüre katkı sağlanmıştır (Ciloglu ve ark., 2020).

Ülkemizde *D. gallinae* üzerine yapılan çalışmalar, bu akarın sadece tavuklara özgü bir parazit olmadığını ve bu akarın ülkemizde güvercinler üzerinde de yaygın olarak parazitlendiğini göstermiştir. Ankara 3 (Askeri Veteriner Okulu, Atatürk Orman Çiftliği, Etlik semtinde şahsi bir kümes) ve İzmir'de ise 1 (İzmir Fuar Hayvanat Bahçesi) lokasyonda yakalanan 300 güvercin ektoparazit varlığı açısından araştırılmış ve güvercinlerin 82'sinin (% 27.33) parazit taşıdığı tespit edilmiştir. Çalışmada güvercinler üzerinden toplanılan 1126 parazit örneğinin 97'sinin (% 8.61) *D. gallinae* türüne ait olduğu tespit edilmiştir (Tiğin, 1973).

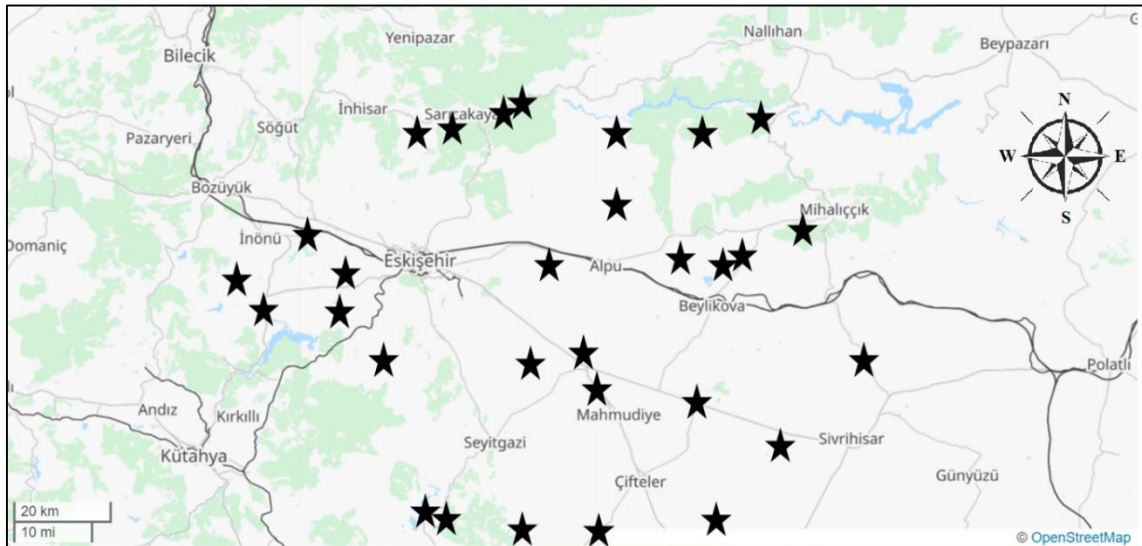
Güvercinlerde ektoparazite yaygınlığının araştırılması ele alan başka bir çalışmada, Ankara ili çevresinden toplanan 200 yabani güvercini incelenmiştir. Bu çalışma neticesinde elde edilen veriler 200 güvercinin 118'inde çeşitli ektoparazite türlerinin enfeste olduğunu ve 118 güvercinin 1 (%0.84)'inde *D. gallinae* türüne rastlanmıştır (Gıcık, 1999).

Dermanyssus gallinae dünya çapında tavukçuluk sektöründe büyük kayıplara yol açması ve birçok patojenin vektörü olması büyük bir endişe sebebidir. Kanatlı kayıplarını önlemek, ticari kayıpları engellemek ve halk sağlığını korumak için *D. gallinae* üzerine daha fazla çalışılma yapılması gerekmektedir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Çalışma Alanı

Eskişehir, İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Sakarya bölümünde yer almaktadır. 2020 yılından itibaren Alpu, Beylikova, Çifteler, Günyüzü, Han, İnönü, Mahmudiye, Mihalgazi, Mihaliççık, Tepebaşı, Sarıcakaya, Seyitgazi, Sivrihisar ve Odunpazarı olmak üzere 14 ilçeye sahiptir. Kuzeyde Bolu ve Ankara; doğuda Ankara, güneydoğuda Konya, güneyde Afyonkarahisar, batıdan Kütahya ve kuzeybatıdaysa Bilecik illeriyle çevrilidir. Şehrin iklimi baskın İç Anadolu Bölgesi tipi karasal iklimdir. Yıllık ortalama sıcaklık değerinin 11,1°C olduğu görülmektedir. Ancak bu sıcaklık değerleri 0,1 (Ocak) - 21,7°C (Temmuz) arasında değişmektedir. Kış aylarında Anadolu ve çevresini etkileyen planeter faktörlerin etkisiyle, sahada en düşük düzeye inen ortalama sıcaklık değerleri mart ayından itibaren hızlı bir şekilde artarak temmuz ve ağustos aylarında en yüksek seviyesine ulaşmaktadır. Çalışma alanında yıllık ortalama yağış oldukça düşüktür (364 mm). Yağışın mevsimlere göre dağılışına bakıldığında, Eskişehir kentinde % 33,6 ile ilkbahar en yağışlı mevsim olup onu % 30 ile kış mevsimi takip etmektedir. % 14,7 yağış oranıyla en az yağışlı mevsim yaz iken, sonbaharsa kurak yaz ile yağışlı kış arasında bir geçiş dönemi özelliği göstermektedir (Şahbaz, 2020). İklimi ve hava şartları sebebiyle *Dermanyssus gallinae* için en uygun yaşama ve yayılma alanlarından biridir.



Şekil 3. Çalışma alanının haritada gösterimi

3.2. Örneklerin Toplanması

Eskişehir ili sınırları içerisinde kalan 13 ilçenin (Alpu, Beylikova, Çifteler, Han, İnönü, Mahmudiye, Mihalgaži, Mihalıççık, Tepebaşı, Sarıcakaya, Seyitgazi, Sivrihisar ve Odunpazarı) çeşitli köyleri ziyaret edilerek kanatlıların kaldığı kümeslerden Haziran-Ağustos ayları arasında toprak ve tüy numuneleri toplanmıştır. Toplanan numuneler bir poşete konulmuştur daha sonra havasız kalan örnekler yukarı çıkma eyleminde bulunarak poşetin bağlanan kısmına birikmişlerdir. Biriken örnekler alkol içine alınarak %70 lik etil alkol içerisinde saklanmıştır.



Şekil 4. *Dermanyssu gallinae*'nin toplanması

3.3 *Dermanyssus gallinae*'nin Tanısı

Mesostigantik bir akar olan *D. gallinae* tanımlanması akar morfolojisine alışkın olmayan araştırmacıları fazlasıyla zorlayan bir türdür. Morfoloji özelliklerinin çok bilinmemesinin

yanında *D. gallinae* ile aynı ortamı ve aynı konakçıyı paylaşan başka bir mesostigmatik akar olan *Ornithonyssus sylviarum* (kuzey kümes hayvanı akarı) ile karıştırılması oldukça mümkündür (Di Palma ve ark., 2012).

Moos' a göre *Dermanyssus gallinae* türünün karakterize edilmesi için gereken birkaç karakter bulmaktadır. Bu karakterleri örnek üzerinde incelemek için dikkat edilmesi gereken hususlardan biri öncelikle türün yetişkin dişi örneği üzerinde karakterlerin incelenmesi gerekmektedir. Bunun nedeni dişiler diğer aşamalardan (larva, protonimf, deutonimf ve erkek) belirli özelliklerle daha kolay ayırt edilebilirler. Bu özellikler: larvalarda cinsel organ belirtisi bulunmamaktadır aynı zamanda üç çift bacağı sahiptir. Nimfler yetişkinler gibi dört çift bacağı sahiptir ancak yetişkin aşamasına ulaşana kadar kadar her tüy dökümüyle birlikte plak farklılaşmasına maruz kalırlar. Bundan dolayı nimflerde epiginal plak yetişkin dişiye göre küçültülmüş görünür ve genital açıklık bulunmamaktadır. Erkeklerde ise küçük bir presternal genital açıklık vardır ve interkoksal bölge bir sternogenital sklerit ile kaplıdır. Sternogenital ve ventroanal elemanların füzyonu holovenral bir plakla sonuçlanır. Tersine, dişilerde bir epiginal plak bulunur. Erkeklerde keliserler, sperm transferi için kullanılmaktadır.

Moss'a göre *D. gallinae* türünün tanımlanmasında ayırt edici özellikler şu şekildedir: Genel görünüm olarak *D. gallinae* arkaya doğru incelen ve kesik bir arka kenarı olan tek bir sırt plağına sahiptir. Keliser uzun ve styliform şeklindedir. Sternal plak (bacak II ve III arasındaki medyan sklerit) iki çift kıl içermektedir ve üçüncü bir çift kıl posteriorda yer alır ve diğerlerinden belirgin şekilde ayrılır. Genitoventral plak arkaya doğru yuvarlaktır ve bir çift seta taşımaktadır. Anal plakta üç kıl bulunmaktadır.

Moss *D. gallinae* türünü cinsin diğer üyelerinden ayırt etmek için en yararlı kılların sırtın "j" serisindeki olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda bacak kılları da tür tanımlaması için önem taşımaktadır. Bu nedenle, Moss'un anahtarına göre, *D. gallinae* aşağıdaki karakterleri göstermektedir:

- Belirgin dorsal plağı
- Dorsal plağın kenarlarının tırtıklı olması
- j1 her zaman ve s1 genellikle sırt plağında bulunması
- Epiginal plakta porlar bulunması (Koçer ve ark., 2016).

Ornithonyssus sylviarum gürü *D. gallinae* ile çok karıştırılan Macronyssidae familyasına ait mesostigamatik bir akar türüdür. *O. sylviarum* birkaç özellikle *D. gallinae* türünden ayırt edilebilir. Bunlar:

- Dişilerin keliserleri uzundur fakat iyi gelişmiş sabit ve hareketli yapılara sahiptir (*D.gallinae* 'de kırbaç şeklindedir.).
- Genitoventral (epiginal) plak inceltilmiş ve arkaya doğru dar bir şekilde yuvarlaklaşmıştır (*D. gallinae*'de arkaya doğru geniş bir şekilde yuvarlaklaşmıştır).
- *O. sylviarum*'un sırt plağı arkaya doğru keskin bir şekilde birden daralır (*D. gallinae*'de daha düzgün daralır) (Di Palma ve ark., 2012).

3.4. DNA İzolasyonunun Yapılması

Proje kapsamında Eskişehir yöresinde kanatlı hayvan kümeslerinden toplanan *D. gallinae* türüne ait örneklerden on adet birey içeren 59 adet akar havuzu yapılmıştır. Bu örneklerden total genomik DNA izolasyonu üretici firma (Invitrogen PureLink™ Genomic DNA Mini Kit, Thermo Fisher Scientific) tarafından verilen protokol takip edilerek yapılmıştır. DNA izolasyon aşamaları sırası ile aşağıda belirtilmiştir.

1. Alkolü uzaklaştırılan örnekler 1.5 ml'lik mikrosantrifüj tüplere aktarıldı ve steril bir plastik tüp ile örnekler inkübatör içerisinde kurumaya bırakıldı.
2. Örnekler üzerine 180 µl PureLink™ Genomic Digestion Buffer eklendi.
3. Örnekler steril bisturi parçalandı ve üzerine 40 µl Proteinaz K eklendi.
4. 3-5 sn vortekslendi ve 1 dk santrifüj edildi.
5. 55° C'de bir gece inkübasyona bırakıldı.
6. Örnekler inkübasyondan sonra maksimum hızla (12.000 rpm) santrifüj edildi.
7. Süpernatant yeni bir ependorfa aktarıldı.
8. 20µl RNase A eklendi ve 3-5 sn vortekslendi.
9. 2 dk oda sıcaklığında inkübe edildi.
10. 200 µl Genomic Lysis/ Binding Buffer eklendi ve vortekslendi.
11. 200 µl (% 96-100) Ethanol Lysis eklendi ve 5 dk vortekslendi.
12. Hazırlanan lizat (toplam 640 µl), filtreli tüpe aktarıldı.
13. Filtreli tüp 10.000 xg'de 1 dk santrifüj edildi.

14. Filtreli tüp yeni bir kolon içerisine alındı, toplama tüpü içerisindeki sıvı ile birlikte atıldı.
15. Filtreli tüpe % 96-100 etanol ile hazırlanmış 500 µl ilk yıkama tamponu eklendi.
16. Oda sıcaklığında 10.000 xg'de 1 dk santrifüj edildi ve toplama tüpü atıldı.
17. Filtreli tüp yeni bir toplama tüpüne yerleştirildi ve üzerine 500 µl ikinci yıkama solüsyonu eklendi.
18. Oda sıcaklığında 10.000 xg'de 1 dk santrifüj edildi ve toplama tüpü atıldı.
19. Filtreli tüp 1,5 µl'lik steril bir ependorf tüpüne yerleştirildi.
20. Filtreli tüp üzerine 50 µl DNA Elüsyon Tamponu eklendi.
21. Oda sıcaklığında 1 dk inkübe edildi. Daha sonra oda sıcaklığında maksimum hızda 1 dk santrifüj edildi.
22. Filtreli tüp atıldı ve ependorf tüpü içerisindeki DNA PZR yapılanan kadar -20 ° C'de saklandı.

Akarlardan elde edilen DNA örnekleri, kalite değerinin tespiti için 260/230 dalga boyunda Nanodrop (Multiskan Go, Thermo Scientific) yardımıyla ile ölçüldü.

3.5. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)

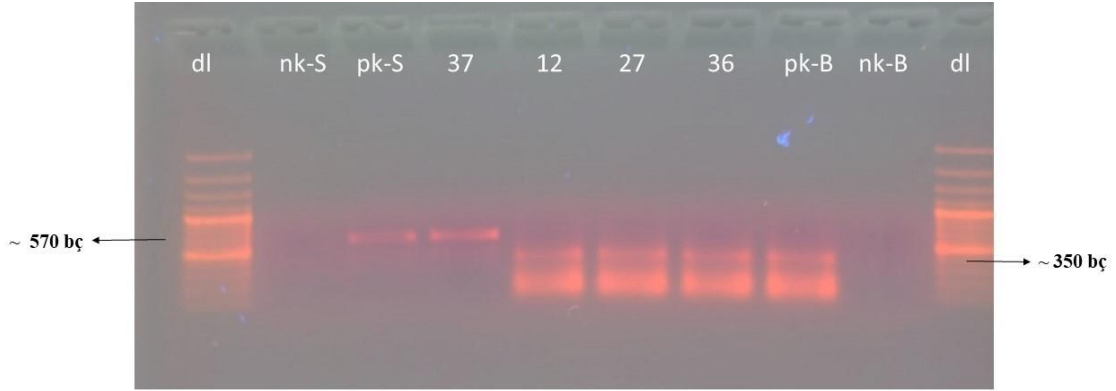
Çalışmamızda, *Rickettsia*, *Borrelia*, *Bartonella*, *Salmonella* ve *Coxiella* varlığının saptanmasında doğruluğu kanıtlanmış cins spesifik evrensel primer setleri kullanılmıştır. Tez çalışması kapsamında toplanan akarlardan elde ettiğimiz genomik DNA'lar, *Rickettsia* varlığını belirlemek için riketsiyal sitrat sentaz (*gltA*) geninin ~750 bp bir kısmını hedefleyen RpCS.409d-RpCS.1258n primer seti ile; *Borrelia* varlığının saptanması için flagellin B (*flaB*) geninin ~658 bp bir kısmını hedefleyen FlaLL –FlaRL primer seti ile; *Bartonella* varlığının saptanması için NADH dehydrogenase gamma subunit (*nuoG*) geninin ~346 bp kısmını hedefleyen nuoGR-nuoGI primer seti ile; *Salmonella* varlığının saptanması için 16s rDNA geninin ~574 bp kısmını hedefleyen 16SR-16SL primer seti ile; *Coxiella* varlığının saptanması için capsular polysaccharide biosynthesis protein (*cap*) geninin ~601 bp kısmını hedefleyen CAPI844F-CAPI844R primer setileri ile PZR işlemi ile taranmıştır.

Aynı zamanda çalışma kapsamında toplanan *Dermanyssus gallinae* türlerin teşhislerinin doğrulanması için Cytochrome c oxidase subunit geni (COI) geninin ~450 bp bölgesini

hedefleyen primer seti ile PZR işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan PZR işlemlerinde reaksiyon içeriği "25 µl Master Mix (DNA tag pol ve dNTPler+ tampon), 2 µl forward primer, 2 µl revers primer, 2 µl template DNA, 19 µl DNA grade su" şeklinde hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılmış *Rickettsia*, *Borrelia*, *Bartonella*, *Salmonella* ve *Coxiella* primerleri ve PZR parametreleri Çizelge 3’de verilmiştir.

3.5. Agaroz Jel Elektroforezi, Pozitif Örneklerin DNA Dizi ve Biyoinformatik Analizi

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



Şekil 5. Pozitif örneklerin jel görüntüsü [dl:DNA leader, nk-s: *Salmonella* negatif kontrol, pk-s: *Salmonella* pozitif kontrol, 37: *Salmonella* pozitif örnek, nk- B: *Bartonella* negatif kontrol, pk-B: pozitif kontrol *Bartonella* (12,27, 36: *Bartonella* pozitif örnekler)].

Dizi analizi için PZR ürünleri, saflaştırma yapıldıktan sonra, revers ve forward primerler kullanılarak çift yönlü okuma yaptırıldı (MacroGen Inc., Amsterdam, Hollanda). Her bir örneğe ait forward ve reverse diziler BioEdit programına yüklenerek konsensus diziler elde edildi. Konsensus diziler NCBI GenBank Database’i kullanılarak homoloji analizine tabi tutuldu ve daha önce GenBanka yüklemiş *Bartonella* ve *Salmonella* dizileri ile olan benzerliği araştırılmıştır. Elde edilen diziler Mega X programı kullanılarak maksimum olasılık metoduna göre filogenetik ağaçlar çizildi ve tespit edilen türlerin filogenetik ilişkileri ortaya çıkarılmıştır.

Çizelge 3. Tez kapsamında hedeflenen organizmalar, kullanılan primer setleri, fragment boyutu ve bağlanma sıcaklığı.

Hedef organizma	Primer seti	Primer dizisi (5-3)	Fragment boyutu	Bağlanma Sıcaklığı (°C)	Kaynak
<i>Rickettsia</i>	RpCS.409d RpCS.1258n	CCTATGGCTATTATGCTTGC ATTGCAAAAAGTACAGTGAACA	750 bp	51	Roux ve ark. (1997)
<i>Borrelia</i>	FlaLL FlaRL	ACATATTTCAGATGCAGACAGAGGT GCAATCATAGCCATTGCAGATTGT	658 bp	55	Barbour ve ark. (1996)
<i>Salmonella</i>	16S-F 16S-R	TGTTGTGGTTAATAACCGCA CACAAATCCATCTCTGGA	574 bp	56	Ziemer ve ark. (2003)
<i>Coxiella</i>	CAP1844F CAP1844R	ATTTAGTGGGTTTCGCGCAT CATCAGCATACGTTTCGGGAA	601 bp	55	Reeves ve ark. (2003)
<i>Bartonella</i>	NuoGL NuoGR	GGCGTGATTGTTCTCGTTA CACGACCACGGCTATCAAT	346 bp	55	Colborn ve ark. (2010)
Mesostigmat akar	COIF COIR	TGATTTTTGGTCAACCCAGAAG TACAGCTCCTATAGATAAAAC	450 bp	53	Ros & Breeuwer (2007)

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

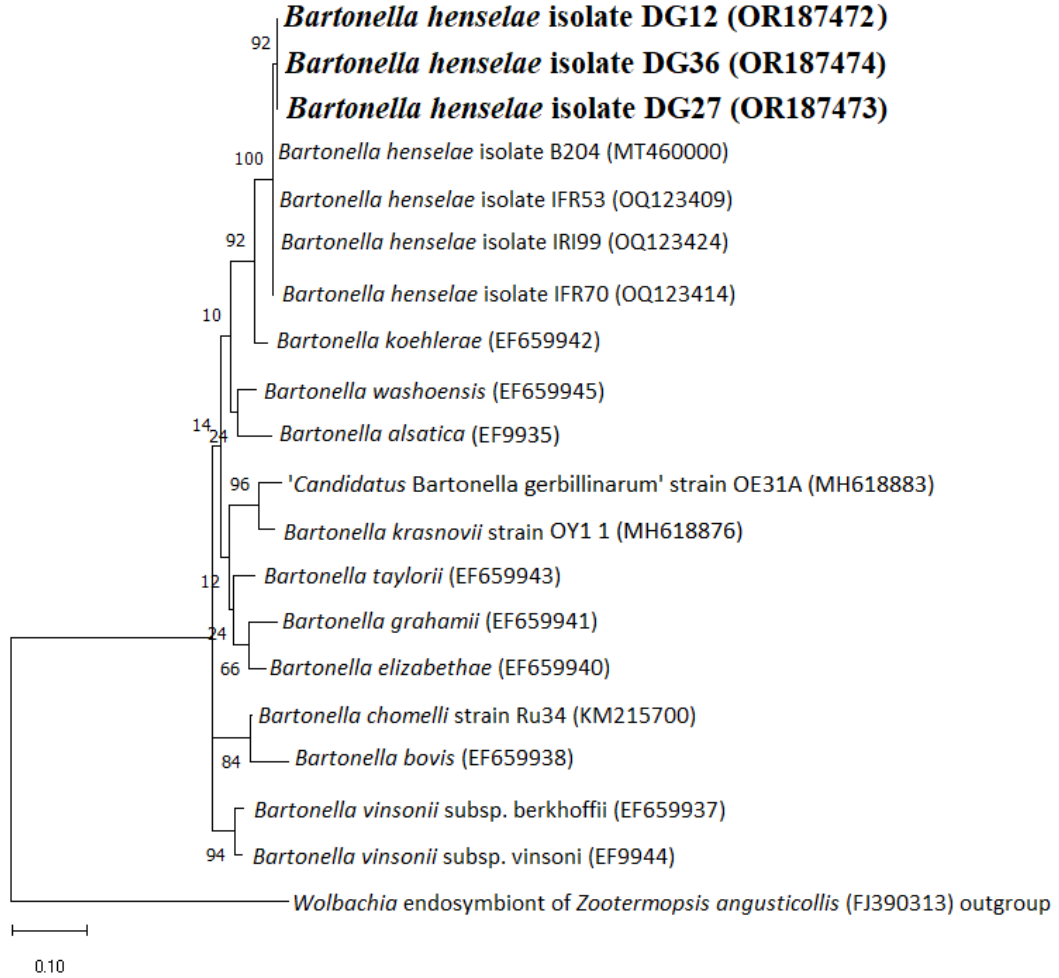
4.1. *Dermanyssus gallinae*'de *Rickettsia* ve *Borrelia*, *Bartonella*, *Salmonella*, *Coxiella* Türleri

Yaptığımız çalışmada Eskişehir'in 13 ilçesinin 30 farklı lokalitede kümeslerden akar örnekleri toplanmış ve toplanan örneklerin morfolojik karakterlerine göre *Dermanyssus gallinae* türüne ait olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin tür teşhislerinde (Evans, 1966) tarafından verilen tayin anahtarı ve deskripsiyon kullanılmıştır. Son yıllarda yapılan moleküler çalışmalarda *D. gallinae* türünün birden fazla tür barındırdığı iddia edilmiştir (Roy ve ark., 2021). Bu nedenle toplanan örneklerin morfolojik teşhisleri doğrulamak amacıyla, akar havuzlarından rastgele seçilen 2 örnek için türe özgü Cytochrome G subunit I (Cox1) geninin yaklaşık 450 bp bölgesi PZR ile hedeflenmiş ve elde edilen DNA dizileri (GenBank erişim numarası: OR178287, OR178288) NCBI GenBank verileri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda, örneklerimizin *D. gallinae* türüne ait çok sayıda izolat ile [*Dermanyssus gallinae* isolate ERU-Dgal-3 (KU866545), *Dermanyssus gallinae* isolate ERU-Dgal-6 (KU866547), *Dermanyssus gallinae* isolate ERU-Dgal-1(KU866543)] %99.40 ila %100 arasında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Ayrıca çalışmamızda Eskişehir il ve ilçelerinden toplanılan *D. gallinae* örneklerinde *Rickettsia*, *Borrelia*, *Bartonella*, *Salmonella* ve *Coxiella* türlerinin varlığı PZR yöntemiyle açısından araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında Eskişehir ilinin Mihalgazi, Günyüzü ve Alpu ilçelerinden toplanan *D. gallinae* türü akarlardan oluşan üç akar havuzundan (12, 27 ve 36 numaralı havuzlar) elde edilen NADH dehydrogenase gamma subunit (*nuoG*) gen dizisinin NCBI Genbank veri tabanı verileri ile kıyasladığımızda, dizilerimizin *Bartonella henselae* türüne ait çok sayıda izolat [*Bartonella henselae* isolate IRI99 (OQ123424), *Bartonella henselae* isolate IFR70 (OQ123414), *Bartonella henselae* strain B40887 (KP822813)] ile %99.13-99.46 arasında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu örneklerle ait NADH dehydrogenase gamma subunit (*nuoG*) gen dizileri NCBI GenBank veri tabanına *Bartonella henselae* isolate DG12 (OR187472), *Bartonella henselae* isolate DG27 (OR187473) ve *Bartonella henselae* isolate DG36 (OR187474) adı ile yüklenmiştir.

Tez çalışmamız kapsamında toplanan *D. gallinae* türünde tespit edilen *Bartonella henselae* örneklerinin Maksimum Olasılık (Maximum likelihood) metoduna göre hazırlanan filogenetik ilişkisi Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. *Bartonella* cinsine ait türlerin NADH dehydrogenase gamma subunit (*nuoG*) geni baz alınarak oluşturulan filogenetik ağaç.

Eskişehir ilinin Sarıcakaya lokasyonundan toplanan *D. gallinae* türü akarlardan oluşan bir akar havuzundan elde edilen 16SrDNA gen dizisinin NCBI Genbank veri tabanı verileri ile kıyasladığımız *Salmonella enterica* türüne ait çok sayıda izolat ile [*Salmonella enterica* isolate 20MO07PC10 (CP123648), *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Reading strain CVM N58646 (CP123655), *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium strain FSIS12032448 (CP123684)] ile %100 benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu örneğe ait 16SrDNA gen dizisi NCBI GenBank veri tabanına *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Enteritidis isolate SAL37 (OR178486) adı ile yüklenmiştir. Günümüzde *Salmonella* cinsine ait sadece 3 tür tanımlanmış olması ve elde

ettiğimizi 16s rDNA gen dizisi çok sayıda *Salmonella enterica* serovaryetesi ile %100 benzerlik gösterdiği için bu örneğe ait filogenetik ağaç çizilmemiştir.

4.2. Çalışma Bulgularının Değerlendirilmesi

Tez çalışmamız kapsamında kanatlı kırmızı akarı *D. gallinae*'de PZR yöntemiyle moleküler olarak incelenmiştir. Eskişehir ilinin 13 ilçesinin 30 farklı lokasyonlarında bulunan kümeslerden toplanan akarlarda *Rickettsia*, *Borrelia*, *Bartonella*, *Salmonella* bakterilerinin taraması yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda *D. gallinae* türünün *Salmonella* ve *Bartonella* patojenlerini taşıdığı saptanmıştır.

Salmonella cinsinin keşfi Amerikalı veteriner patolog Daniel Elmer Salmon ve asistanı Theobald Smith tarafından 1985 yılında yapılmıştır (Fàbrega ve Vila, 2013). Doğada yaygın olarak bulunduğu gözlemlenen *Salmonella* bakterileri Enterobacteriaceae familyası içirişinde yer almaktadır. Son yıllarda yapılan sınıflandırmaya göre *Salmonella* cinsine ait *Salmonella enterica* ve *Salmonella bongori* olmak üzere sadece iki tür bulunmaktadır. Bunlar türlerden *Salmonella enterica* türünün tanımlanmış 2500'den fazla *Salmonella* serotipi bulunmaktadır.

Salmonella bakterileri ısıya duyarlı bakteriler olup 55 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda 20 dakika içinde ölmektedir. Ayrıca *Salmonella* bakterileri düşük sıcaklığa fazlasıyla direnç gösterebilmektedir. Özellikle soğukta muhafaza edilen yiyeceklerde uzun süre canlı kalabilen *Salmonella* bakterileri, bu yiyecek tüketen insanlarda zehirlenmelere neden olabilmektedir (İzgür, 2009). Diğer taraftan, *Salmonella* üyeleri kurumaya da oldukça dayanıklıdır. Yapılan çalışmalarda *Salmonella* bakterilerinin kuş dışkısında yaklaşık 2,5 yıl kadar hayatta kaldıkları gösterilmiştir.

Çöp böcekleri, karasinekler, hamamböcekleri gibi diğer eklembacaklıların da *Salmonella* bakterilerinin insanlara bulaşmasında önemli bir öneme sahip olduğu bulunmuştur (Valiente Moro ve ark., 2007). Bu türlerin yanında kümes hayvanları da *Salmonella* bakterisinin önemli bir rezervuarı olmasından dolayı insanlara besin zinciri yoluyla bulaşması önemli bir halk sağlığı sorunudur (Claire Valiente Moro ve ark., 2007).

Salmonella serovaryetelerinden olan *Salmonella Pullorum* ve *Salmonella Gallinarum* kuş türleri içinde konakçıya spesifiklerdir. Bu türler kümes tifosu ve Pullorum (kümes

hayvanlarının akut sistemi hastalığı) neden olmaktadır. Aynı zamanda ticari kümes hayvanı üretiminde büyük ekonomik kayıplara neden olduğu bilinmektedir. Motil (hareketli olan) diğer *Salmonella* serovarları ise yabani hayvanlar, evcil hayvanlar ve hatta insanlarda dahil bir çok konağı enfekte edebilmektedir (Gast ve Porter Jr, 2020).

İnsanları enfekte ettiği bilinen en yaygın iki serovaryete *enterica* serovar Enteritidis'tir ve *Salmonella* serovar Typhimurium'dur (Mulvey ve ark., 2006). *Salmonella* enfeksiyonu vakalarının %95'inden fazlası gıda kaynaklıdır. Amerika Birleşik Devletleri'nden elde edilen verilere bakıldığında gıda kaynaklı hastalıklardan kaynaklanan ölümlerin yaklaşık %30'unun salmonelloz kaynaklı olduğundan bahsedilmiştir. 2010 yılı için salmonellozla ilişkili yıllık ekonomik kaybın 1,4 milyon vaka için 2,71 milyar dolar olduğu öne sürülmüştür. Son on yıldaki en yüksek *Salmonella* salgınları, kümes hayvanlarının tüketimini ile ilgilidir. ABD'deki insan salmonelloz vakalarının %70'inden fazlası kontamine tavuk, hindi veya yumurta tüketiminden kaynakladığı bilinmektedir. 1998'den 2008'e kadar, yaklaşık 145 *Salmonella* salgını kümes hayvanlarıyla ilişkilendirilirken, 117 salgın yumurtalarla ilişkilendirilerek sırasıyla 2,580 ve 2,938 kişide hastalığa neden olduğu belirtilmiştir (Acheson ve Hohmann, 2001).

Salmonella enterica dünya genelinde insanlarda ve hayvanlarda hastalığa neden olan en yaygın bakteri türlerinden birisidir. İnsan *Salmonella* enfeksiyonları klasik olarak tifo *Salmonella* veya tifo dışı *Salmonella*'nın (NTS) neden olduğu hastalıklar olarak ayrılmaktadır (Okoro ve ark., 2012).

Tifo *Salmonella* enfeksiyonunun neden olduğu klinik sendromlarından en önemli iki tanesi tifo ateşi ve diyare hastalığıdır. Belirtileri arasında ateş, kramp, karın ağrısı, kalın bağırsak iltihabı ile ilişkili kanlı veya kansız ishal ve çok sık olarak mide bulantısı ve kusma bulunmaktadır. Tifo ateşi sadece insanları enfekte edebilen *S. enterica* serovar Typhi ve *Salmonella enterica* serovar Paratyphi bakterilerinin neden olduğu bir hastalıktır ve genelde bu bakteriler ile kontamine olmuş yiyecek ve su tüketildiğinde ortaya çıkmaktadır. Tifo dışı *Salmonella* enfeksiyonu insanlarda ishale neden olmaktadır. Bunun yanında birçok hayvanı enfekte edebilen tifo dışı *Salmonella* (NTS) suşu bulunmaktadır. NTS serovarları, gelişmiş ülkelerde tedavi edilmeyen vaka ölüm oranı yaklaşık %0.1'dir ve hastalık genellikle kendi kendini sınırlayan ishale neden olur. NTS

serovarların Salmonelloz salgınına neden olmasını önlemek için hastalığı taşıyan kişinin izole edilmesi gerektiği düşünülmektedir (Fàbrega ve Vila, 2013).

Dermanyssus gallinae türü akarların *Salmonella* bakterilerinin taşıyıcısı olduğunu kanıtlayan ilk çalışma 2007 yılında yapılmıştır. Çalışmada deneysel enfeksiyon sonrası 26 akarların %29'unun kanatlılardan kan emerek, %53'ünün kütikular temas sonrası *Salmonella* ile enfekte olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda akarların kan emme sırasında aldıkları *Salmonella* bakterilerinin transovarial yolla nakledebileceği belirlemiştir. Ayrıca, bakterinin protonimfden deutonimf evresine transtadial nakil olduğu, ancak deutonimf ile yetişkin arasında bir nakil olmadığını gözlemlemişlerdir. Çalışma sonucunda *D. gallinae*'nin temas yoluyla veya önceki kan beslenmesi esnasında almış olduğu *Salmonella* bakterisini diğer bir kanatlı kanına bulaştırma potansiyeli ortaya konmuştur (Valiente Moro ve ark., 2007).

Çalışmamız kapsamında *D. gallinae* örneklerinde diğer rastladığımız patojen ise *B. henselae*'dir. NCBI taksonomi veri tabanına göre, günümüzde *Bartonella* cinsine ait 57 tür ve *Candidatus* (aday) statüsünde 17 tür bulunmaktadır. *Bartonella* türleri dünya çapında insanlarda görülen çeşitli hastalıklardan sorumlu patojenik bakterilerdir (NCBI, 2023).

İnsan enfeksiyonlarının büyük bir kısmına *Bartonella henselae*, *Bartonella quintana* ve *Bartonella bacilliformis* neden olmaktadır. Ancak diğer bazı *Bartonella* türlerinin de insanlarda çeşitli klinik rahatsızlıklara neden olduğu bilinmektedir. *Bartonella* ile enfekte olan kişilerde görülen klinik belirtiler bakteriyemi, lokal lenfadenopati, endokardit ve basiller anjiomatozis ve peliosis hepatis şeklindedir. İnsanlarda *Bartonella* enfeksiyonlarının şiddeti, hastanın bağışıklık durumu ile ilişkilidir. Çoğu vakada enfeksiyon genellikle kendi kendini sınırlamaktadır, ancak bazı kişilerde enfeksiyon ölümcül olabilmektedir (Angelakis ve Raoult, 2014).

Bartonella türlerinin sebep olduğu önemli hastalıklardan biride kedi tırmığı hastalığıdır. Hastalığa *Bartonella henselae* türünün sebep olduğu bilinmektedir. Bunun yanında *Bartonella clarridgeiae* türü de kedi tırmığı hastalığı ile ilişkilendirilmiştir. Bu türler yıllarca bakteriyemik kalabilirler ve ana rezervuarları kedilerdir. Genel olarak kedi tırmalaması veya ısırması ile insanlara bulaştığı görülse de kedi piresi olan

Ctenocephalides felis kediler arasında *Bartonella*’nın birincil vektörüdür (Gurfield ve ark., 2001). *Bartonella henselae* için genel olarak ana rezervuar kedilerdir. Kedilerin çoğunda bu türe karşı antikorlar mevcuttur ve bu nedenle patojenin yatay geçişi olmaz bunun yerine yayılma görülmektedir (Florin ve ark., 2008).

Mesostigmatid akarlar ve *Bartonella* arasındaki ilişki çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Kaminskienė ve ark., (2022) tarafından yapılan bir çalışmada Laelapid (Mesostigmata) akarlar da *Bartonella* türüne rastlanmıştır. Çalışmada beş kemirgen türünden (*Apodemus flavicollis*, *Apodemus agrarius*, *Clethrionomys glareolus*, *Micromys minutus* ve *Microtus oeconomus*) beş türden (*Laelaps agilis*, *Haemogamasus nidi*, *Eulaelaps stabularis*, *Myonyssus gigas* ve *Hyperlelaps microti*) toplam 271 Laelapid akarı toplanmıştır. Çalışmanın sonucunda *Laelaps agilis*, *Myonyssus gigas* ve *Haemogamasus nidi* olmak üzere üç akar türünde ilk defa *Bartonella* DNA’sına rastlanmıştır.

2018 yılında yapılan bir çalışmada spesifik olarak yarasalarda parazitlenen mesostigmatid *Spinturnix myoti* türü ile *Bartonella* arasındaki ilişki incelenmiştir. Akar örneklerinde *Bartonella* DNA’sının varlığı, sitrat sentaz (*glbA*) geni hedefleyerek PZR ile taranmıştır. *Bartonella* varlığı araştırılan 134 akar havuzunun %28’inin ve 59 yarasanın %25’inin pozitif olduğu tespit edilmiştir (Szubert-Kruszyńska ve ark., 2019).

Dermanyssus gallinae ile *Bartonella* ilişkisini araştırmak için 2007 yılında Hubert ve ark., (2017) tarafından yapılan çalışmada, *D. gallinae* türünün bakteri mikrobiyomu incelenmiştir. Araştırmanın sonuçları, *D. gallinae* örneklerine ait mikrobiyomlarında tespit edilen dizilerin %30 ila %70’ini *Bartonella* benzeri bakterilere ait olduğu belirlenmiştir.

Yaptığımız literatür taramalarında ülkemiz *D. gallinae* akarlarını konu alan çalışmalarda *Bartonella* bakterilerinin varlığı ve yaygınlığı dair herhangi bir bilgi bulunmadığı tespit edilmiştir. Tez çalışmamız kapsamında elde edilen veriler, ülkemizde kanatlılarda parazitlenen *D. gallinae* türüne ait akarlar da *Bartonella henselae* varlığı ilk kez tespit edilmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Acari alt sınıfının Mesostigmata takımı içerisinde yer alan *D. gallinae* tüm dünya genelinde kanatlılardan kan emerek yaşamını sürdüren bir dış parazittir. Kanatlılarda tüy yolma, kaşıntı, kansızlık, huzursuzluk, saldırganlık ve ek olarak patojenik ajanları transfer ederek yumurta üretiminin azalmasına, boyutunun ve ağırlığının azalmasına, yumurta kabuğu kırılabilirliğinin artmasına ve yumurtalarda kan lekelerinin oluşmasına neden olmaktadır (Koç, 2019). Avrupa genelinde ticari olarak yumurta üretimi yapılan kümeslerde *D. gallinae* istila oranları ortalama %80'den fazladır. Yapılan çalışmalar kümeslerde *D. gallinae* ile mücadele ve bu akarın neden olduğu kayıpların maliyetini yıllık yaklaşık 130 milyon € olduğunu göstermektedir (Sigognault-Flochlay ve ark., 2017).

Dermanyssus cinsindeki diğer türlerle karşılaştırıldığında *D. gallinae* genel olarak daha geniş konakçı aralığına sahiptir. *Dermanyssus gallinae* zaman zaman insanlara da saldırabilmekte ve insanlarda ektoparazitoz dermatitinin (gamasoidoz) oluşmasına neden olmaktadır. Tıbbi açıdan artan bir endişe kaynağı olan bu durum, zaman zaman salgınlara da dönüşebilmektedir (Raele ve ark., 2018). İnsanlarda gamasoidozdan kuşlar üzerinde parazitlenen birkaç akar türü sorumlu olsa da, *D. gallinae* türünün insanlarda gamasoidozdan sorumlu en yaygın tür olduğu düşünülmektedir. Kan emici doğası gereği *D. gallinae* aynı zamanda çeşitli hastalık ajanlarına vektörlük de yapabilmektedir. Bu nedenle küçük boyutlu olan bu akarlar, az sayıda olsalar da insan ve hayvan sağlığı açısından oldukça önemli etkiye sahiptir (George ve ark., 2015).

Çalışmamız kapsamında Eskişehir ilçelerinden toplanan *D. gallinae*'de *Rickettsia*, *Borrelia*, *Bartonella*, *Salmonella*, *Coxiella* patojenleri taranmıştır. Çalışılan 59 örneğin 3 tanesinde *Bartonella henselae*, 1 tanesinde ise *Salmonella enterica* subsp. *enterica* tespit edilmiştir. Aynı zamanda *Bartonella henselae*'nin *Dermanyssus gallinae*' de varlığı ilk kez identifiye edilmiştir.

Çalışmamız kapsamında elde edilen veriler, kanatlılar üzerinde parazitlenen *D. gallinae* tarafından taşınması muhtemel patojenlerin varlığı ve yaygınlığının detaylı bir şekilde çalışılması gerektiğini ortaya koymuştur.

6. KAYNAKLAR

- Arzey, G. (1990). Mechanism of spread of Newcastle disease. Technical bulletin 42. New South Wales, Agriculture and Fisheries Sydney, Australia.
- Acheson, D. ve Hohmann, E. L. (2001). Nontyphoidal salmonellosis. *Clinical infectious diseases*, 32(2), 263–269.
- Aldemir, O. S. (2004). Kars ilinde tavuklarda bulunan ektoparazitler. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 28(3), 154–157.
- Açıkgöz, Z. ve Günes, H. Y. (2019). Yumurta Tavukçuluğunda Kanatlı Kırmızı Akarı (*Dermanyssus gallinae*) Problemi ve Mücadele. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(4), 553–560.
- Angelakis, E. ve Raoult, D. (2014). Pathogenicity and treatment of Bartonella infections. *International journal of antimicrobial agents*, 44(1), 16–25.
- Boorman, J. (1997). Arthropods of humans and domestic animals. A guide to preliminary identification. By Alan Walker (London: Chapman & Hall, 1994). *Bulletin of Entomological Research*, 87(1), 109–109.
- Berger, S., Disko, R. ve Gwinner, H. (2003). Bacteria in starling nests. *Journal für Ornithologie*, 144(3), 317–322.
- Chamberlain, R. W. ve Sikes, R. K. (1955). Laboratory Investigations on the Role of Bird Mites in the Transmission of Eastern and Western Equine Encephalitis. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 4(1), 106–18.
- Chamberlain, R. W., Sikes, E. K. ve Sudia, W. D. (1957). Attempted laboratory infection of bird mites with the virus of St. Louis encephalitis. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 6(6), 1047–1053.
- Ciolca, A., Tanase, L. ve May, I. (1968). Rôle of the poultry mite, *Dermanyssus gallinae*, in the transmission of spirochaetosis. *Archiva Veterinaria*, 5, 207–215.
- Chauve, C. (1998). The poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778): current

- situation and future prospects for control. *Veterinary Parasitology*, 79(3), 239–245.
- Chirico, J., Eriksson, H., Fossum, O. ve Jansson, D. (2003). The poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*, a potential vector of *Erysipelothrix rhusiopathiae* causing erysipelas in hens. *Medical and Veterinary Entomology*, 17(2), 232–234.
- Chang, E. S. ve Kaufman, W. R. (2005). Endocrinology of Crustacea and Chelicerata. *Comprehensive Molecular Insect Science*, 3–6, 805–842.
- Circella, E., Pugliese, N., Todisco, G., Cafiero, M. A., Sparagano, O. A. E. ve Camarda, A. (2011). Chlamydia psittaci infection in canaries heavily infested by *Dermanyssus gallinae*. *Experimental and Applied Acarology*, 55(4), 329–338.
- Collgros, H., Iglesias-Sancho, M., Aldunce, M. J., Expósito-Serrano, V., Fischer, C., Lamas, N. ve Umbert-Millet, P. (2013). *Dermanyssus gallinae* (chicken mite): an underdiagnosed environmental infestation. *Clinical and Experimental Dermatology*, 38(4), 374–377.
- Cafiero, M. A., Barlaam, A., Camarda, A., Radeski, M., Mul, M., Sparagano, O. ve Giangaspero, A. (2019). *Dermanyssus gallinae* attacks humans. Mind the gap! *Avian Pathology*, 48(sup1), S22–S34. .
- Ciloglu, A., Yildirim, A., Onder, Z., Yetismis, G., Duzlu, O., Simsek, E. ve Inci, A. (2020). Molecular characterization of poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* lineages in Turkey and first report of Plasmodium species in the mite populations. *International Journal of Acarology*, 46(4), 241–246.
- Cocciolo, G., Circella, E., Pugliese, N., Lupini, C., Mescolini, G., Catelli, E., ... Camarda, A. (2020). Evidence of vector borne transmission of Salmonella enterica enterica serovar Gallinarum and fowl typhoid disease mediated by the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778). *Parasites and Vectors*, 13(1), 1–10.
- Dhooria, M. S. (2016). Morphology and Anatomy of Acari. *Fundamentals of Applied Acarology*, 41–61.
- Di Palma, A., Giangaspero, A., Cafiero, M. A. ve Germinara, G. S. (2012). A gallery of the key characters to ease identification of *Dermanyssus gallinae* (Acari:

- Gamasida: Dermanyssidae) and allow differentiation from *Ornithonyssus sylviarum* (Acari: Gamasida: Macronyssidae). *Parasites and Vectors*, 5(1), 1–10.
- Durden, L. A., Linthicum, K. J. ve Turell, M. J. (1992). Mechanical transmission of Venezuelan equine encephalomyelitis virus by hematophagous mites (Acari). *Journal of medical entomology*, 29(1), 118–121.
- Durden, L. A., Linthicum, K. J. ve Monath, T. P. (1993). Laboratory transmission of eastern equine encephalomyelitis virus to chickens by chicken mites (Acari: Dermanyssidae). *Journal of Medical Entomology*, 30(1), 281–285.
- Eriksson, H., Brännström, S., Skarin, H. ve Chirico, J. (2010). Characterization of *Erysipelothrix rhusiopathiae* isolates from laying hens and poultry red mites (*Dermanyssus gallinae*) from an outbreak of erysipelas. *Avian Pathology*, 39(6), 505–509.
- Evans, O. (1966). Studies British The British Museum (Natural History), 14(5).
- Fàbrega, A. ve Vila, J. (2013). *Salmonella enterica* serovar Typhimurium skills to succeed in the host: virulence and regulation. *Clinical microbiology reviews*, 26(2), 308–341.
- Florin, T. A., Zaoutis, T. E. ve Zaoutis, L. B. (2008). Beyond cat scratch disease: widening spectrum of *Bartonella henselae* infection. *Pediatrics*, 121(5), e1413-25.
- Gast, R. K. ve Porter Jr, R. E. (2020). *Salmonella* infections. *Diseases of poultry*, 717–753.
- George, D. R., Finn, R. D., Graham, K. M., Mul, M. F., Maurer, V., Moro, C. V. ve Sparagano, O. A. (2015). Should the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* be of wider concern for veterinary and medical science? *Parasites and Vectors*, 8(1), 1–10.
- Gharbi, M., Sakly, N. ve Darghouth, M. A. (2013). Prevalence of *Dermanyssus gallinae* (Mesostigmata: Dermanyssidae) in industrial poultry farms in North-East TUN. *Parasite*, 20(1).

- Gıcık, Y. (1999). Ankara ve çevresinde yaban güvercinler ektoparazitler. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg*, 5, 71–74.
- Grebenyuk, R. V, Chirov, P. A. ve Kadysheva, A. M. (1972). The role of wild animals and blood-sucking arthropods in the epizootiology of infection with *Listeria* *Journal article*, 123pp.
- Gurfield, A. N., Boulouis, H. J., Chomel, B. B., Kasten, R. W., Heller, R., Bouillin, C., Piemont, Y. (2001). Epidemiology of *Bartonella* infection in domestic cats in France. *Veterinary Microbiology*, 80(2), 185–198.
- Guy, J. H., Khajavi, M., Hlalel, M. M. ve Sparagano, O. (2004). Red mite (*Dermanyssus gallinae*) prevalence in laying units in Northern England. *British poultry science*, 45 Suppl 1(SUPPL. 1).
- Hamidi, A., Sherifi, K., Muji, S., Behluli, B., Latifi, F., Robaj, A., Sparagano, O. (2011). *Dermanyssus gallinae* in layer farms in Kosovo: a high risk for *Salmonella* prevalence. *Parasites & Vectors*, 4(1), 1–3.
- Hubert, J., Erban, T., Kopecky, J., Sopko, B., Nesvorna, M., Lichovnikova, M., Sparagano, O. (2017). Comparison of Microbiomes between Red Poultry Mite Populations (*Dermanyssus gallinae*): Predominance of *Bartonella*-like Bacteria. *Microbial Ecology*, 74(4), 947–960.
- Huong, C. T. h. T., Murano, T., Uno, Y., Usui, T. ve Yamaguchi, T. (2014). Molecular Detection of Avian Pathogens in Poultry Red Mite (*Dermanyssus gallinae*) Collected in Chicken Farms. *Journal of Veterinary Medical Science*, 76(12), 1583–1587.
- Hutcheson, H. J. ve Oliver, J. H. (1988). Spermiogenesis and Reproductive Biology of *Dermanyssus gallinae* (DeGeer) (Parasitiformes: Dermanyssidae). *Journal of Medical Entomology*, 25(5), 321–330.
- İzgür, M. (2009). Hayvanlarda salmonelloz. M. Doğanay ve N. Altıntaş (Ed.), *Zoonozlar: Hayvanlardan insanlara bulaşan enfeksiyonlar içinde* (ss. 321–329). Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi.

- Kaminskienė, E., Paulauskas, A., Balčiauskas, L. ve Radzijeuskaja, J. (2022). Bartonella spp. detection in laelapid (Mesostigmata: Laelapidae) mites collected from small rodents in Lithuania. *Journal of Vector Ecology*, 47(2), 195–201.
- Kilpinen, O., Roepstorff, A., Permin, A., Lawson, L. G. ve Simonsen, H. B. (2010). galli infections on behaviour and health of laying hens (Gallus gallus domesticus), 1668.
- Knežević, S., Pajić, M., Petrović, A., Vidaković, S., Babić, J., Baloš, M. Ž., Stojanov, I. (2017). *Dermanyssus gallinae* - Overview: Life Cycle, Morphology, Prevalence And Control Measures In Poultry Farms. *Archives of Veterinary Medicine*, 10(2), 53–62.
- Koç, N. (2019). *Ankara ilindeki yumurta tavukçuluğu işletmelerinde Dermanyssus gallinae 'nin kümes içi dinamiği ve diğer akar popülasyonları ile arasındaki olası ilişkinin belirlenmesi*. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi,148.
- Koç, N., İnak, E., Nalbantoğlu, S., Alpkent, Y. N., Dermauw, W. ve Van Leeuwen, T. (2022). Biochemical and molecular mechanisms of acaricide resistance in Dermanyssus gallinae populations from Turkey. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 180, 104985.
- Koçer, Z. (2016). *Tavuklarda Dermanyssus gallinae 'nin moleküler karakterizasyonu ve Salmonella spp. yönünden vektörlük potansiyellerinin moleküler olarak araştırılması*. Erciyes Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi, 81.
- Konyalı, C. (2016). Kırmızı akarın (*Dermanyssus gallinae* (Acari:Dermanyssidae)) farklı tavuk genotiplerinde büyüme üzerine etkileri. *Journal Article*,189.
- Konyalı, C. ve Savaş, T. (2016). Kanatlı Kırmızı Akarı (*Dermanyssus gallinae*): Biyolojisi ve Etkileri. *Hayvansal Üretim*, 57(1), 63–72.
- Krantz, G. W. ve Walter, D. E. (2009). *A Manuel of Acarology (Third Edition)*.Texas: Texas Tech University Press, 807.
- Lee, H. J., Jeong, J. Y., Jeong, O. M., Youn, S. Y., Kim, J. H., Kim, D. W., Kang, M. S. (2020). Impact of *Dermanyssus gallinae* infestation on persistent outbreaks of fowl

- typhoid in commercial layer chicken farms. *Poultry Science*, 99(12), 6533–6541.
- Lesna, I., Wolfs, P., Faraji, F., Roy, L., Komdeur, J. ve Sabelis, M. W. (2009). Candidate predators for biological control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. *Experimental and Applied Acarology* 2009 48:1, 48(1), 63–80.
- Lima-Barbero, J. F., Díaz-Sanchez, S., Sparagano, O., Finn, R. D., de la Fuente, J. ve Villar, M. (2019). Metaproteomics characterization of the alphaproteobacteria microbiome in different developmental and feeding stages of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778). *Avian Pathology*, 48(sup1), S52–S59.
- Marangi, M., Morelli, V., Pati, S., Camarda, A., Cafiero, M. A. ve Giangaspero, A. (2012). Acaricide Residues in Laying Hens Naturally Infested by Red Mite *Dermanyssus gallinae*. *Plos One*, 7(2), e31795.
- Mul, M., Van Niekerk, T., Chirico, J., Maurer, V., Kilpinen, O., Sparagano, O., Bell, B. (2009). Control methods for *Dermanyssus gallinae* in systems for laying hens: results of an international seminar. *World's Poultry Science Journal*, 65(4), 589–600.
- Mulvey, M. R., Boyd, D. A., Olson, A. B., Doublet, B. ve Cloeckaert, A. (2006). The genetics of *Salmonella* genomic island 1. *Microbes and Infection*, 8(7), 1915–1922.
- NCBI. (2023). National Center for Biotechnology Information: The Taxonomy Database. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy> adresinden erişildi (Erişim tarihi:17.07.2023)
- Oh, S. I., Do, Y. J., Kim, E., Yi, S. W. ve Yoo, J. G. (2020). Prevalence of poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) in Korean layer farms and the presence of avian pathogens in the mite. *Experimental and Applied Acarology*, 81(2), 223–238.
- Okoro, C. K., Kingsley, R. A., Connor, T. R., Harris, S. R., Parry, C. M., Al-Mashhadani, M. N., De Pinna, E. (2012). Intracontinental spread of human invasive *Salmonella Typhimurium* pathovariants in sub-Saharan Africa. *Nature genetics*, 44(11), 1215–1221.

- Okursoy, S. (2001). Bursa yöresi köy tavuklarında *Dermanyssus gallinae* (De geer, 1778) ve *Knemidokoptes mutans* (Robin, 1860)'in yayılışı. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 25(1), 75–77.
- Petrov, D. (1975). [Study of *Dermanyssus gallinae* as a carrier of *Pasteurella multocida*]. *Veterinarno-meditsinski Nauki*, 12(5), 32–36.
- Pritchard, J., Kuster, T., Sparagano, O. ve Tomley, F. (2015). Avian Pathology Understanding the biology and control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. *Science Journal*, 70(1), 113-124.
- Raele, D. A., Galante, D., Pugliese, N., La Salandra, G., Lomuto, M. ve Cafiero, M. A. (2018). First report of *Coxiella burnetii* and *Borrelia burgdorferi* sensu lato in poultry red mites, *Dermanyssus gallinae* (Mesostigmata, Acari), related to urban outbreaks of dermatitis in Italy. *New Microbes and New Infections*, 23, 103–109.
- Reeves, W. K., Dowling, A. P. G. ve Dasch, G. A. (2006). Rickettsial Agents from Parasitic Dermanyssoidea (Acari: Mesostigmata). *Experimental and Applied Acarology*, 38(2–3), 181–188.
- Reshetnikov, P. T. (1967). The mite *Dermanyssus gallinae* a vector of fowl spirochaetosis. *Veterinariya*, 44(3).
- Roy, L. ve Chauve, C. M. (2007). Historical review of the genus *Dermanyssus* Dugès, 1834 (Acari: Mesostigmata: Dermanyssidae). *Parasite*, 14(2), 87–100.
- Roy, Lise, Giangaspero, A., Sleenckx, N. ve Øines, Ø. (2021). Who Is *Dermanyssus gallinae*? Genetic Structure of Populations and Critical Synthesis of the Current Knowledge. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 650546.
- Şahbaz, H. (2020). Ülke İçi Göçlerde Eskişehir İlinin Yeri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 25(44), 107–124.
- Schiavone, A., Pugliese, N., Circella, E. ve Camarda, A. (2020). Association between the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* and potential avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC). *Veterinary Parasitology*, 284, 109198.

- Schiavone, A., Pugliese, N., Otranto, D., Samarelli, R., Circella, E., De Virgilio, C. ve Camarda, A. (2022). *Dermanyssus gallinae*: the long journey of the poultry red mite to become a vector. *Parasites & vectors*, 15(1).
- Shirinov, F. B., Ibragimova, A. I. ve Misirov, Z. G. (1972). Spread of fowl pox virus by the mite *Dermanyssus gallinae*. *Veterinariya (Moscow)*, (4), 48–49.
- Sigognault-Flochlay, A., Thomas, E. ve Sparagano, O. (2017). Poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation: A broad impact parasitological disease that still remains a significant challenge for the egg-laying industry in Europe. *Parasites and Vectors*, 10(1), 357.
- Sioutas, G., Minoudi, S., Tiligada, K., Chliva, C., Triantafyllidis, A. ve Papadopoulos, E. (2021). Case of human infestation with *Dermanyssus gallinae* (Poultry red mite) from swallows (hirundinidae). *Pathogens*.
- Smith, M. G., Blattner, R. J. ve Heys, F. M. (1944). The isolation of the St. Louis Encephalitis Virus from chicken mites (*Dermanyssus gallinae*) in nature. *Science*, 100(2599), 362–363.
- Soler Cruz, M. D., Vega Robles, M. C., Jespersen, J. B., Kilpinen, O., Birkett, M., Dewhurst, S. ve Pickett, J. (2005). Scanning electron microscopy of foreleg tarsal sense organs of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (DeGeer) (Acari:Dermanyssidae). *Micron*, 36(5), 415–421.
- Sommer, D., Heffels-Redmann, U., Köhler, K., Lierz, M. ve Kaleta, E. F. (2016). [Role of the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) in the transmission of avian influenza A virus]. *Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/nutztiere*, 44(1), 26–33.
- Sparagano, O. A. E., George, D. R., Harrington, D. W. J. ve Giangaspero, A. (2014). Significance and control of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Annual review of entomology*, 59, 447–466.
- Sulkin, S. E. (1945). Recovery of Equine Encephalomyelitis Virus (Western Type) from chicken mites. *Science*, 101(2624), 381–383.

- Sylejmani, D., Musliu, A., Ramadani, N., Sparagano, O. ve Hamidi, A. (2016). Associations Between the Level of Biosecurity and Occurrence of *Dermanyssus gallinae* and *Salmonella* spp. in Layer Farms. *Avian Diseases*, 60(2), 454–459.
- Szubert-Kruszyńska, A., Stańczak, J., Cieniuch, S., Podsiadły, & E., Postawa, T. ve Michalik, J. (2019). *Bartonella* and *Rickettsia* Infections in Haematophagous *Spinturnix myoti* Mites (Acari: Mesostigmata) and their Bat Host, *Myotis myotis* (Yangochiroptera: Vespertilionidae), from Poland, 77(3), 759–768.
- Tiğın, Y. (1973). Ehli güvercinlerde (*Columba livia*) bulunan ektoparazitler. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(02.03).
- Ünbaş, E., Yazgan, N., Konyali, C., Coşkun, B., Kamanli, S. ve Savaş, T. (2020). BSJ Agri. / Esra ÜNBAŞ ve ark. *Black Sea Journal of Agriculture Open Access Journal*, 3(2), 165–172.
- Valiente-Moro, C., De Luna, C. J., Tod, A., Guy, J. H., Sparagano, O. A. E. ve Zenner, L. (2009). The poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*): A potential vector of pathogenic agents. *Experimental and Applied Acarology*, 48(1–2), 93–104.
- Valiente Moro, C., Chauve, C. ve Zenner, L. (2007). Experimental infection of *Salmonella* Enteritidis by the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Veterinary Parasitology*, 146(3–4), 329–336.
- Valiente Moro, Claire, Fravallo, P., Amelot, M., Chauve, C., Zenner, L. ve Salvat, G. (2007). Colonization and organ invasion in chicks experimentally infected with *Dermanyssus gallinae* contaminated by *Salmonella* Enteritidis. *Avian Pathology*, 36(4), 307–311.
- Valiente-Moro, C., Thioulouse, J., Chauve, C., Normand, P. ve Zenner, L. (2009). Bacterial taxa associated with the hematophagous mite *Dermanyssus gallinae* detected by 16S rRNA PZR amplification and TTGE fingerprinting. *Research in Microbiology*, 160(1), 63–70.
- Valiente Moro, Claire, De Luna, C. J., Tod, A., Guy, J. H., Sparagano, O. A. E. ve Zenner, L. (2009). The poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*): a potential vector

- of pathogenic agents. Control of poultry mites (*Dermanyssus*), *Experimental and Applied Acarology*, 48(1-2), 93–104.
- Valiente-Moro, C., Fravallo, P., Amelot, M., Chauve, C., Salvat, G. ve Zenner, L. (2010). Experimental studies on the potential role of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*, as a vector of *Salmonella* serotype Enteritidis. *Trends in Acarology: Proceedings of the 12th International Congress* içinde (ss. 521–525). Springer.
- Wegner, Z. (1976). Laboratory study on some parasitic hematophagous arthropods as possible subsidiary links of the biocenosis of tick-borne encephalitis. *Bulletin of the Institute of Maritime and Tropical Medicine in Gdynia*, 27(1), 75–85.
- Zeman, P., Stika, V., Skalka, B., Bartik, M. ve Dusbabek, F. (1982). Potential role of *Dermanyssus gallinae* De Geer, 1778 in the circulation of the agent of pullorosis-typhus in hens. *Folia parasitologica*, 29(4), 371-374.