

BİLİMİN IŞIĞINDA VETERİNER PARAZİTOLOJİ YENİ GELİŞMELER

Editör
HİKMET YETER ÇOĞUN



BİDGE Yayınları

**BİLİMİN IŞIĞINDA VETERİNER PARAZİTOLOJİ YENİ
GELİŞMELER**

Editör: HİKMET YETER ÇOĞUN

ISBN: 978-625-372-732-1

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 2025-06-25

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltpe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İÇİNDEKİLER

KENE KAYNAKLI ZOONOTİK HASTALIKLAR	1
--	---

ONUR OKUR, ÖZCAN ÖZKAN

HAYVAN VE İNSAN SAĞLIĞI AÇISINDAN Q ATEŞİ HASTALIĞINA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR	33
---	----

KEMAL AKSOY

HIDDEN HAZARDS IN MARINE ECOSYSTEMS: THE ROLE OF CYMOTHODAE IN FOOD SAFETY AND HUMAN HEALTH RISKS	57
---	----

ASUDE GÜLÇE ORYAŞIN

BÖLÜM 1

KENE KAYNAKLI ZOONOTİK HASTALIKLAR

Onur OKUR¹
Özcan ÖZKAN²

Giriş

Keneler dünya genelinde en kurağından en nemlisine kadar birçok habitata uyum sağlamış canlılardır (Boulanger & ark., 2019). Animalia aleminin Arthropoda şubesinde bulunan Arachnida sınıfının Ixodida takımında yer alırlar (National Center for Biotechnology Information, 2024). Dünya genelinde, Ixodidae (sert keneler), Argasidae (yumuşak keneler) ve Nuttalliellidae olmak üzere toplam üç aileye mensup 1083 tür tanımlanmıştır. Bu türlerin 789 tanesi Ixodidae ailesinde, 283 tanesi Argasidae ailesinde yer alırken Nuttalliellidae ailesinde 11 tür bulunmaktadır. Ayrıca, fosil

¹ Doktora Öğrencisi, Zonguldak İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Orcid: 0000-0001-7937-4168

² Prof. Dr., Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Orcid: 0000-0002-5216-8361

familyalardan Khimairidae 1 tür (*Khimaira fossus*) ile temsil edilmektedir (Mumcuoglu & ark., 2025).

Tablo 1. Ixodida takımında yer alan kenelerin sınıflandırılması

Aile	Ixodidae	Argasidae	Nuttalliellidae
Cins	<i>Africaniella</i> (2)	<i>Alectorobius</i> (65)	<i>Nuttalliella</i> (6)
	<i>Alloceraea</i> (7)	<i>Alveonassus</i> (8)	<i>Deinocroton</i> (4)*
	<i>Amblyomma</i> (137)	<i>Antricola</i> (16)	<i>Legionaris</i> (1)*
	<i>Anomalohimalaya</i> (3)	<i>Argas</i> (44)	
	<i>Archaeocroton</i> (2)	<i>Carios</i> (8)	
	<i>Bothriocroton</i> (8)	<i>Chiropterargas</i> (4)	
	<i>Compluriscutula</i> (1)*	<i>Navis</i> (1)	
	<i>Cornupalpatum</i> (1)*	<i>Nothoaspis</i> (3)	
	<i>Cosmiomma</i> (1)	<i>Ogadenus</i> (1)	
	<i>Cryptocroton</i> (1)	<i>Ornithodoros</i> (50)	
	<i>Dermacentor</i> (44)	<i>Otobius</i> (2)	
	<i>Haemaphysalis</i> (173)	<i>Proknekalia</i> (3)	
	<i>Hyalomma</i> (27)	<i>Reticulinasus</i> (12)	
	<i>Ixodes</i> (284)	<i>Secretargas</i> (3)	
	<i>Margaropus</i> (3)	<i>Subparratus</i> (3)	
	<i>Nosomma</i> (2)		
	<i>Rhipicentor</i> (2)		
	<i>Rhipicephalus</i> (90)		
	<i>Robertsicus</i> (1)		
Toplam	Yaşayan: 17 cins/787 tür *Fosil: 2 cins/2 tür	Yaşayan: 15 cins / 283 tür	Yaşayan: 1 cins/ 6 tür *Fosil: 2 cins/ 5 tür

Kaynak: Peñalver & ark., 2017; Sun & ark., 2019; Muñoz-Leal & ark., 2020a, 2020; Mans & ark., 2021; Chitimia-Dobler & ark., 2023; Guglielmone & ark., 2023; Muñoz-Leal & ark., 2021; Mumcuoglu & ark., 2025

Ixodid (sert) kenelerin morfolojileri

Ixodid kenelerin morfolojileri cinsiyetlerine, beslenme ve gelişim evrelerine göre değişiklik göstermektedir. Vücutları cephalothoraxabdomen adı verilen tek bir parçadan oluşur. Ağız organelleri vücudun ön kısmında yer alır (Dumanlı & ark., 2016). Larva döneminde 3 çift, nimf ve erişkin dönemde 4 çift bacağı sahiptirler (Boulanger & ark., 2019). Ixodidae kenelerinin erkeklerinde vücudun dorsalinin tamamını kaplayan kitin tabakası (conscutum); larva, nimf ve dişilerde capitulumun gerisinde yaka tarzında küçük bir kısmı kaplar. Bu sayede dişiler, erkek sert kenelere göre kan emerken çok daha fazla genişleyebilirler (Dumanlı & ark., 2016). Dişilerin bir beslenme döneminde vücut ağırlıkları 200 kat artabilir (Boulanger & ark., 2019). Bir çift palp, bir çift chelicer ve tek parça olan hipostom birleşerek vücudun ön kısmında capitulum olarak adlandırılan ağız organeli oluşturur. Üstten bakıldığında görülebilen capitulum sert kenelerin her yaşam evresinde yer alır. Capitulumun görevi konağa penetre olmak ve kan emmeye yardımcı olmaktır. Gözler scutumun yan kenarları ile capitulumun arka kısmının birleştiği yerde bulunur. Bacaklar ventral yüzde, genital delik ventral yüzün ön kısmında, anüs ise genital deliğin arkasında yer alırken; stigmalar, 4. coxanın hemen arkasında ve lateral kenarda yer alır (Dumanlı & ark., 2016).

Argasid (yumuşak) kenelerin morfolojileri

Dorso-ventral basık olan vücutları kitin tabaka ile kaplanmamıştır. Ağız organelleri larva döneminde vücudun ön kısmında, nimf ve erişkin dönemde ventral kısımda bulunur. Dolayısı ile nimf ve erişkinlerde dorsalden bakıldığında ağız organelleri görülmez. Larvalar dışında nimf ve erişkinlerin ayaklarının uç kısımlarında pulvillum bulunmadığından, düz yüzeylere tırmanamazlar. Gözler ventralde ve ön kısımda yer alır. Erkek ve dişiler genital deliğin morfolojik özelliğine göre ayrılır. Erkeklerde genital delik at nalı şeklinde, dişilerde ise enlemesine bir yarık şeklindedir (Dumanlı & ark., 2016).

Ixodid (sert) kenelerin biyolojisi

Genellikle ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarını aktif olarak, kış aylarını ise korunaklı yerlerde inaktif olarak geçirirler. Yumurta, larva, nimf ve erişkin olmak üzere 4 farklı yaşam evresine sahiptirler. Larvadan nimfe ve nimften ergin döneme geçiş sırasında doyuncaya kadar konaktan kan emerler ve gömlek değiştirirler. Ergin Ixodid keneler genellikle konak üzerinde çiftleşirler. Beslenmesini tamamlayan ve döllenmiş dişi yumurtlamak için konağı terk eder. Erkek çiftleşme sonrası ölürken, dişi türe göre değişimle birlikte birkaç yüz ile 30 bin arası yumurta bıraktıktan sonra ölür (Apanaskevich & ark., 2013). Yumurtadan çıkan larvalar türe göre bir, iki veya üç konaklı gelişim özelliği gösterirler. Bir konaklı gelişim gösteren kene türlerinde tüm gömlek değişimleri aynı konak

üzerinde olurken, iki konaklılarda larva ve nimf dönemleri bir konak üzerinde, ergin dönem başka bir konak üzerinde gelişimini tamamlar. Üç konaklı gelişim gösteren türlerde ise tüm gelişim evreleri ayrı konaklardan kan emerek tamamlanır. Genellikle gündüz saatlerinde beslenirler. Ömürleri türler arasında farklılık göstermekle birlikte 6 ay ile 3 yıl arasında değişmektedir (Dumanlı & ark., 2016; Boulanger & ark., 2019).

Argasid (yumuşak) kenelerin biyolojisi

Genel olarak beslenmek için kanatlı hayvanlardan kan emerler ancak bazı türler memeli konakları da beslenmek için kullanırlar. Ixodid kenelerin aksine, beslenmelerini bir seferde tamamlamazlar ve birkaç dakikalık kısa süreli kan emerek tekrarlı beslenme yaparlar. Bir konak üzerine gelen ve kan emmeye başlayan kene, bir süre sonra doymadan konaktan ayrılır ve tekrar aynı veya başka bir konağa giderek kan emmeye devam eder. Dolayısı ile bu ailede bulunan keneler çok konaklıdırlar. Genellikle gece saatlerinde beslenirler. Ixodid kenelerde gelişim aşamaları arasında bir sefer gömlek değiştirme görülürken, argasid kenelerde nimf aşamasından ergine geçiş sırasında türlere göre farklılık göstermekle birlikte 2 ila 8 gömlek değişimi gerçekleşir. Erişkin dişi bir seferde 200 ile 300 arasında yumurta bırakır ve yumurtalama sonrası ölmez. Daha sonra beslenmek için tekrar konağa dönerek yumurtlama aşamasını birkaç kez daha devam ettirir (Dumanlı & ark., 2016; Boulanger & ark., 2019).

Beslenme

Keneler, konak üzerinde nemli bir bölge (boyun altı, karın, scrotum, meme, kulak kepçesi, kuyruk altı, anal ve perianal bölge) bulduklarında chelicerleri aracılığıyla deriyi delerek hipostomlarını yerleştirirler. Daha sonra ısırık bölgesine tükürük salgılayarak bölgedeki kılcal damarlardan sızan kanın pıhtılaşmasını engellerler. Salgıladıkları tükürük lokal olarak ağrıyı ve immun yanıtı bloke eder. Bu tükürük bazı konaklarda alerjik reaksiyona sebep olarak eritem ve paraliz gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olur (Boulanger & ark., 2019). Kan emme süresi, kenenin gelişme safhası ve cinsiyetine göre farklılık gösterir. Genel olarak larvaların doyması için 3-5 gün, nimflerde 4-8 gün, erişkinlerin doyması için ise 5 ile 20 gün gerekir. Erişkin keneler genellikle büyük memeli hayvanlarda beslenirken nimf ve larvalar sıklıkla küçük memeliler ve yere yakın yaşayan ötücü kuşlarla beslenirler (Klemola & ark., 2019).

Keneler ile taşınan zoonotik hastalıklar

İnsanlarda ve hayvanlarda çeşitli hastalıklara neden olan bakteriyel, viral ve paraziter patojenlerin en önemli vektörleri arasında yer alan keneler (Barandika & ark., 2007; Barandika & ark., 2008), beslenmek için yaşamlarının her döneminde omurgalı canlıların kanlarına ihtiyaç duymaktadırlar (Aliota & ark., 2014). Beslenmeleri sırasında 200 kadar virüs, bakteri ve paraziti omurgalılara naklettikleri bilinmektedir (Aydın & Çoşkun 2019; Rodriguez-Morales & ark., 2019). Bu patojenler konağa; kene

ısırmaları, kenelerin ezilerek taşıdıkları patojenlerin açığa çıkması ve enfekte canlıların vücut sıvıları ile temas yoluyla bulaşmaktadır (Lwande & ark., 2013). Omurgalı canlılar arasında bu kadar fazla patojeni taşıdıkları için beşeri hekimlik ve veteriner hekimliği açısından son derece önem arz etmektedirler (Aliota & ark., 2014).

Keneler ile bulaşan viral zoonotik hastalıklar

Kırım-Kongo kanamalı ateşi, kene kaynaklı ensefalit, Powassan ensefalit, Kyasanur orman hastalığı, Kolorado kene ateşi, sıçrama hastalığı (Louping ill), Batı Nil ateşi, Thogoto virüsü enfeksiyonu ve Dugbe virüsü enfeksiyonu keneler tarafından bulaşan viral zoonotik hastalıkların başlıcalarıdır (Lu & ark., 2008; Lwande & ark., 2013; Aliota & ark., 2014; Aydın & Çoşkun, 2019; Boulanger & ark., 2019; Chiuya & ark., 2020; Patel & ark., 2020). Son zamanlarda, dünyanın bazı bölgelerinde şiddetli ateşe neden olan; *Dabie bandavirus*, Heartland virüsü ve Bourbon virüsü gibi kene kaynaklı yeni virüsler de keşfedilmiştir. Öte yandan, her ikisi de yarım asırdan fazla bir süre önce saptanan Kırım-Kongo kanamalı ateşi virüsü ve kene kaynaklı ensefalit virüsü kaynaklı enfeksiyon vakalarının sebep olduğu salgın oranlarında artış görülmekte ve bu hastalıklar daha geniş coğrafi alanlara yayılmaktadır. Bununla birlikte kene kaynaklı viral hastalıkların genel olarak yaygınlığı ve dağılımı büyük ölçüde bilinmemekte ve bu viral etkenler hakkındaki bilgiler sınırlı kalmaktadır (Kobayashi & ark., 2017).

Kırım-Kongo kanamalı ateşi (Crimean-Congo hemorrhagic fever-CCHF)

Etken; *Bunyavirales* takımı, *Nairoviridae* ailesi, *Orthonairovirus* genusuna dahil olan *Crimean-Congo hemorrhagic fever orthonairovirus* türüdür (International Committee on Taxonomy of Viruses, 2024). İlk olarak 1944 yılında Kırım’da, 1956 yılında ise Kongo’da tespit edilmiştir. Türkiye’de ise ilk kez 2002 de rapor edilmiştir. Virüs, en sık Asya, Afrika, Doğu Avrupa ve Orta Doğu’da görülmektedir (Kırdar & Ertuğrul, 2009). Klinik bulgular arasında; yüksek ateş, baş, boğaz, karın, eklem ve kas ağrısı, baş dönmesi, aşırı halsizlik, yorgunluk, bulantı, kusma, ishal, fotofobi, sarılık, duyu durum bozukluğu yer almaktadır (Kırdar & Ertuğrul, 2009; Aydın & Çoşkun, 2019; Patel & ark., 2020). Hemorajik bulgular ise burun ve diş eti mukozaları başta olmak üzere çeşitli mukoza ve deride yaygın kanamalar, gastrointestinal, solunum ve üriner sistem organları ile uterusu kanamalar şeklinde görülmektedir. Hemorajik dönemde görülen en sık bulgular arasında hepatomegali ve splenomegali yer almaktadır. Ağır seyreden olgularda hepatorenal sendrom, kardiyovasküler ve dissemine intravasküler koagülopati gelişebilmektedir. Prognozu kötü olan hastalarda sinir sistemi tutulumu görülebilmektedir. Mortalite oranının dünya genelinde %20-50, Türkiye’de ise %5-20 arasında olduğu bildirilmektedir (Kırdar & Ertuğrul, 2009).

Kene kaynaklı ensafalit (Tick-Borne encephalitis-TBE)

Etken, *Flaviviridae* ailesine mensup *Flavivirus* genusunda yer alan *Tick-borne encephalitis virus*'tur (International Committee on Taxonomy of Viruses, 2024). Virüs; Asya, Avrupa, Rusya ve Uzak Doğu'da görülmektedir (Uyar & ark., 2007; Lu & ark., 2008; Aydın & Coşkun, 2019; Boulanger & ark., 2019; Patel & ark., 2020). Yılda yaklaşık 12.000 insanın enfekte olduğu rapor edilmiştir (Lu & ark., 2008; Patel & ark., 2020). Klinik bulguların başlangıcında; ateş, bulantı, kusma, baş, eklem ve sırt ağrıları görülmektedir. Klinik tablo ağırlaştıkça ataksi, konsantrasyon ve hafıza kaybı gibi nörolojik belirtiler ortaya çıkmaktadır. En ağır klinik semptomları virüsün santral sinir sistemini tutmasıyla şekillenen meningoensafalit tablosu oluşturmaktadır (Lu & ark., 2008). Hastalıktan iyileşmek uzun sürede gerçekleşirken, bazı hastalarda kalıcı hasar meydana gelmektedir (Patel & ark., 2020). Uzak Doğu, Avrupa ve Sibiry tipi olmak üzere üç alt tipi vardır. Uzak Doğu alt tipinde mortalite %5-35, Avrupa alt tipinde ise %1 oranında olduğu bildirilmiştir. Avrupa genelinde yapılan epidemiyolojik çalışmalar hastalık hakkında kıtada yeterli verilerin elde edilmesini sağlarken Asya'da yapılan epidemiyolojik çalışmaların yetersizliği TBE'nin epidemiyolojisi hakkında veri eksikliğine neden olmaktadır (Lu & ark., 2008).

Powassan ensafalit

Etken, *Flaviviridae* ailesine mensup *Flavivirus* genusunda yer alan ve nörotropik özelliğe sahip *Powassan virus*'tur

(International Committee on Taxonomy of Viruses, 2024). Virüs, Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Rusya'dan bildirilmiştir (Aydın & Çoşkun, 2019). En yaygın klinik bulguları ensafalit, meningoensafalit, menenjit ve miyelit gibi nöroinvaziv sendromlardır. Bir ila üç gün gibi kısa bir kuluçka süresinin ardından ateş, halsizlik, boğaz ve baş ağrısı, uyuşukluk, miyalji, bulantı, kusma, baş ağrısı, baş dönmesi, kafa karışıklığı gibi hastalığın ilk semptomları ortaya çıkmaktadır. Nöbetler çocuklarda yaygın, erişkinlerde ise seyrek olarak görülmektedir. Diğer bulgular arasında optik diskte bulanıklık, nistagmus, yüz felci, oftalmopleji, solunum yetmezliği ve halüsinasyonlar yer almaktadır. Hastalıktan iyileşmek uzun sürede gerçekleşirken, bazı hastalarda kalıcı hasar meydana gelmektedir (Romero & Simonsen, 2008).

Kyasanur orman hastalığı (Kyasanur forest disease-KFD)

Etken, *Filaviviridae* ailesine mensup *Flavivirus* genusunda yer alan *Kyasanur Forest disease virus*'tur (International Committee on Taxonomy of Viruses, 2024). Hindistan'dan rapor edilmiştir (Munivenkatappa & ark., 2018; Aydın & Çoşkun, 2019). İnsanlarda kuluçka süresi 2-7 gün arasındadır. İlk aşamada hastalarda genellikle ani başlayan ateş, baş ağrısı ve özellikle boyun, sırt ve ekstremitelerde ağrı gözlenmektedir. Sıklıkla hem sklera hem de palpebranın konjonktival iltihabı görülmektedir. Hastaların çoğunda bu erken evrede kusma, karın ağrısı ve ishal gibi gastrointestinal semptomlar ortaya çıkmaktadır. Yetersiz sıvı alımı nedeniyle dehidrasyon şiddetlenebilmektedir. Lenfadenopati ve hepato-

splenomegali gibi diğerk spesifik olmayan semptomlar ortaya çıkmaktadır. Hemorajik belirtiler başlangıç evresinin bir parçasıdır ve semptomların başlamasından 3-4 gün sonra başlayabilmektedir. Bu hemorajik belirtiler hem yumuşak hem de sert damakta oral mukozal inflamasyon ve makülo-papüler döküntüler ile başlamaktadır. Burun kanaması, rektum kanaması ve hematemez görülebilmektedir. Hemorajik belirtilerin kalıcılığı kötü sonuçlara yol açabilmektedir. İyileşme döneminde hastalarda güçsüzlük nedeniyle kas seğirmesi, parestezi ve yaygın titremeler görülebilmektedir. Nörolojik belirtiler arasında uyuşukluk, geçici oryantasyon bozukluğu, konfüzyon, nadiren konvülsiyon ve bilinç kaybı yer almaktadır. Mortalite oranı %2-10 arasında olduğu rapor edilmiştir (Munivenkatappa & ark., 2018; Patel & ark., 2020).

Kolorado kene ateşi (Colorado tick fever-CTF)

Etken, *Spinareoviridae* ailesinin üyesi olan *Coltivirus* genusunda yer alan *Colorado tick fever coltivirus*'tur (International Committee on Taxonomy of Viruses, 2024). Hastalığın bildirilen vakalardan daha yaygın olduğu tahmin edilmektedir. Hastalığın başlangıcı genellikle 3 ila 5 günlük bir kuluçka döneminden sonra ortaya çıkmaktadır. Semptomlar ani başlangıçlı ateş, titreme, baş ağrısı, retro-orbital ağrı, fotofobi, miyalji ve genel halsizliği içermektedir. Bildirilen diğerk semptomlar arasında farenjit, bulantı, kusma, karın ağrısı, splenomegali, diyare ve meningitis yer almaktadır. Hastaların %5 ila %15'inde maküler, makülopapüler

veya peteşiyal olarak tanımlanan bir döküntü meydana gelmektedir (Romero & Simonsen, 2008; Aydın & Çoşkun, 2019).

Sıçrama hastalığı (Louping ill)

Etken; *Flaviviridae* ailesine mensup *Flavivirus* genusunda yer alan *Louping ill virus*'tur (International Committee on Taxonomy of Viruses, 2024). *Tick-borne encephalitis virus* (TBEV) ile antijenik ve genetik olarak yakın ilişkilidir. Klinik tablo, Batı Avrupa kene kaynaklı ensefaliti için tipik olan bifazik menenjitte çok benzemektedir. Genellikle 4-7 günlük bir kuluçka döneminden sonra, hastalarda ateş, baş ağrısı, baş dönmesi, retro-orbital ağrı, eklem ağrısı ve miyalji ile kendini sınırlayan grip benzeri semptomlar meydana gelmektedir. Vakaların %50'sinde ensefalit şekillenmektedir. Bazı hastalarda ilk aşamada lökopeni, ikinci aşamada lökositoz ile peteşiyal döküntü gelişmektedir (Charrel & ark., 2004).

Batı Nil ateşi (West Nile fever)

Etken, *Flaviviridae* ailesine mensup *Flavivirus* genusunda yer alan *West Nile virus*'tur (International Committee on Taxonomy of Viruses, 2024). Vektör olarak sivrisinekleri kullanan bu virüs, 2013 yılında Kenya'da kenelerden izole edilmiştir (Lwande & ark., 2013). İlk olarak 1999 yılında New York Eyaletinde enfekte bir hastada teşhis edilen virüsün, 1999-2010 yılları arasında 2,5 milyondan fazla insanı enfekte ettiği bildirilmiştir. İnsanlarda enfeksiyonlar ağırlıklı olarak subklinik, ancak bildirilen

enfeksiyon belirtileri ateş ve miyaljiden meningoensefalit ve ölüme kadar değişebilmektedir. Hastaların bazılarında şiddetli poliomyelit gelişebilmektedir. Yaşlılarda, bebeklerde ve immum sistemi baskılanmış bireylerde mortalite oranı daha yüksek seyretmektedir. 70 yaş üstü bireylerde vaka ölüm oranı %15 ile %29 arasında değişmektedir (Colpitts & ark., 2012).

Thogoto virüsü enfeksiyonu

Etken, *Orthomyxoviridae* ailesinin üyesi olan *Thogotovirus* genusuna dahil *Thogoto thogotovirus*'tur (International Committee on Taxonomy of Viruses, 2024). Aynı genusta yine keneler ile taşınan *Dhori thogotovirus* (Bourbon virüsü) ile birlikte yer alır. Hastalık Avrupa ve Afrika'dan bildirilmiştir. Klinik tablo yüksek ateşten meningoensafalite kadar değişmektedir. Ölüm çoklu organ yetmezliği sonucu meydana gelmektedir (Lwande & ark., 2013; Lledó & ark., 2020).

Dugbe virüsü enfeksiyonu

Etken; *Bunyavirales* takımı, *Nairoviridae* ailesi, *Orthonairovirus* genusuna dahil olan *Dugbe orthonairovirus* türüdür (International Committee on Taxonomy of Viruses, 2024). Kırım-Kongo kanamalı ateşi virüsü ile aynı genusta yer almakta, bu virüs ile antijenik ve genetik olarak ilişkili fakat ondan daha az patojeniktir (Coates & Sweet, 1990). Enfeksiyonun klinik bulguları arasında ateş, halsizlik, şiddetli kas ağrısı ve trombositopeni yer almaktadır (Burt & ark., 1996; Kobayashi & ark., 2017).

Keneler ile Bulaşan Bakteriyel Zoonotik Hastalıklar

Lyme hastalığı, tularemi, insan granülositik anaplazmoz, insan monositik erlihyozu, kayalık dağlar benekli ateşi, Q ateşi, Akdeniz benekli ateşi, kene kaynaklı Afrika ateşi, kene kaynaklı lenfadenopati (TIBOLA) ve benekli ateş grubu riketsiyal enfeksiyonlar keneler tarafından bulaşan bakteriyel zoonotik hastalıklardır (Stone & ark., 2004; Dantas-Torres, 2007; Rovey & Raoult, 2008; Angelakis & Raoult, 2010; Silva-Pinto & ark., 2014; Bakken ve Dumler, 2015; Waddell & ark., 2016; Khamesipour & ark., 2018; Aydın & Çoşkun, 2019; Robinson & ark., 2019; Karataş Yeni & ark., 2021).

Lyme hastalığı

Hastalığa *Borrellia burgdorferi* adlı bir spiroket neden olmaktadır. Ayrıca hastalığa neden olan etkenler arasında *Borrelia mayonii*, *Borrelia afzelii*, *Borrelia garinii*, *Borrelia spielmanii*, *Borrelia bissettii* ve *Borrelia bavariensis* yer almaktadır. Etken tüm dünyada görülmektedir. Hastalığın klinik bulguları arasında eritema kronikum migrans, ateş, baş, kas ve eklem ağrısı, uyuşukluk, üşüme, boyun sertliği, bölgesel adenopati yer almaktadır. Tedavi edilmez ise nörolojik ve kardiyak sorunlar ile arthritise neden olmaktadır (Waddell & ark., 2016; Aydın & Çoşkun, 2019).

Tularemi

Gram negatif bir bakteri olan *Francisella tularensis* hastalığın etkenidir. Hastalık dünya genelinde yaygındır. Kuluçka

süresi 3 ila 5 gündür. Genel semptomları arasında, ateş ile birlikte halsizlik, titreme ve baş ağrısı yer almaktadır. Bununla birlikte, tulareminin insanlarda ülsero-glandüler, glandüler, pnömonik, orofaringeal, okülo-glandüler ve sistemik olmak üzere altı klasik formu vardır. Çoğunlukla, enfeksiyonun yeri ve yolu, hastalığın klinik formunu belirlemektedir. Bakterinin oral yolla alınması sonrası tipik olarak hastalığın orofarengeal formu gelişmekte ve farenjit, ateş ve servikal lenfadenit gibi semptomlar ortaya çıkmaktadır. Enfekte bir hayvanla doğrudan temas veya bir vektör ısırığı ile enfeksiyon, deri lezyonları ve lenfadenopati semptomlarına sahip ülsero-glandüler tularemi formuyla sonuçlanmaktadır. Glandüler tularemi, bulaşma açısından ülseroglandüler forma benzemekle birlikte, herhangi bir saptanabilir deri lezyonu olmaksızın bölgesel lenfadenopati varlığı ile farklılık göstermektedir. Okülo-glandüler form genellikle kontamine ellerin teması, enfekte hayvanın vücut sıvılarının konjonktivaya sıçraması veya kontamine su ile doğrudan temas yoluyla gelişmektedir. Pnömonik form, bulaşıcı aerosollerin solunması sonucu gelişmektedir. Ayrıca tulareminin pnömonik formu ve tifo formları sistemik bir hastalık olarak bakterilerin kan dolaşımı yoluyla yayılmasıyla geliştikleri için sistemik formlar olarak kabul edilmektedir. Hastalığın tifo şeklinde olduğu durumlarda sadece genel belirtiler meydana gelmektedir. Bu iyi karakterize edilmiş klinik formların yanı sıra tularemi, insanlarda şok ve ölüme yol

açabilen sekonder plöropnömoni, menenjit ve sepsise de neden olabilmektedir (Karataş Yeni & ark., 2021).

İnsan granülositik anaplazmozunu (Human granulocytic anaplasmosis-HGA)

Hastalık etkeni *Anaplasma phagocytophilum* adı verilen bir riketsiyadır. Etken tüm dünyada hastalığa neden olabilmektedir. Ateş, terleme, titreme, baş ağrısı, anoreksi, letarji, anemi, bulantı, kusma, miyalji ve artralji en yaygın klinik belirtileri arasındadır. Hastaneye yatış oranının %36, yoğun bakım oranının %17 olduğu rapor edilmiştir. Hastalığın ilerlemesiyle menenjit ve ensafalit şekillenmektedir. İmmun sistemi baskılanmış hastalarda sekonder enfeksiyonlar ölümcül septik şoka neden olabilmektedir (Bakken ve Dumler, 2015; Aydın & oşkun, 2019).

İnsan monositik erlihyozu (Human monocytic ehrlichiosis-HME)

Hastalık etkeni *Ehrlichia chaffeensis* adı verilen gram negatif bir riketsiyadır. Etken Kuzey Amerika’da bildirilmiştir. Klinik belirtileri HGA’ya benzemektedir. Ateş, baş ve kas ağrısı, titreme, halsizlik meydana gelmektedir. Hastaların %50’sinde bulantı, kusma ve ishal; %25’inde öksürük, %20’sinde merkezi sinir sistemi rahatsızlıkları görölmektedir. Hiponatremi, sitopeni (özellikle lökopeni ve trombositopeni) ve yüksek hepatik transaminaz seviyelerinin varlığı ehrlichioses için tipik bulgular arasında yer almaktadır. HME enfeksiyonu geçiren hastaların hastaneye yatış

oranı %40'tan fazladır. HME'nin ciddi komplikasyonları arasında meningoensefalit, akut solunum sıkıntısı sendromu, septik şok, böbrek yetmezliği, koagülopati ve çoklu organ yetmezliği bulunmaktadır. Vaka ölüm oranı yaklaşık %2 ila %3 civarındadır (Stone & ark., 2004).

Kayalık dağlar benekli ateşi (Rocky mountain spotted fever)

Hastalığa gram negatif bir bakteri olan *Rickettsia rickettsii* neden olmaktadır. Hastalık batı yarım küre ülkelerinde yaygın olarak görülmektedir. Hastalar çok çeşitli sistemik, kutanöz, kardiyak, pulmoner, gastrointestinal, renal, nörolojik, oküler ve iskelet kası belirtileri göstermektedirler. Hastalığın ortalama kuluçka süresi 7 gündür. Hastalığın ilk 3 günü boyunca, ateş, şiddetli baş ağrısı ve döküntü görülmektedir. Genellikle miyalji, anoreksi, bulantı, kusma, karın ağrısı ve fotofobi görülmektedir. Deri döküntüleri başlangıçta el ve ayak bileklerinde küçük (1-5 mm çapında) beyazlaşan eritematöz maküller şeklinde başlamaktadır. Ardından avuç içlerine ve ayak tabanlarına yayılmaktadır. Daha sonra kollara, bacağı ve gövdeye yayılım görülmektedir. Birinci haftanın sonunda deri döküntüleri makülopapüler hale gelmektedir. *R. rickettsii*'nin cilt ve doku hasarı cilt nekrozu ve kangren ile sonuçlanabilmektedir. Ciddi vakalarda amputasyon gerektirebilmektedir. Diğer kutanöz belirtiler arasında mukozal ülserler, postinflamatuvar hiperpigmentasyon ve sarılık bulunmaktadır. Öksürük ve pnömoni gibi pulmaner belirirtiler, akut böbrek yetmezliği, geçici sağırılık ve çeşitli nörolojik belirtiler ortaya çıkabilmektedir. Oküler belirtiler arasında hastaların

%30'unda konjonktivit, optik disk ödemi, retinal kanama, retinal arteriyel ve ven tıkanıklığı yer almaktadır (Dantas-Torres, 2007).

Q ateşi (Q fever)

Hastalığa *Coxiella burnetii* neden olmaktadır. Dünya genelinde yaygın olarak görülmektedir. Kuluçka süresi ortalama 20 gündür. Hastalığın akut ve kronik formu vardır. Akut formda ateş, şiddetli baş ağrısı, miyalji, artralji, pnömoni ve öksürük görülmektedir. Hepatit şekillenen hastalarda hepatomegali, karaciğer enzimlerinde yükseliş, sarılık, karaciğerde granülomlar, karın ağrısı, iştahsızlık, bulantı, kusma ve ishal meydana gelmektedir. Vakaların %2'sinde kardiyak tutulum gözlenmektedir. Bu tür hastalarda miyokardit, perikardit ve perikardiyal efüzyona bağlı göğüs ağrısı şekillenmektedir. Hastaların %5-21'inde maküler deri lezyonları gözlenmektedir. Nörolojik bulgular arasında meningoensafalit, ensafalit, lenfosittik menenjit ve periferik nöropati yer almaktadır. Kronik Q ateşi, ilk enfeksiyondan aylar ila yıllar sonra gelişebilmekte ve vakaların %75'inde bakteri kültürü negatif endokardit olarak kendini göstermektedir. Q ateşi hastalığının ölüm oranı 1987 yılında %37, 1997-2000 yılları arasında %15, günümüzde ise %5 olarak rapor edilmiştir. Bu düşüşün ana sebebinin erken tanı yöntemlerindeki gelişmeler olduğu bildirilmiştir (Angelakis & Raoult, 2010).

Akdeniz benekli ateşi (Mediterranean spotted fever/Boutonneuse fever)

Afrika, Avrupa ve Asya'da görülen hastalığa *Rickettsia conorii* isimli bir riketsiya neden olmaktadır (Boulanger & ark., 2019). Hastalığın kuluçka süresi ortalama 6 gündür. Semptomları arasında yüksek ateş, baş ağrısı, titreme, adenopati, lenfanjit ve artromiyalji yer almaktadır. Isırık bölgesinde eskar şekillenmektedir. Maküler olarak başlayan deri döküntüleri makülopapüler bir hâl almaktadır. Bu lezyonlar genellikle avuç içi ve ayak tabanlarında başlamaktadır. Gastrointestinal semptomlar hastaların %30'unda görülmektedir. Hastalığın ağırlaşmasıyla birlikte renal, nörolojik ve kardiyovasküler semptomlar ortaya çıkmaktadır. Ölüm ile sonuçlanan vakaların otopsilerinde meningoensafalit, renal, pulmoner ve gastrointestinal sistem bozuklukları, karaciğer, pankreas, kalp ve dalakta lezyonlarla karşılaşmaktadır (Roverly & Raoult, 2008).

Kene kaynaklı lenfadenopati (TIBOLA)

Avrupa'da görülen hastalığa *Rickettsia slovaca*, *Rickettsia raoultii* ve *Rickettsia rioja* isimli riketsiyalar neden olmaktadır (Boulanger & ark., 2019; Parola & ark., 2009). Kuluçka süresi ortalama 1-2 hafta arasındadır. Hastaların %95'inin kafa derisinde eritemler ve eskarlar meydana gelmektedir. Ateş, baş ağrısı, halsizlik, deri döküntüsü ve miyalji görülmektedir. Hastalığın en

tipik semptomu skarlı alopesidir. Hastaların çoğunda lenfadenopati görülmektedir (Silva-Pinto & ark., 2014).

Benekli ateş grubu riketsiyal enfeksiyonlar (SFG)

Dünya genelinde yaygın olarak görülen bu enfeksiyonlara *Rickettsiya* cinsinde yer alan 30'dan fazla tür neden olmaktadır. Hastalık etkeninin vektörleri arasında keneler, sivrisinekler, bitler, pireler ve akarlar yer almaktadır. Hastalığın kuluçka süresi ortalama 15 gündür. Ateş, mide bulantısı, kusma, makülopapüler döküntü, ısırık bölgesinde eskar hastalığın hafif klinik bulguları arasında yer alırken menenjit, işitme kaybı, akut miyokardit, serebral enfarktüs, akut solunum sıkıntısı sendromu, böbrek yetmezliği, purpura fulminans ve şiddetli pnömoni ağır klinik bulguları oluşturmaktadır (Khamesipour & ark., 2018; Robinson & ark., 2019).

Keneler ile Bulaşan Paraziter Zoonotik Hastalıklar

Babesia microti, *Babesia divergens*, *Babesia venatorum* ve *Babesia duncati* 'nin neden olduğu babesiosis Avrupa, Amerika ve Asya kıtalarındaki tropik ve subtropik bölgelerde görülür (Aliota & ark., 2014; Aydın & Coşkun 2019; Boulanger & ark., 2019; Krause, 2019).

***Babesia microti* kaynaklı babesiosis**

Özellikle ABD, Kanada ve Çin'de *B. microti* kaynaklı insan babesiosis vakaları görülürken son yıllarda Avrupa'daki vakalar da dikkat çekmektedir (Azagi & ark., 2021). *Babesia microti* 'nin tek bir

tür değil, genetik olarak farklı en az 3 kladdan oluşan bir tür kompleksi olduğu bildirilmiştir (Goethert & Telford, 2003). *Babesia microti sensu stricto* ya da US-tip denilen klade 1’deki izolatlar çoğu insan vakasından sorumlu olup özellikle Kuzey Amerika olmak üzere Avrupa ve Asya’dan bildirilmişlerdir. Karnivor izolatlarını içeren klad 2 *B. vulpes-like* olarak da adlandırılır. Klad 3, Münih-like olarak da isimlendirilir ve muhtemelen zoonotik olmayan izolatlar bu grupta yer alır. *Babesia microti*, *Ixodes* soyuna bağlı keneler tarafından nakledilir ve ana vektörlüğünü Kuzey Amerika’da *I. scapularis*, Avrupa’da *I. ricinus* ve Asya’da *I. persultacus* yapar (Madison-Antenucci & ark., 2020). *Babesia microti* kaynaklı insan babesiosis olgularına dair ülkemizde çok az bildirim vardır. 2010 yılında Sinop ilinde yürütülen bir çalışmada ülkemizde %6,23 seropozitiflik belirtilmiştir (Poyraz & Güneş, 2010). Klinik vaka olgusu sadece bir tane olup bu olguda da etken moleküler analizle tespit edilmiştir (Kepenek Kurt & ark., 2021).

Hastalık genellikle 1-4 haftalık kuluçka süresinin ardından halsizlik ve yorgunluk ile başlamaktadır. En sık şekillenen klinik bulguları ateş, yorgunluk, titreme, terleme, iştahsızlık, baş ve kas ağrısıdır. Daha az görülen semptomlar artralji, depresyon, hiperestezi, boyun sertliği, boğaz ağrısı, bulantı, karın ağrısı, kusma, fotofobi, kilo kaybı, nefes darlığı ve kuru öksürüktür. Fiziksel muayenede ateş, splenomegali, hepatomegali ve sarılık gözlenmektedir. Laboratuvar muayenesinde hemolitik anemi, yüksek retikülosit sayısı, trombositopeni ve yüksek karaciğer enzim

seviyesine rastlanılmaktadır. Bebekler, yaşlılar, immün sistemi baskılanmış bireyler ve kronik rahatsızlığı olan hastalar enfeksiyonu şiddetli geçirmektedirler. Bu hastalar şiddetli anemi, akut solunum sıkıntısı sendromu, yaygın damar içi pıhtılaşma, konjestif kalp yetmezliği, böbrek yetmezliği, koma ve hemofagositik lenfositik lenfositosis gibi komplikasyonlara daha yatkındır. Şiddetli babesiosis yaşayan ve bağışıklığı baskılanmış veya kan transfüzyonu yoluyla enfeksiyon kapıyolar arasında ölüm oranı %20'lere çıkabilmektedir (Krause, 2019).

Babesia divergens kaynaklı babesiosis

Avrupa'daki insan vakalarının çoğu *B. divergens* kaynaklı olup etkenin vektörü *I. ricinus* türüdür (Gray & Ogden, 2021). Ayrıca Çin ve ABD'den bildirilmiştir (Yang & ark., 2021). Ülkemizde etkenin moleküler olarak tespit edildiği bir klinik vaka bildirimi yapılmıştır (Tanyel & ark., 2015). Avrupa'da *B. divergens* vakalarının tamamına yakını asplenik bireylerde meydana gelmiştir. Bu hastalarda enfeksiyon şiddetlidir ve çoğu fulminan seyirlidir. Bazı raporlarda parazitemi %80'e kadar çıkmış ve vakaların üçte birinden fazlası ölmüştür (Krause, 2019).

Babesia venatorum ve *Babesia duncati* kaynaklı babesiosis

B. venatorum son zamanlarda Avrupa'da tanımlanmış zoonotik bir tür olup Çin'den çok daha fazla bildirilmiştir. Ayrıca Japonya ve Moğolistan'da parazite ait bildirimler yapılmıştır (Gray & Ogden, 2021; Yang & ark., 2021). Avrupa'daki vektörü *I. ricinus*,

Çin’de *I. persulcatus* ve Moğolistan’da *I. ovatus*’dur (Yang & ark., 2021). *B. microti*’ye benzer klinik semptomları görülmektedir. Bağışıklığı baskılanmış hastalarda enfeksiyon şiddetli seyredebilmektedir. Kuzey Amerika ve Avustralya’da görülen *B. duncani*’ye ait yirmiden az vaka tanımlanmıştır. Kuzey Amerika’daki vektörü *Derma-centor albipictus*’dur (Yang & ark., 2021). Klinik belirtileri *B. microti*’ninkilere benzemektedir. Hastalığı şiddetli geçiren bir hasta hayatını kaybetmiştir (Krause, 2019).

Sonuç

Vektörlerle bulaşan zoonotik hastalıklar, tüm dünyada halk sağlığı ve hayvan refahı açısından önemli bir sorundur. Son yıllarda, yeni veya yeniden ortaya çıkan arbovirüs, bakteri ve parazitlerin neden olduğu vektör kaynaklı zoonotik hastalık olgularında endişe verici bir artış görülmesine (Düzlü & ark., 2020) rağmen kene ve kene kaynaklı zoonotik hastalıkların araştırılması hala geri planda kalmış bir durumdadır (Boulanger & ark., 2019). Günümüzde kene ve kene kaynaklı hastalıklardan kaynaklanan küresel kaybın yıllık 21,38-28,76 milyar ABD doları olduğu tahmin edilmektedir (Patel & ark., 2020). Bu hastalıkların daha detaylı araştırılmasının ihmal edilmesi, önüne geçilebilir mortalite ve morbitite oranlarındaki artışın yanı sıra ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Khamesipour & ark., 2018). İklim değişikliği, ormanların parçalanması, artan küresel seyahatler, ülkeler arası ticari bağlantılar, kentleşme gibi faktörler insanlar ve evcil hayvanların bu patojenler ile temasını artırmaktadır (Aliota & ark., 2014; Chiuya & ark., 2020). Vektör

kaynaklı zoonotik patojenlerin araştırılması, gelecekte ortaya çıkması muhtemel zoonotik salgın risklerini değerlendirerek endemik veya pandemik salgınların tahmini ve önlenmesi için atılacak olan adımlara katkı sağlayacak olması açısından kritik bir öneme sahiptir.

Kaynakça

Aliota, M.T., Dupuis, A.P., Wilczek, M.P., Peters, R.J., Ostfeld, R.S. & Krame, L.D. (2014). The Prevalence of Zoonotic Tick-Borne Pathogens in Ixodes Scapularis Collected in the Hudson Valley, New York State. *Vector-Borne And Zoonotic Diseases*, 14 (4), 245-250. DOI: 10.1089/vbz.2013.1475

Angelakis, E. & Raoult, D. (2010). Q fever. *Veterinary Microbiology*, 140, 297-309. doi:10.1016/j.vetmic.2009.07.016

Apanaskevich, D.A., Oliver, J.R. & James, H. (2013). Life cycles and natural history of ticks. In: *Biology of ticks*. Vol. 1, Sonenshine, D.E. ve Roe, R.M. (Eds.). Oxford University Press, Oxford, syf. 59-73.

Aydın, M.F. & Çoşkun, A. (2019). İnsanlarda kene ile bulaşan hastalık etkenleri ve Türkiye'deki mevcut durumu. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 4 (1) 26-32. <http://doi.org/10.31797/vetbio.486679>

Azagi, T., Jaarsma, R.I., Docters van Leeuwen, A., Fonville, M., Maas, M., Franssen, F.F.J., Kik, M., Rijks, J.M., Montizaan, M.G., Groenevelt, M., Hoyer, M., Esser, H.J., Krawczyk, A.I., Modrý, D., Sprong, H. & Demir, S. (2021). Circulation of Babesia Species and Their Exposure to Humans through Ixodes Ricinus. *Pathogens*, 10 (4), 386. doi: 10.3390/pathogens10040386. PMID: 33804875; PMCID: PMC8063829.

Bakken, J.S. & Dumler, J.S. (2015). Human Granulocytic Anaplasmosis. *Infect Dis Clin N Am*, 29, 341-355. <http://dx.doi.org/10.1016/j.idc.2015.02.007>

Barandika, J.F., Hurtado, A., Garcí'a-Esteban, C., Gil, H., Escudero, R., Barral, M., Jado, I., Juste, R.A., Anda, P. & Garcí'a-Pé'rez, A.L. (2007). Tick-Borne Zoonotic Bacteria in Wild and Domestic Small Mammals in Northern Spain. *Applied And Environmental Microbiology*, 73 (19), 6166-6171. doi:10.1128/AEM.00590-07

Barandika, J.F., Hurtado, A., García-Sanmartín, J., Juste, R.A., Anda, P. & García-Pérez, A.L. (2008). Prevalence of Tick-

Borne Zoonotic Bacteria in Questing Adult Ticks from Northern Spain. *Vector-Borne And Zoonotic Diseases*, 8 (6). DOI: 10.1089/vbz.2008.0023

Boulanger, N., Boyera, P., Talagrand-Reboula, E. & Hansmann, Y. (2019). Review Ticks and tick-borne diseases. *Médecine et maladies infectieuses*, 49, 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2019.01.007>

Burt, F.J., Spencer, D.C., Leman, P.A., Patterson, B. & Swanepoel, R. (1996). Investigation of tick-borne viruses as pathogens of humans in South Africa and evidence of Dugbe virus infection in a patient with prolonged thrombocytopenia. *Epidemiol. Infect.*, 117, 353-361.

Charrel, R.N., Attoui, H., Butenko, A.M., Clegg, J.C., Deubel, V., Frolova, T.V., Gould, E.A., Gritsun, T.S., Heinz, F.X., Labuda, M., Lashkevich, V.A., Loktev, V., Lundkvist, A., Lvov, D.V., Mandl, C.W., Niedrig, M., Papa, A., Petrov, V.S., Plyusnin, A., Randolph, S., Süss, J., Zlobin, V.I. & Lamballerie, X. (2004). Tick-borne virus diseases of human interest in Europe. *Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 10, 1040-1055. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2004.01022.x

Chitimia-Dobler, L., Dunlop, J.A., Pfeffer, T., Würzinger, F., Handschuh, S. & Mans, B.J. (2023). Hard ticks in Burmese amber with Australasian affinities. *Parasitology*. 150 (2), 157-171. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182022001585>

Chiuya, T., Masiga, D.K., Falzon, L.C., Bastos, A.D.S., Fèvre, E.M. & Villinger, J. (2020). Tick-borne pathogens, including Crimean-Congo haemorrhagic fever virus, at livestock markets and slaughterhouses in western Kenya. *Wiley*, 2429-2445. DOI: 10.1111/tbed.13911

Coates, D.M. & Sweet, C. (1990). Studies on the pathogenicity of a nairovirus, Dugbe virus, in normal and immunosuppressed mice. *Journal of General Virology*, 71, 325-332.

Colpitts, T.M., Conway, M.J., Montgomery, R.R. & Fikriga, E. (2012). West Nile Virus: Biology, Transmission, and Human

Infection. *Clinical Microbiology Reviews*, 25 (4), 635-648. doi:10.1128/CMR.00045-12

Dantas-Torres, F. (2007). Rocky Mountain spotted fever. *Lancet Infect Dis*, 7, 724-732.

Dumanlı, N., Altay, K. & Aktaş, M. (2016). Keneler ve kenelerle taşınan hastalıklar. *Manas J Agr Vet Life Sci*, 6(2), 45-54.

Düzlü, Ö., İnci, A., Yıldırım, A., Doğanay, M., Özbel, Y. & Aksoy, S. (2020). Türkiye’de Vektörlerle Bulaşan Zoonotik Hastalıklar: Halk Sağlığına Yönelik Artan Tehditler. *Türkiye Parazitol Derg*, 44 (3), 168-175. DOI: 10.4274/tpd.galenos.2020.6985

Goethert, H.K. & Telford, S.R. (2003). What is Babesia microti?. *Parasitology*, 127 (4), 301-309. doi: 10.1017/s0031182003003822. PMID: 14636016.

Gray, J.S. & Ogden, N.H. (2021). Ticks, Human Babesiosis and Climate Change. *Pathogens*, 10, 1430. <https://doi.org/10.3390/pathogens10111430>

Guglielmone, A.A., Sánchez, M.E., Franco, L.G., Nava, S., Rueda, L.M. & Robbins, R.G. (2023). Names of species of hard ticks. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária, Rafaela, Argentina. Available from: <http://rafaela.inta.gob.ar/nombresgarrapatas>. Son Erişim Tarihi: 25.04. 2024.

International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). 2024. <https://talk.ictvonline.org/taxonomy/>. Erişim tarihi: 20.04.2024

Karataş Yeni, D., Büyük, F., Ashaf, A. & Din Shah, M.S. (2021). Tularemia: a re-emerging tick-borne infectious disease. *Folia Microbiologica*, 66, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s12223-020-00827-z>

Kepenek Kurt, E., Kandemir, B., Handemir, E. & Bitirgen, M. (2021). A rare zoonotic infection in Konya; case report of babesiosis. *Genel Tıp Derg*, 31(2), 182-184.

Khamesipour, F., DidaI, G.O., Anyona, D.N., Razavi, M. & Rakhshandehroo, E. (2018). Tick-borne zoonoses in the Order Rickettsiales and Legionellales in Iran: A systematic review. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 1-41. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006722>

Kırdar, S. & Ertuğrul, M.B. (2009). Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 10 (2), 45-52.

Klemola, T., Sormunen, J.J., Mojzer, J., Mäkelä, S. & Vesterinen, E.J. (2019). High tick abundance and diversity of tick-borne pathogens in a Finnish city. *Urban Ecosystems*, 22, 817-826. <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00854-w>

Kobayashi, D., Ohashi, M., Osei, J.H.N., Agbosu, E., Opoku, M., Agbekudzi, S., Joannides, J., Fujita, R., Sasaki, T., Bonney, J.H.K., Dadzie, S., Isawa, H., Sawabe, K. & Ohta, N. (2017). Detection of a novel putative phlebovirus and first isolation of Dugbe virus from ticks in Accra, Ghana. *Ticks and Tick-borne Diseases*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.04.010>

Krause, P.J. (2019). Human babesiosis. *International Journal for Parasitology*, 49, 165-174. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2018.11.007>

Lledó, L., Giménez-Pardo, C. & Gegúndez, M.S. (2020). Epidemiological Study of Thogoto and Dhori Virus Infection in People Bitten by Ticks, and in Sheep, in an Area of Northern Spain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17. doi:10.3390/ijerph17072254

Lu, Z., Bröker, M. & Liang, G. (2008). Tick-Borne Encephalitis in Mainland China. *Vector-Borne And Zoonotic Diseases*, 8 (5), 713-720. DOI: 10.1089/vbz.2008.0028

Lwande, O.W., Lutomiah, J., Obanda, V., Gakuya, F., Mutisya, J., Mulwa, F., Michuki, G., Chepkorir, E., Fischer, A., Venter, M. & Sang, R. (2013). Isolation of Tick and Mosquito-Borne Arboviruses from Ticks Sampled from Livestock and Wild Animal Hosts in Ijara District, Kenya. *Vector-Borne And Zoonotic Diseases*, 13 (9), 637-642. DOI: 10.1089/vbz.2012.1190

Madison-Antenucci, S., Kramer, L.D., Gebhardt, L.L. & Kauffman, E. (2020). Emerging Tick-Borne Diseases. *Clin Microbiol Rev*, 33 (2). e00083-18. doi: 10.1128/CMR.00083-18. PMID: 31896541; PMCID: PMC6941843.

Mans, B.J., Kelava, S., Pienaar, R., Featherston, J., de Castro, M.H., Quetglas, J., Reeves, W.K., Durden, L.A., Miller, M.M., Lavery, T.M. & Shao, R. (2021). Nuclear (18S-28S rRNA) and mitochondrial genome markers of *Carios (Carios) vespertilionis* (Argasidae) support *Carios Latreille, 1796* as a lineage embedded in the *Ornithodorinae*: re-classification of the *Carios sensu Klompen and Oliver (1993)* clade into its respective subgenera. *Ticks Tick-borne Dis.* 12 (4), 101688. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101688>

Mumcuoğlu, K. Y., Keskin, A., Mans, B. J. & Dantas-Torres, F. (2025). *Ticks of the Middle East: Taxonomy, Biology, Ecology, Medical and Veterinary Significance*. (1. Baskı). Academic Press (Elsevier).

Munivenkatappa, A., Sahay, R.R., Yadav, P.D., Viswanathan, R. & Mourya, D.T. (2018). Clinical & epidemiological significance of Kyasanur forest disease. *Indian J Med Res*, 148, 145-150. DOI: 10.4103/ijmr.IJMR_688_17

Muñoz-Leal, S., Martins, M.M., Nava, S., Landulfo, G.A., Simons, S.M., Rodrigues, V.S., Ramos, V.N., Suzin, A., Szabó, M.P.J. & Labruna, M.B. (2020a). *Ornithodoros cerradoensis* n. sp. (Acari: Argasidae), a member of the *Ornithodoros talaje* (Guérin-Méneville, 1849) group, parasite of rodents in the Brazilian Savannah. *Ticks Tick-borne Dis.* 11 (5), 101497. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2020.101497>

Muñoz-Leal, S., Venzal, J.M., Jorge, F.R., Teixeira, B.M. & Labruna, M.B. (2021). A new species of soft tick from dry tropical forests of Brazilian Caatinga. *Ticks Tick-borne Dis.* 12 (5), 101748. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101748>

Muñoz-Leal, S., Venzal, J.M., Nava, S., Marcili, A., González-Acuña, D., Martins, T.F. & Labruna, M.B. (2020b). Description of a new soft tick species (Acari: Argasidae:

Ornithodoros) parasite of Octodon degus (Rodentia: Octodontidae) in northern Chile. *Ticks Tick-borne Dis.* 11 (3), 101385. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2020.101385>

National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2024). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Tree&id=297308&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock> , Erişim tarihi: 20.04.2024

Parola, P., Rovero, C., Rolain, J.M., Brouqui, P., Davoust, B. & Raoult, D. (2009). Rickettsia slovaca and R. raoultii in Tick-borne Rickettsioses. *Emerging Infectious Diseases*, 15 (7), 1105-1108. DOI: 10.3201/eid1507.081449

Patel, R., Singh, R., Gupta, B., Rai, A., Dubey, S., Dhakad, B.M.S. & Soni, D. (2020). Tick borne viral zoonotic diseases: a review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8 (6), 2034-2042.

Peñalver, E., Arillo, A., Delclòs, X., Peris, D., Grimaldi, D.A., Anderson, S.R., Nascimbene, P.C. & De la Fuente, R.P. (2017). Ticks parasitised feathered dinosaurs as revealed by Cretaceous amber assemblages. *Nat Commun.* 8, 1924.

Poyraz, O. & Güneş, T. (2010). Sinop Yöresinde Kirsal Kesimde Yaşayan İnsanlarda Babesia microti Seroprevalansı [Seroprevalance of Babesia microti in humans living in rural areas of the Sinop region]. *Türkiye Parazitoloj Derg*, 34 (2), 81-85. Turkish. PMID: 20597050.

Robinson, M.T., Satjanadumrong, J., Hughes, T., Stenos, J. & Blacksell, S.D. (2019). Diagnosis of spotted fever group Rickettsia infections: the Asian perspective. *Epidemiology and Infection*, 147, 1-9. <https://doi.org/10.1017/S0950268819001390>

Rodriguez-Morales, A.J., Bonilla-Aldana, D.K., Idarraga-Bedoya, S.E., Garcia-Bustos, J.J., Cardona-Ospina, J.A. & Faccini-Martínez, A.A. (2019). Epidemiology of zoonotic tick-borne diseases in Latin America: Are we just seeing the tip of the iceberg?. *F1000Research*. <https://doi.org/10.12688/f1000research.17649.2>

Romero, J.S. & Simonsen, K.A. (2008). Powassan Encephalitis and Colorado Tick Fever. *Infect Dis Clin N Am*, 22, 545-559.

Rovero, C. & Raoult, D. (2008). Mediterranean Spotted Fever. *Infect Dis Clin N Am*. 22, 515-530, doi:10.1016/j.idc.2008.03.003

Silva-Pinto, A., de Lurdes Santos, M. & Sarmiento, A. (2014). Tick-borne lymphadenopathy, an emerging disease. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 5 (6), 656-659. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.ttbdis.2014.04.016>

Stone, J.H., Dierberg, K., Aram, G. & Dumber, J.S. (2004). Human Monocytic Ehrlichiosis. *American Medical Association*, 292 (18), 2263-2270.

Sun, Y., Xu, R., Liu, Z., Wu, M. & Qin, T. (2019). *Ornithodoros* (*Ornithodoros*) *huajianensis* sp. nov. (Acari, Argasidae), a new tick species from the Mongolian marmot (*Marmota bobak sibirica*), Gansu province in China. *Int J Parasitol Parasites Wildl*. 9, 209-217. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2019.05.001>

Tanyel, E., Guler, N., Hokelek, M., Ulger, F., Sunbul, M. (2015). A case of severe babesiosis treated successfully with exchange transfusion. *Int J Infect Dis*, 38, 83-85. doi: 10.1016/j.ijid.2015.07.019. PMID: 26232090.

Uyar, Y., Akçalı, A., Çarhan, A., Özkaya, E. & Ertek, M. (2007). Türkiye’de Kene Isırığı Öykülü Olgularda Tick-Borne Encephalitis Virüsünün Seroprevalansı. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 64 (2), 21-25.

Waddell, L.A., Greig, J., Mascarenhas, M., Harding, S., Lindsay, R. & Ogden, N. (2016). The Accuracy of Diagnostic Tests for Lyme Disease in Humans, A Systematic Review and Meta-Analysis of North American Research. *PLoS one*. DOI:10.1371/journal.pone.0168613

Yang, Y., Christie, J., Köster, L., Du, A. & Yao, C. (2021). Emerging Human Babesiosis with “Ground Zero” in North America.

Microorganisms, 9, 440.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms9020440>

BÖLÜM 2

HAYVAN VE İNSAN SAĞLIĞI AÇISINDAN Q ATEŞİ HASTALIĞINA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

KEMAL AKSOY¹

Giriş

İnsanlarda bulaşıcı hastalık vakalarının onda altısı hayvan bulaşmasından kaynaklanmaktadır (CDC, 2018). Hayvanlardan insanlara bulaşan bu sözde "zoonotik" patojenler küresel olarak görülmektedir. İnsanların hem kentsel hem de kırsal alanlarda yaşadığı her yerde, hayvanlardan hastalık bulaşması meydana gelebilmektedir (Morand & ark., 2014). Zoonozların insan sağlığı açısından önemi, özellikle yüksek ölüm oranı potansiyeline sahip, pandemi olma tehlikesi taşıyan son derece virülan enfeksiyonlarla vurgulanmıştır. Bu tür olaylar arasında 2005 H5/N1 kuş gribi salgını, 2009 "domuz gribi" H1/N1 influenza salgını ve 2013-2016 Batı Afrika Ebola salgını yer almaktadır (Gebreyes & ark, 2014; Morand & ark., 2014)

Q ateşi, hem insanları hem de hayvanları etkileyen zorunlu hücre içi Gram-negatif bakteri olan *Coxiella burnetii* (Cb) adlı bakterinin neden olduğu global bulaşıcı bir hastalıktır (Parker & ark.,

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Milas Veteriner Fakültesi, ORCID: 0000-0003-0149-6688

2006). “Q ateşi” ismi, “Query ateşi”nden türetilmiştir ve 1935 yılında Avustralya’nın Queensland eyaletindeki bir mezbahada çıkan ateşli hastalık salgınının ardından bu ad verilmiştir (Raoult 6 ark., 2005). Q humması hafif bir hastalık veya ölümcül olabilen daha ciddi bir hastalık durumu meydana getirebilir. Cb, zorunlu hücre içi Gram-negatif bir bakteridir ve Q ateşinin etken maddesidir, ki, Yeni Zelanda dışında yüksek bulaşıcılığı ve dünya çapında yayılımı olan bir mesleki zoonozdur (Bouvery & Rodolakis, 2005). Ayrıca bu hastalık Q ateşi dışında coxiellosis olarak da adlandırılır ve kozmopolit bir zoonoz hastalık olarak tanınır (Tesfaye & ark., 2020).

C. burnetii ilk olarak 1937’de Edward Derrick tarafından Avustralya’nın Queensland eyaletindeki mezbaha işçileri arasında görülen ateşli bir hastalık olarak tanımlanmıştır (Derrick, 1937).

Cb, koyun, sığır, keçi, köpek, kedi, güvercin ve tavşan gibi çok çeşitli vahşi ve evcil hayvanları enfekte eder. Hayvanlardaki Cb enfeksiyonlarının çoğu asemptomatik olmasına rağmen, bazen geç evre abort, ölü doğum veya zayıf yavruların doğumuyla sonuçlanabilir. Enfekte hayvanlar Cb’yi süt, kolostrum, doğum materyalleri ve idrarla çevreye saçarlar (Rodolakis & ark., 2007) ve böylece organizmanın çevrede kalmasında önemli bir rol oynar (Kelly, 2005). Cb kurumaya, düşük ve yüksek pH’ya ve ultraviyole ışıklara karşı son derece dirençlidir, bu nedenle toprakta aylarca enfeksiyöz kalabilir.

Etiyoloji

C. burnetii, gram-negatif, pleomorfik ve zorunlu hücre içi bir bakteridir. Hücre içerisine girme ve çoğalma yeteneği nedeniyle, aksenik bir ortamda izolasyonunun imkansızlığı ve eklem bacaklıları enfekte etme yeteneği nedeniyle, geçmiş on yıllarda taksonomik olarak *Rickettsiae* grubu içerisinde sınıflandırılmıştır. *Rickettsiae* ile bazı benzerlikler olmasına rağmen, mevcut bilgiler Cb’nin gruba ait olmadığını doğrulamaktadır, bunun başlıca nedeni *Coxiella’nın*

Legionallales takımına yakın bir ilişki gösterdiği 16S rRNA geninin dizilerini kullanan filogenetik çıkarımlardaki yeridir ve bu da onu *Rickettsiales*'ten uzaklaştırmaktadır (Maurin & Raoult, 1999). Ayrıca, metabolizma, bulaşıcılık, enfeksiyon sırasında morfolojik varyasyonlar ve spor oluşturma yeteneği gibi çeşitli faktörler de *Coxiellaceae* ailesine yeniden sınıflandırmayı desteklemektedir (Beare & ark., 2009). Cb enfekte hücrelerin içerisinde, metabolik olarak aktif olan büyük hücreli bir varyant ve hücre dışı hayatta kalma ve yüksek çevresel direnç sağlayan spor benzeri bir yapı olan küçük hücreli bir varyant olarak ortaya çıkmaktadır (Voth & Heinzen, 2009). Küçük hücreli varyantlar, büyük hücreli varyantlardan yalnızca konakçıyı enfekte ettikten sonra hücre içi ortamda farklılaşır, Cb büyüme döngüsünün durağan fazı sırasında metabolik olarak aktif ve virülen hale gelir ve bu durum bakterilerin hücre yüzeyinde değişiklikler meydana getirir (Waag, 2007). Küçük hücreli varyantlar ise stres direnci nedeniyle, konakçı organizma tarafından atılsa bile yüksek sıcaklıklarda aylarca çevrede, toprakta ve hayvansal ürünlerde kalabilirler (Madariaga & ark., 2003; Tissot-DuPont & Raoult, 2008). Cb'nin lipopolisakkariti (LPS), bakterinin kritik bir virülans faktörüdür, yapısal ve antijenik olarak farklı bir proteindir farklı tiplerde mevcuttur. LPS'nin, O-zinciri varlığıyla tam epitopa bağlı olan Faz I LPS adlı bir konfigürasyonu vardır; bu yapı, vahşi tip Cb'de gözlenir ve bu tipe virülans kazandırır. LPS'nin, Faz II LPS adlı başka bir konfigürasyonu daha vardır, bu hücre kültürü kullanılarak laboratuvarla birkaç pasajdan sonra elde edilir ve laboratuvar işlemleri sırasında bir genin silinmesiyle ilişkili olan Faz I LPS'nin O-zincirinin kaybının sonucu olarak karakterize edilir. Faz II antijenlerini ifade eden Cb, avirulenttir ve doğada bulunmaz (Toman 6 ark., 2012). LPS'nin başka ara formları da vardır, ancak tanı ve tedavi amaçları için bu iki konfigürasyon daha önemlidir (Anderson & ark., 2013). Cb'nin LPS tabakasının bağışıklık sistemiyle farklı bir ilişkisi vardır. Primer enfeksiyonda, akut Q ateşi gösteren hastalar başlangıçta bir Anti-Faz II bağışıklık tepkisi ortaya

ıkarır (Hackstadt & ark., 1985). Anti-Faz II antikorlarının yükselmesi hastalığın başlangıcından 7 ila 15 gün sonra gözlemlenebilir (Erridge & ark., 2002). Enfeksiyonun ilerlemesiyle birlikte, Anti-Faz I antikorları artar ve serumda yaygın hale gelebilir, Anti-Faz II antikorları enfeksiyondan 3 ila 6 ay sonra azalır (Hackstadt & ark., 1985). Q ateşinin akut bağışıklık tepkisi başlangıçta Anti-Faz II antikorlarının varlığıyla ilişkilidir, oysa kalıcı Q ateşi yüksek titreli Anti-Faz I antikorlarıyla bağlantılıdır (Erridge & ark., 2002; Toman & ark., 2012). Solunum yoluyla aşılanan <10 Cb hücresinin bulaşıcı dozu, hastalığın oluşması için yeterlidir ve bu nedenle Hastalık Kontrol ve nleme Merkezleri (CDC) tarafından insan sağlığı için potansiyel bir risk ve biyoterrizmle mücadele için ikinci en yüksek öncelik olarak B kategorisine yerleştirilmiştir (Anderson & ark., 2013)

Epidemiyoloji

Q ateşi dünya çapında görülen ve Dünya Hayvan Sağlığı rgt (OIE) (OIE, 2012) tarafından bildirimi zorunlu bir hayvan hastalığı olarak sınıflandırılmış olsa da hastalıkla ilgili ayrıntılar çoğu ülkede yetersizdir. Bu birçok ülkede hastalığın ekonomik olarak önemli kabul edilmemesi nedeniyle hastalık bildirimlerinin yetersiz yapılmasından kaynaklanmaktadır. Q ateşi Yeni Zelanda dışında dünya çapında görülen bir hastalıktır. Klinik bulgular spesifik olmadığından, vakaların tanınması hekim tecrübesine, dikkatine ve bir referans laboratuvarının mevcudiyetine bağlıdır (Raoult & ark., 2005). Hastalığın insidans rakamları büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. Kuzey Amerika ve İskoçya önemli sayıda vakanın görüldüğü bölgeler olmuştur. Irak'tan dönen silahlı kuvvetler personeline Q ateşi vakaları bildirilmiştir (Anderson & ark., 2005; Leung-Shea & Danaher, 2006). Çin'de yapılan büyük çaplı bir derlemede toplam raporlarda Cb enfeksiyonlarının genel yaygınlığı insanlarda %10 (1139/11209), sığırlarda %15 (288/1918) ve keçilerde %12 (176/1440) olarak bildirilmiştir. Bu enfeksiyonlar

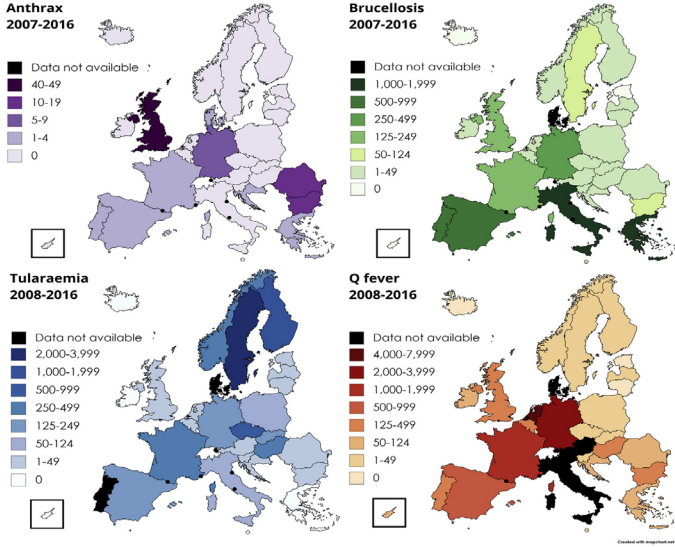
Çin'de 19 eyaletten 64 şehir, özellikle doğu, batı ve kuzey bölgeleri gibi geniş bir alanda görülmüş olup pozitif insanlar ve/veya hayvanlar bildirilmiştir (El-Mahallawy & ark., 2015). Avrupa'da akut Q ateşi vakaları ilkbaharda ve yaz başında daha sık görülmektedir (Tissot-DuPont & ark., 1992). Q ateşi sıklıkla insanlarda salgınlar halinde görülür, örneğin İspanya'da (Errasti & ark., 1984), İsviçre'de (Dupuis & ark., 1987), Büyük Britanya'da (Guigno & ark., 1992) ve Almanya'da (Schneider & ark., 1993) önemli insan salgınları görülmüştür. Hollanda'da 2000'li yıllarda meydana gelen bir salgın 3700'den fazla kişiyi etkilemiş ve 50.000'den fazla süt keçisinin kaybına yol açmıştır (Schimmer & ark., 2009). Bu durum dünya çapında Q ateşine olan ilginin yeniden canlanmasına yol açmıştır. Dünya genelinde evcil geviş getiren hayvanlardaki yaygınlığın 2007 ile 2008 yılları arasında %7,4'ten %10'a çıkması ve en büyük artışın keçilerde %9,7'den %15,7'ye çıkmasıyla hastalığın tekrardan önem kazanmasının destekleyici kanıtı olarak karşımıza çıkmaktadır (EFSA, 2010). Cb, sığır, koyun, keçi, köpek, kedi, kuş, küçük kemirgen ve eklembacaklılar gibi birçok hayvan türünü enfekte eden fırsatçı bir bakteridir (Maurin & Raoult, 1999). Cb çeşitli hayvanları enfekte etse de küçük geviş getirenlerin abortlar ve doğumlar yoluyla çevre bulaşmasında önemli rol oynadığı ve dolayısıyla etkenin ana konakçıları olduğu bilinmektedir (Anderson & ark., 2013). Keçiler ve koyunlar hastalık salgınlarından sorumludurlar ve bu da onları sığırlarla birlikte insanlara Q ateşinin bulaşma zincirinde en büyük öneme sahip birincil enfeksiyon kaynağı olarak konumlandırmaktadır (Angelakis & Raoult, 2010).

Ülkemizde Cb'nin yaygınlığı ile ilgili olarak insan ve hayvanlarda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Kılbaş ve arkadaşlarının 2023 yılında yaptıkları bir meta analiz çalışmasında 1997-2022 yılları arasında ki yayınları değerlendirmişler ve insanlarda Cb'nin genel yaygınlığını %22,78, hayvanlarda genel yaygınlığını %13,49 olarak

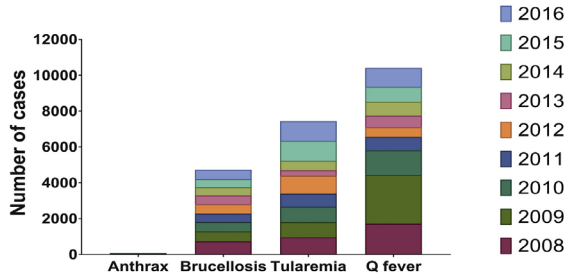
tespit etmişlerdir. Koyunlarda Cb'nin ortalama yaygınlığı $19,1 \pm 10,88$, sığırlarda $10,46 \pm 6,39$, sığır ve koyunu birlikte içeren çalışmalarda $15,21 \pm 10,01$, sığır, koyun ve keçilerde $11,17 \pm 10,74$ ve koyun ve keçilerde $12,4 \pm 1,15$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucunda, Türkiye'de Q ateşinin insanlarda yaygınlığının hayvanlarla uğraşanlarda, düşük yapan kadınlarda ve kısırlık sorunu yaşayan bireylerde yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu hastalığın Türkiye'de görüldüğü bilinmesine rağmen, literatürde yeterli sayıda vaka raporu bulunmamaktadır. İnsan ve hayvanlarda Q ateşi üzerine detaylı çalışmalar yapılması gerekmektedir. Tek Sağlık yaklaşımı kapsamında Q ateşi risk faktörleri ve yaygınlık verilerinin birlikte değerlendirilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu vurgulamak gerekmektedir.

Cross ve arkadaşları 2019 yılında Avrupa ülkelerinde 4 önemli zoonoz etkeninin epidemiyolojik çalışmasıyla ilgili bir derlemede, Avrupa genelinde doğal rezervuarları veya endemik alanları olan dört bakteriyel zoonozun temel yönlerini gözden geçirmişlerdir. Bu derlemede anthraks, bruselloz, tularemi ve Q ateşinin etkenleri olan sırasıyla *Bacillus anthracis*, *Brucella species*, *Francisella tularensis* ve *Coxiella burnetii*'den kaynaklanan vakalar bildirilmiştir. Bu hastalıklar günümüzde daha nadir görülen insan hastalıkları arasında yer almaktadır. Bu hastalıkların Avrupa Birliği/Avrupa Ekonomik Bölgesi (EU/EEA) ülkelerinde insanda görülme sıklığı sırasıyla yılda 100 milyon kişide yaklaşık 2, 105, 155 ve 230 olarak bildirilmiştir (Şekil 1) (ECDC, 2018; Eurostat, 2017). Bu grafikte Q ateşi vakalarının diğer 3 hastalığa göre daha yüksek sayıda görüldüğünü vurgulamak gerekmektedir. Ayrıca belirtmekte fayda var meydana gelen bu sporadik salgınların halk sağlığı, hayvan sağlığı ve hayvan endüstrisi üzerinde yıkıcı etkiler meydana getirmektedir.

A



B



Şekil 1. 2008-2016 yılları arasında EU/EEA'da bildirilen anthraks, bruselloz, tularemi ve Q ateşi vakaları. A) Bildirilen verilerin renk koduna göre EU/EEA ülkelerinde vaka sayısı haritaları. B) Yıllık olarak bildirilen bruselloz, Q ateşi ve tularemi vakaları; Anthraks vaka sayısı çok daha az olduğu için burada atlanmıştır (ortalama olarak yılda 10'dan az). Etkilenen ülkelerden WHO ve Sağlık Bakanlıkları tarafından sağlanan verilere dayalı olarak ECDC tarafından sağlanan veri seti (ECDC, 2018). Şekil mapchart.net (<https://mapchart.net/europe.html>), GraphPad Prism v.6.0.1 ve gravit.io (<https://gravit.io/>) kullanılarak oluşturulmuştur.

Bulaşma

Bakterilerin solunması, Q ateşinin insanlara bulaşmasının en yaygın yoludur. 1'den 10'a kadar az sayıda aerosolize Cb hücresi

zoonotik bulaşmaya neden olabilir, bu nedenle meslek hastalığı için önemli bir risk faktörüdür; Q ateşi maruziyeti açısından en yüksek riske sahip kişiler çiftçiler, mezbaha işçileri, veteriner hekimler ve veteriner teknikerleridir (Ackland & ark., 1994; Tigertt & ark., 1961). Ruminantların diğer ruminantlarla temas etmesi, özellikle doğuma yakın veya abort sırasında, büyük miktarda bakterinin çevreye salınması neticesinde enfeksiyöz aerosol oluşumunun artması ve ortaya çıkan plasenta kalıntılarıyla hayvanların temas etmesi neticesinde Cb enfeksiyonun bulaşması meydana gelmektedir (Tissot-DuPont & Raoult, 2008). Dahası, enfekte hayvanlardan gelen spor benzeri formlar çevreye salınır yün, yemlikler, su kapları, ahırlar, malzemeler, ekipmanlar, mera ve dışkılarda kalır ve bu da çevrenin biyolojik olarak kirlenmesine ve insan sağlığı için önemli riske neden olur (Eldin & ark., 2017). Hayvanlar enfeksiyonu hastalıklı materyal ile direkt temas veya kenelerden alırlar (Porter & ark., 2011). Kenelerle ilgili direk bulaş konusunda sınırlı sayıda bildirim bulunmaktadır. Ancak kenelerde Cb varlığı ile ilgili Avrupa’da yapılan bir derlemede çalışmaya toplam 72 araştırma dahil edilmiş ve DNA tespit yöntemleri ve toplama yöntemleri, ülke ve test edilen kene türleri açısından değerlendirilmiş olup, 23 Avrupa ülkesinde 25’ten fazla farklı kene türüne ait örnekler toplanmış ve ortalama bir yaygınlık %4,8 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada son 20 yılda kenelerin Cb için vektör aracılığı değerlendirilmiş ve sadece iki çalışma bulunmuştur, Hastalığın bulaşmasında kenelerin rolünü tespit etmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Körner & ark., 2021). Cb’nin çevrede uzun süre canlı kalması uzaklara rüzgarla taşınmasını sağlar (Aydın & ark., 2006; Hartzell & ark., 2008). Böylece, Q humması hayvanlarla herhangi bir teması olmayan insanlarda da görülebilir. Kontamine çiğ süt veya çiğ süt ürünlerinin tüketilmesi sonucu etkenin sindirim yoluyla bulaşması nadirdir ve bu konu hala tartışılmaktadır (Porter & ark., 2011). Diğer önemli bir konu ise asemptomatik sığır sürülerinde antikor üretiminin kinetiği ve Cb’nin

varlığı bakterinin sürü içinde tutulmasının devamlılığını sağlayacaktır. Buna ek olarak, enfekte süt emen buzağılar bakteriyi idrarlarıyla ve dışkılarıyla saçabilirler böylece enfeksiyonun çevreye yayılmasını kolaylaştırırlar (Lang, 1990). Bundan dolayı asemptomatik sığır sürüleri, hastalığı bulaştırabilecek potansiyel bakteri rezervuarları olarak düşünülmelidir. Cb'nin süt yoluyla saçılması, hastalığın bulaşmasında doğum materyalleri, vajinal mukus ve dışkı gibi diğer saçılma yollarına göre daha az rol oynadığı varsayılmaktadır, çünkü bu materyaller hem gübreyi hem de hayvan meralarını kontamine edebilmektedir (Rodolakis, 2009).

Hayvanlarda Klinik Semptomlar

C. burnetii enfeksiyonu sığırlarda genellikle asemptomatik seyreder ancak koyun ve keçilerde özellikle abort, ölü doğum ve yeni doğan ölümlerine neden olabilir (Cantas 6 ark., 2011). Ancak sığırlarda, retensio secundinarum (yavru zarlarının atılamaması), metritis/endometritis ve infertility/sub-fertility gibi diğer üreme bozuklukları da tanımlanmıştır. Cb süt, dışkı, doğum materyalleri (plasenta dokusu ve düşük yapan fetüsler) ve vajinal mukoza dahil olmak üzere çeşitli yollarla saçılma eğilimi göstermektedir. Bu, Q ateşi ile sığır üreme hastalıkları arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır (Agerholm, 2013; Garcia & ark., 2014). Cb akut fazda kanda, akciğerlerde, dalakta ve karaciğerde bulunabilirken, kronik fazda dışkı ve idrarda kalıcı olarak saçılma görülmektedir. Çoğu hayvan, ateşsizlik de dahil olmak üzere asemptomatik kalır. Ancak, düşük doğum ağırlıklı hayvanlar olabilmektedir (Marrie & ark., 1996). Abort olan fetüsler genellikle normal görünür ve abort oranları %3 ila %80 arasında değişebilir (Marrie, 2007). Enfekte plasentalar eksudat ve intrakotiledon lifli kalınlaşma gösterirler. Keçilerin miyometriyumunda şiddetli bir inflamatuvar yanıt görülür ve metritis sıklıkla sığırlarda hastalığın sık görülen bir tezahürüdür (Bouvery & Rodolakis, 2005). Cb ayrıca 32 aya kadar sütte tespit edilebilir.

Keçilerde doğum öncesi ve sonrası dışkıda Cb bulunur ve atılımın ortalama süresi 20 gündür (Angelakis & Raoult, 2010).

İnsanlarda Klinik Semptomlar

C. burnetii oldukça bulaşıcı bir bakteridir ve virülansı genetik varyanta bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Waag, 2007). İnsanlarda vakaların %60'ında genellikle asemptomatik seyretmektedir, bu da hastalığın kontrol altına alınmasını zorlaştırmaktadır (Bossi & ark., 2004). Semptomlar açısından, akut vakalar daha sık görülür (%35 ila %39), özellikle immunosupresyon durumlarında, ancak immunokompetan hastalar da hastalığın klinik belirtilerini gösterebilirler. Akut hastalık, çoğu durumda, ateş, baş ağrısı, miyalji ve öksürük eşliğinde soğuk algınlığına benzer, bazı vakalarda pnömoni ve hepatite dönüşebilir (Harris & ark., 2000). Akut faz sırasında, vücudun belirli bölgelerinde Cb'nin yüksek oranda çoğalmasıyla birlikte atipik zatürre, artralji, kas lezyonları, ensefalit, lenfadenomegali, hepatomegali ve splenomegali gibi komplikasyonlar meydana gelebilir (Fenollar & ark., 2001). Doğuştan gelen bağışıklık Q ateşiyle mücadele için son derece sınırlıdır ve enfeksiyonun prognozu hücresel bağışıklığa ve Cb replikasyonunun durumuna göre değişebilmektedir (Toman & ark., 2012). Bu nedenle kalıcı enfeksiyonlar, bağışıklık sistemi zayıflamış hastalarda, hamile kadınlarda veya bakterinin hedef organlarında önceden var olan hastalıkları olan hastalarda, örneğin kalp kapakçığı hastalığı olan hastalarda daha sık görülür (Raoult & ark., 2005). Kalıcı enfeksiyonlar daha az sıklıkta görülür (%1 ila %5) ancak aylarca veya yıllarca hastalık tespit edilebilir. Endokarditis, kalıcı Q ateşi gelişen hastalarda ortaya çıkan kronik bir rahatsızlıktır (Tissot-DuPont & Raoult, 2008). Her yüz kişiden birinde genellikle enfeksiyondan 6 ila 18 ay sonra endokarditis gelişir. En çok etkilenen grup 50 yaş üstü kişilerdir (Siciliano & ark., 2015; Tissot-DuPont & Raoult, 2008). Bu hastaların çoğu önceden kalp kapağı hastalığı geçirmişlerdir ve bu nedenle, Q ateşi olduğundan

şüphelenilen bir hastayı tedavi ederken her zaman dikkate alınması gereken bir faktördür (Tissot-DuPont & Raoult, 2008).

Q ateşi bazı hastalıklarla benzer semptomlar göstermektedir. Özellikle endemik bölgelerde Q ateşi ayırıcı tanıda düşünülmelidir. Akut Q ateşi vakalarının bir kısmı asemptomatik olsa da ateş, baş ağrısı, kas eklem ağrısı ve öksürük gibi semptomlar vakaların %90'ında görülür (Coleman & ark., 2020; Eldin & ark., 2017; Köksal & ark., 2020). Benzer semptomlar COVID-19 olası vaka tanımında da mevcuttur. Hastalık akciğer bulguları olmadan erken evrede ortaya çıkabilir (Covid-19 rehberi, 2021; WHO, 2020). Alkan & ark. (2021) sundukları vakalarda 4-5 gün boyunca ateş, baş ağrısı, karın ağrısı, bulantı, kusma, öksürük ve balgam bulgularının pandemi dönemi tanısı olan COVID-19 ile karıştırılabileceğini bildirmişlerdir.

Park & ark. (2021) COVID-19 ve Q ateşi co-enfeksiyonu olan 37 yaşında bir erkek hasta bildirmişlerdir. Bu nedenle Q ateşi özellikle endemik bölgelerde COVID-19 veya co-enfeksiyonların ayırıcı tanısında düşünülmelidir.

Tanı

Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü'ne göre, tanı için kullanılan teknikler için altın standart yoktur, ancak polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ve enzim bağlantılı immünosorbent testi (ELISA) tercih edilen yöntemler olarak kabul edilmiştir (OIE, 2018). ELISA'yı dolaylı immüno floresan testi (IFA) ile karşılaştırdığımızda, ikincisinin IgM faz II antikorlarını tespit etmede daha hassas ve etkili olduğu düşünülmektedir, özellikle düşük antikor titreleri bulunduğunda ELISA faz II antikorlarını tespit etmede o kadar hassas değildir. Faz I ve II antikorlarını veya faza özgü antikorları tespit etmek için ticari ELISA kitleri mevcuttur (Sahu & ark., 2020). ELISA, IFA'dan daha az hassas olmasına rağmen uygulanmasının kolaylığı nedeniyle, çok sayıda numunenin

taranması için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Miller & ark., 2021a). Cb bakterisi Cb'ye özgü antikorlar kullanılarak immünohistokimya (IHC) yöntemiyle enfekte plasenta materyalinde tespit edilebilir (Roest & ark., 2012). PCR plasenta dokuları, dışkı, vajinal mukus ve süt dahil olmak üzere çok çeşitli örneklerde Cb DNA'sını tespit etmek için kullanılmaktadır (OIE, 2012). Serumdaki Cb'ye özgü antikorlar, tamamlayıcı fiksasyon testi (CFT), ELISA veya IFA testi kullanılarak ölçülebilmektedir. CFT, veteriner laboratuvarlarında en yaygın şekilde kullanılan yöntem olup, ancak ruminantlarda Cb antikorlarını tespit etmek için ticari olarak mevcut ELISA'lar giderek daha fazla kullanımda yer almaktadır. IFA yöntemi kullanımı diğerlerine göre daha az yaygındır, çünkü bu testin ticari olarak veteriner alanda kullanımı mevcut değildir. ELISA ile karşılaştırıldığında, CFT ruminant serumunda Cb'ye özgü antikorları tespit etme duyarlılığından daha yoksundur (Horigan & ark., 2011; Rousset & ark., 2007). Mevcut protokoller, sürü düzeyinde Q hummasını tespit etmek için bir test kombinasyonunu önermektedir. Sürüdeki iki ila altı hayvanın abort/doğum materyalinden ve/veya vajinal mukusundan alınan örneklerin abort veya doğumdan sonraki sekiz gün içinde PCR ile incelenmesi şeklinde bu yöntem önerilmektedir. Ek olarak, özellikle PCR sonuçları negatif olduğunda en az altı ila on hayvandan alınan serum örnekleri incelenmelidir. Bu hayvanlar tercihen örneklemeden en az 15 gün önce doğum yapmış olmaları gerekmektedir (Rousset & ark., 2009). Özellikle süt tanklarından aseptik şartlarda alınan süt örnekleri sürü enfeksiyonlarının tespitinde önemli bir yere sahiptir (Brom & ark., 2008).

Tedavi

Hayvanlarda coxiellosis için özel bir tedavi yoktur. Antimikrobiyaller (doksisisiklin veya trimetoprim/sülfametoksazol) genellikle insanlarda akut coxiellosis tedavisinde kullanılır. Ancak, Avrupa'da koyunlarda meydana gelen düşük salgınlarının kontrol

edildiği çalışmalarda tetrasiklin tedavisinin belirgin bir fayda sağladığı görülmemiştir. Bu kanıt eksikliğine rağmen, bazı veteriner hekimler düşük salgınları sırasında parenteral tetrasiklinlerin kullanımını savunmaktadırlar. Destekleyici bakım, abort yönetimi, mümkün olan yerlerde aşı ve çevre yönetimi hastalığın ortaya çıktığı bölgelerde oldukça önemlidir (Plummer & ark., 2018).

Kontrol

Önleyici veteriner hekimlik uygulamaları coxiellosisin kontrolünde kritik öneme sahiptir. Hayvanlarda coxiellosisi kontrol etmek için iki yöntem mevcuttur: aşılama ve antibiyotik tedavisi. Aşılama, abort oranlarını ve bakterinin yayılmasını azaltmak için en etkili yönetim stratejilerinden biridir. The World Health Assembly (WHA), yalnızca faz I Cb içeren veya ondan hazırlanan aşılamanın uygulanmasını önermektedir çünkü tam uzunlukta faz I lipopolisakkaritin Cb'nin koruyucu antijeni olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır (OIE, 2018). Aşılar, sağlıklı bireylere ve insanlara ardışık bulaşmayı önler ve bakterinin saçılmasını azaltır ancak tamamen ortadan kaldırmaz (Bouvery & ark., 2005; Guatteo & ark., 2011; Hogerwerf & ark., 2011). Cb'ye karşı iki aşı şu anda dünyanın birçok bölgesinde veteriner kullanımı için ticari olarak bulunmaktadır. Birincisi, koyun ve keçilerde kullanım için endike olan *Chlamydia abortus* ve faz II Cb'den geliştirilen inaktif bir bivalent aşıdır (Chlamyvax R, Merial, Lyon, Fransa). İkincisi, keçilerde ve sığırlarda kullanılması önerilen inaktif adjuvanlanmamış faz I Cb antijeni Nine Mile suşu aşısıdır (Coxevac R, CEVA Santé Animale, Libourne, Fransa) (Long, 2021). Q ateşi aşılarının temel hedefleri, Cb'nin re-enfeksiyonlarını ve yayılmasını önlemek için optimal koruyucu bağışıklık oluşturmaktır. Gebe ineklerin aşılama, subfertilite ve erken fetal kayıp parametrelerinin azalmasıyla pozitif bir üreme etkisi göstermektedir (Isperto & ark., 2015)). Gebe olmamak veya gebelik aşaması aşının etkinliğinde bir faktör olarak tanımlanmıştır. 2008 yılında yapılan bir

araştırma, gebe olmayan ineklerde aşı kullanımının virüs yayılımında bir azalma olduğunu gösterirken (Guatteo & ark., 2008) başka bir çalışma aşılanmış ileri gebe ineklerde virüs saçılışında bir azalma olmadığını göstermiştir (Tutusaus & ark., 2014). Antibiyotik tedavisi, hayvanlarda coxiellosisi kontrol etmek için mevcut bir diğer seçenektir. Gebe hayvanlar, gebeliğin son üç ayında oksitetrasiklin (20 mg/kg) ile antibiyotik tedavisi olarak düşük oranlarında ve Cb saçılmasında azalma yaşayabilir (Berri & ark., 2007). Ancak, tedavinin etkisi yeterince gösterilmediğinden ve mikrobiyal direnci önlemek için orantılı antibiyotik kullanımı gerektiğinden, hayvanlarda antibiyotik tedavisi önerilmez (EFSA, 2010).

Diğer taraftan, aşılamanın antibiyotik tedavisiyle kombinasyonunun, Q ateşi salgınlarının kontrolü açısından küçük ruminantlarda olumlu etkileri olduğuna dair görüşler vardır. Hijyen ve biyogüvenlik önlemleri, ruminant çiftliklerinde Cb enfeksiyonunu kontrol altına almanın ve halk sağlığını güvence altına almanın temel unsurlarıdır (Perona & ark, 2024).

Sonuç olarak Q humması ve diğer salgınlar hayvan ve insan sağlığına bir tehdit olarak hala önemini korumaktadır. Küresel sağlık için en önemli riskler, hastalık farkındalığının eksikliği, küresel sağlık, gıda güvenliği, antimikrobiyal direnç ve biyogüvenlik tehditleri gibi birbiriyle ilişkili durumların göz ardı edilmesidir. Bu nedenle, Tek Sağlık yaklaşımı hayati önem taşır ve gözetim, kontrol ve önleme stratejileriyle ilgili yerel ve uluslararası bilgi paylaşımı, tüm zoonozlar için ve Tek Sağlık'ı mümkün kılmak için son derece önemlidir.

Kaynakça

Ackland, J.R., Worswick, D.A. & Marmion, B.P. (1994). Vaccine prophylaxis of Q fever. A follow-up study of the efficacy of Q-Vax (CSL) 1985e1990. *Med J Aust*, 160, 704e8.

Agerholm, J.S. (2013). *Coxiella burnetii* associated reproductive disorders in domestic animals-a critical review. *Acta Vet Scand*, 55, 13.

Alkan, S., Şener, A., Güçlü Kayta, S.B. & Akça, A. (2021). Q Fever in the Differential Diagnosis of COVID 19 Infection. *Turkish Journal of Internal Medicine*, 3(4), 145-146.

Anderson, A.D., Smoak, B.L., Shuping, E. & ark. (2005). Q fever and the US military. *Emerg Infect Dis*, 11(8), 1320-2.

Anderson, A., Bijlmer, H., Fournier, P.E., Graves, S., Hartzell, J., Kersh, G.J. & ark. (2013). Diagnosis and management of Q Fever – United States, 2013: recommendations from CDC and the Q Fever Working Group. *MMWR Recomm Rep*, 62, 1-30.

Angelakis, E. & Raoult, D. (2010). Q fever. *Vet Microbiol*, 140, 297-309.

Aydın, N., İzgür, M. & Diker, K.S. (2006). Q Fever. Aydın N, Paracıkoğlu J. eds. *Veteriner Mikrobiyoloji*, İlke-Emek Yayınları, Ankara. p. 219-221.

Beare, P.A., Unsworth, N., Andoh, M., Voth, D.E., Omsland, A., Gilk, S.D. & ark. (2009). Comparative genomics reveal extensive transposonmediated genomic plasticity and diversity among potential effector proteins within the Genus *Coxiella*. *Infect Immun*, 77, 642-56.

Berri, M., Rousset, E., Champion, J.L., Russo, P. & Rodolakis A. (2007). Goats may experience reproductive failures

and shed *Coxiella burnetii* at two successive parturitions after a Q fever infection. *Res Vet Sci*, 83, 47-52.

Bossi, P., van Loock, F., Tegnell, A. & Gouvras, G. (2004). Bichat clinical guidelines for bioterrorist agents. *Euro Surveill*, 9, 19-20.

Bouvery, N.A., Souriau, A., Bodier, C., Dufour, P., Rousset, E. & Rodolakis, A. (2005). Effect of vaccination with phase I and phase II *Coxiella burnetii* vaccines in pregnant goats. *Vaccine*, 23, 4392-402.

Bouvery, N.A. & Rodolakis, A. (2005). Is Q fever an emerging or re-emerging zoonosis? *Vet Res*, 36, 327-49.

Brom van den, R., Engelen van, E., Luttikholt, S., Moll, L., van Maanen, K. & Vellema, P. (2012). *Coxiella burnetii* in bulk tank milk samples from dairy goat and dairy sheep farms in The Netherlands in 2008. *Vet Rec*, 170(12), 310.

Cantas, H., Muwonge, A., Sareyyupoglu, B., Yardimci, H. & Skjerve, E. (2011). Q fever abortions in ruminants and associated on-farm risk factors in northern Cyprus. *BMC Vet Res*, 7, 13.

CDC. (2018). One health. <https://www.cdc.gov/onehealth/>. Erişim: 04 June 2025.

Coleman, J.J., Manavi, K., Marson, E.J., Botkai, A.H. & Sapey, E. (2020). COVID-19: to be or not to be; that is the diagnostic question. *Postgrad Med J*, 96(1137), 392-8.

COVID-19 Rehberi. (2021). Available at: <https://covid19.saglik.gov.tr/TR-66301/covid-19-rehberi.html>. Erişim: 5 Haziran 2025.

Cross, A.R., Baldwin, V.M., Roy, S., Essex-Lopresti, A.E., Prior, J.L. & Harmer, N.J. (2019). Zoonoses under our noses. *Microbes Infect*, 21(1), 10-19.

Derrick, E. (1937). "Q" fever, a new fever entity: Clinical features, diagnosis and laboratory investigation. *Medical Journal of Australia*, 2(8).

Dupuis, G., Petite, J., Péter, O. & Vouilloz, M. (1987). An important outbreak of human Q fever in a Swiss Alpine valley. *Int J Epidemiol*, 16(2), 282-7.

ECDC. (2018). Surveillance Atlas of infectious diseases. 25/05/2018. <http://atlas.ecdc.europa.eu/public/index.aspx>.

EFSA. (2010). Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). Scientific Opinion on Q fever. *EFSA Journal*, 8, 1595-1708.

El-Mahallawy, H.S., Lu, G., Kelly, P., Xu, D., Li, Y., Fan, W. & Wang, C. (2015) Q fever in China: a systematic review, 1989–2013. *Epidemiol Infect*, 143, 673–681.

Eldin, C., Mélenotte, C., Mediannikov, O., Ghigo, E., Million, M., Edouard, S. & ark. (2017). From Q fever to *Coxiella burnetii* infection: a paradigm change. *Clin Microbiol Rev*, 30, 115-90.

Errasti, C.A., Baranda, M.M., Almaraz, J.L.H., de la Hoz, C.T., Gutierrez, E.M., Navarro, J.L.V. & Peña, V.S. (1984). An outbreak of Q fever in the Basque country. *Can Med Assoc J*, 131(1), 48-9.

Erridge, C., Bennett-Guerrero, E. & Poxton, I.R. (2002). Structure and function of lipopolysaccharides. *Microbes Infect*, 4, 837-51.

Eurostat. (2017). Population on 1 January. 28/11/2017. <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab¼table&init¼1&plugin¼1&language¼en&pcode¼tps00001>.

Fenollar, F., Fournier, P.E., Carrieri, M.P., Habib, G., Messana, T. & Raoult, D. (2001). Risks factors and prevention of Q fever endocarditis. *Clin Infect Dis*, 33, 312-6.

Garcia, I.I., Tutusaus, J. & López-Gatius, F. (2014). Does *Coxiella burnetii* affect reproduction in cattle? A Clinical Update. *Reprod Domest Anim Zuchthyg*, 49, 529-535.

Gebreyes, W.A., Dupouy-Camet, J., Newport, M.J., Oliveira, C.J.B., Schlesinger, L.S. & ark. (2014). The Global One Health Paradigm: Challenges and Opportunities for Tackling Infectious Diseases at the Human, Animal, and Environment Interface in Low-Resource Settings. *PLoS Negl Trop Dis*, 8(11), e3257.

Guatteo, R., Seegers, H., Joly, A. & Beaudeau, F. (2008). Prevention of *Coxiella burnetii* shedding in infected dairy herds using a phase IC-*burnetii* inactivated vaccine. *Vaccine*, 12;26(34), 4320-8.

Guatteo, R., Seegers, H., Taurel, A.F., Joly, A. & Beaudeau, F. (2011). Prevalence of *Coxiella burnetii* infection in domestic ruminants: a critical review. *Vet Microbiol*, 149, 1-16.

Guigno, D., Coupland, B., Smith, E.G., Farrell, I.D., Desselberger, U. & Caul, E.O. (1992). Primary humoral antibody response to *Coxiella burnetii*, the causative agent of Q fever. *J Clin Microbiol*, (8), 1958-67.

Hackstadt, T., Peacock, M.G., Hitchcock, P.J. & Cole, R.L. (1985). Lipopolysaccharide variation in *Coxiella burnetii*: intrastain heterogeneity in structure and antigenicity. *Infect Immun*, 48, 359-65.

Harris, R.J., Storm, P.A., Lloyd, A., Arens, M. & Marmion, B.P. (2000). Longterm persistence of *Coxiella burnetii* in the host after primary Q fever. *Epidemiol Infect*, 124, 543-9.

Hartzell, J.D., Wood-Morris, R.N., Martinez, L.J. & Trotta, R.F. (2008). Q fever: epidemiology, diagnosis, and treatment. *Mayo Clin Proc*, 83, 574-579.

Hogerwerf, L., van den Brom, R., Roest, H.I.J., Bouma, A., Vellema, P., Pieterse, M. & ark. (2011). Reduction of *Coxiella burnetii* prevalence by vaccination of goats and sheep, the Netherlands. *Emerg Infect Dis*, 17, 379-86.

Horigan, M.W., Bell, M.M., Pollard, T.R., Sayers, A.R. & Pritchard, G.C. (2011). Q fever diagnosis in domestic ruminants: comparison between complement fixation and commercial enzyme-linked immunosorbent assays. *J Vet Diagn Invest*, 23(5), 924-931.

Ispuerto, I.G., López-Helguera, I., Tutusaus, J., Mur-Novales, R. & López-Gatius, F. (2015). Effects of long-term vaccination against *Coxiella burnetii* on the fertility of high-producing dairy cows. *Acta Vet Hung*, 63, 223–33.

Kelly, P.J. (2005). Q fever. In: Coetzer JAW, Thompson GR, Tustin RC, eds. *Infectious Diseases of Livestock with Special Reference to Southern Africa*, Volume 1, 2nd edn. USA: Oxford University Press, pp. 565-572.

Kılbaş, İ., Kahraman Kilbas, E.P. & Ciftci, I.H. (2023). Seroprevalence of *Coxiella burnetii* in human and animal populations in Türkiye: Metaanalysis. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 29 (6), 571-579.

Köksal, E., Günal, Ö. & Kılıç, S.S. (2020). Q fever: An occupational disease. *Klimik Derg*, 28;33(2), 195-6.

Körner, S., Makert, G.R., Ulbert, S., Pfeffer, M. & Mertens-Scholz, K. (2021). The Prevalence of *Coxiella burnetii* in Hard Ticks in Europe and Their Role in Q Fever Transmission Revisited-A Systematic Review. *Front Vet Sci*, 8, 655715.

Lang, G.H. (1990). Coxiellosis (Q Fever) in animals. In Q Fever: The Disease. T. Marrie, Ed.: 23–48. CRC Press. Boca Raton, FL.

Leung-Shea, C. & Danaher, P.J. (2006). Q fever in members of the United States armed forces returning from Iraq. *Clin Infect Dis*, 43, e77-82.

Long, C.M. (2021). Q fever vaccine development: current strategies and future considerations. *Pathogens*, 10, 1223.

Madariaga, M.G., Rezai, K., Trenholme, G.M. & Weinstein, R.A. (2003). Q fever: a biological weapon in your backyard. *Lancet Infect Dis*, 3, 709-21.

Marrie, T.J., Stein, A., Janigan, D. & Raoult, D. (1996). Route of infection determines the clinical manifestations of acute Q fever. *J Infect Dis*, 173, 484–487.

Marrie, T.J., (2007). Epidemiology of Q fever. Rickettsial diseases. 281–289.

Maurin, M. & Raoult, D. (1999). Q fever. *Clin Microbiol Rev*, 12, 518-53.

Miller, H.K., Priestley, R.A. & Kersh, G.J.Q. (2021a). Fever: a troubling disease and a challenging diagnosis. *Clin Microbiol Newsl*, 43(13), 109-118.

Morand, S., McIntyre, K.M. & Baylis, M. (2014). Domesticated animals and human infectious diseases of zoonotic origins: domestication time matters. *Infect Genet Evol*, 24, 76e81.

OIE. (2012). Q fever: chapter 2-1-12. In: Manual of Standard Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, 7th edn, 2, 1-13.

OIE. (2012). Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals 2012. http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.01.12_Q-FEVER.pdf. Erişim: 30 July 2012.

OIE. (2018). Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals. Chapter 3.1.17. Q Fever. Paris. Erişim online at: https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/3.01.17_Q_FEVER.pdf.

Park, H.S., Bae, P.K., Jeong, H.W., Son, B.R. & Shin, K.S. (2021). Serological evidence of Coxiella burnetii and SARS-CoV-2 co-infection: A case report. *Ann Lab Med*, 41(5), 510-3.

Parker, N.R., Barralet, J.H. & Bell, A.M. (2006). Q fever. *Lancet*, 367(9511), 679-688.

Perona, R.T., Contreras, A., Gomis, J., Quereda, J.J., García-Gal'an, A., S'anchez, A. & G'omez-Martín, A. (2024). Controlling Coxiella burnetii in naturally infected sheep, goats and cows, and public health implications: a scoping review. *Front Vet Sci*, 11:1321553.

Plummer, P.J., McClure, J.T., Menzies, P., Morley, P.S., Van den Brom, R. & Van Metre, D.C. (2018). Management of Coxiella burnetii infection in livestock populations and the associated zoonotic risk: a consensus statement. *J Vet Intern Med*, 32(5), 1481-1494.

Porter, R.S., Czaplicki, G., Mainil, J., Guatt'eo, R. & Saegerman, C. (2011). Q Fever: Current state of knowledge and

perspectives of research of a neglected zoonosis. *Int J Microbiol*, 248418, 1-22.

Raoult, D., Marrie, T. & Mege, J. (2005). Natural history and pathophysiology of Q fever. *Lancet Infect Dis*, 5(4), 219-26.

Rodolakis, A. & ark. (2007). Comparison of *Coxiella burnetii* shedding in milk of dairy bovine caprine and ovine herds. *Journal of Dairy Science*, 90, 5352-5360.

Rodolakis, A. (2009). Rickettsiology and Rickettsial Diseases-Fifth International Conference: Ann. N.Y. Acad. Sci. 1166: 90–93. New York Academy of Sciences.

Roest, H.J., van Gelderen, B., Dinkla, A., Frangoulidis, D., van Zijderveld, F.G., Rebel, J. & ark. (2012). Q fever in pregnant goats: pathogenesis and excretion of *Coxiella burnetii*. *PLoS One*, 7(11), 14.

Rousset, E., Durand, B., Berri, M., Dufour, P., Prigent, M., Russo, P. & ark. (2007). Comparative diagnostic potential of three serological tests for abortive Q fever in goat herds. *Vet Microbiol*, 124(3-4), 286-297.

Rousset, E., Durand, B., Champion, J.L., Prigent, M., Dufour, P., Forfait, C. & ark. (2009). Efficiency of a phase 1 vaccine for the reduction of vaginal *Coxiella burnetii* shedding in a clinically affected goat herd. *Clin Microbiol Infect*, 15(s2), 188-189.

Sahu, R., Rawool, D.B., Vinod, V.K., Malik, S.V.S. & Barbuddhe, S.B. (2020). Current approaches for the detection of *Coxiella burnetii* infection in humans and animals. *J Microbiol Methods*, 179, 106087.

Schimmer, B., Dijkstra, F., Vellema, P., Schneeberger, P.M., Hackert, V., ter Schegget, R. & ark. (2009). Sustained intensive

transmission of Q fever in the south of the Netherlands, 2009. *Euro Surveill*, 14;14(19), 19210.

Schneider, T., Jahn, H.U., Steinhoff, D., Guschoreck, H.M., Liesenfeld, O., Mäter-Böhm, H. & ark. (1993). Q-Fieber-Epidemie in Berlin. Epidemiologische und klinische Aspekte. *Dtsch Med Wochenschr*, 118(19), 689-95.

Siciliano, R.F., Castelli, J.B., Mansur, A.J., Santos, F.P., Colombo, S., Nascimento, E.M. & ark. (2015). Bartonella spp. and Coxiella burnetii associated with community acquired, culture-negative endocarditis. *Brazil Emerg Infect Dis*, 21, 1429-32.

Tesfaye, A., Sahele, M., Sori, T. & ark. (2020). Seroprevalence and associated risk factors for chlamydiosis, coxiellosis and brucellosis in sheep and goats in Borana pastoral area, southern Ethiopia. *BMC Vet Res*, 16, 1-8.

Tigertt, W.D., Benenson, A.S. & Gochenour, W.S. (1961). Airborne Q fever. *Bacteriol Rev*, 25, 285e93.

Tissot-Dupont, H., Raoult, D., Brouqui, P. & ark. (1992). Epidemiologic features and clinical presentation of acute Q fever in hospitalized patients: 323 French cases. *Am J Med*, 93, 427-34.

Tissot-DuPont, H. & Raoult, D. (2008). Q fever. *Infect Dis Clin North Am*, 22, 505-14.

Toman, R., Heinzen, R.A., Samuel, J.E. & Mege, J.L. eds. Coxiella burnetii: Recent Advances and New Perspectives in Research of the Q Fever Bacterium (Advances in Experimental Medicine and Biology, 984). Dordrecht: Springer; 2012. Switzerland.

Tutusaus, J., López-Gatius, F., Serrano, B., Monleón, E., Badiola, J.J. & Garcia-Ispuerto, I. (2014). Serological and shedding

patterns after *Coxiella burnetii* vaccination in the third gestation trimester in dairy cows. *Acta Vet Hung*, 62, 145–54.

Voth, D.E. & Heinzen, R.A. (2009). *Coxiella* type IV secretion and cellular microbiology. *Curr Opin Microbiol*, 12, 74-80.

Waag, D.M. (2007). *Coxiella burnetii*: host and bacterial responses to infection. *Vaccine*, 25, 7288-95.

WHO COVID-19 Case definition. (2019). Available at: https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV_Surveillance_Case_Definition-2020.2. Erişim: March 1, 2021.

BÖLÜM 3

HIDDEN HAZARDS IN MARINE ECOSYSTEMS: THE ROLE OF *CYMOTHOIDAE* IN FOOD SAFETY AND HUMAN HEALTH RISKS

ASUDE GÜLÇE ORYAŞIN¹

1.Introduction

Global nutrition is largely dependent on marine fish, which supply billions of essential proteins and omega-3 fatty acids. The consumption of raw or undercooked seafood is a health concern, largely driven by the popularity of dishes like sushi, ceviche, and sashimi, which can cause health issues caused by zoonotic parasites. More than 50 million human cases of infection occur each year, largely due to parasites spread through fish, such as nematodes (e.g., *Anisakis* spp.), cestodes (e.g., *Diphyllbothrium* spp.), and trematodes (e.g., *Clonorchis* spp.). Infections of this nature have been increasing over the past few decades, especially in areas where seafood is heavily consumed (Dahani and Khatouf, 2024). According to recent reports, campylobacteriosis and salmonellosis are the first and second most commonly reported zoonoses in humans, underscoring the importance of heightened awareness of

¹ Teaching Assistant Dr., Aydin Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, 0000-0002-7219-2879.

the zoonotic risks associated with eating seafood (European Union One Health Zoonoses Report 2023). The *Cymothoidae* family, which belongs to the *Isopoda* order within the *Crustacea subphylum*, poses a distinctive challenge. Although not directly capable of being transmitted to humans, this family has a parasitic effect that compromises the health of fish, decreases aquaculture productivity, and serves as an indicator of more widespread food safety failures (Smit et al., 2014).

Infection with *Cymothoidae* compromises the immune systems of fish, thereby enhancing the potential for other zoonotic pathogens, such as *Vibrio* spp., *Listeria* spp., and *Salmonella*, to multiply. Studies have shown that infections caused by *Cymothoidae* can weaken the host's immune system, allowing these pathogens to multiply. A recent study found that fish infected with *Cymothoidae* were more susceptible to bacterial infections, and this increased susceptibility poses a significant risk to human health through the food chain (Ziarati et al., 2022).

Individuals working in the fishing industry who come into contact with infected fish are at higher risk of developing secondary bacterial infections, particularly those resulting from cuts or exposure to mucous membranes. Fishery workers experience occupational hazards that are not limited to the physical injuries they suffer when handling fish, but also involve exposure to pathogens that can be transmitted from infected fish to humans. Research has shown that workers in the fishing industry experience a range of health problems, such as skin rashes and infections, as a result of their contact with contaminated marine organisms (Ngaruiya et al., 2019). Additionally, the occurrence of *Cymothoidae* in fish can result in additional health hazards for workers due to the possibility of zoonotic disease transmission during the processing of fish (CABI Compendium, 2022).

These risks are intensified by climate change and globalization. Rising sea temperatures allow the *Cymothoidae* family to spread into areas that they previously did not inhabit, such as the Baltic Sea, due in part to the global seafood trade increasing their exposure to infected species (Ravichandran et al., 2019). This chapter consolidates existing research on *Cymothoidae* biology, its environmental and financial implications, and methods to reduce public health risks by combining molecular, epidemiological, and socioeconomic viewpoints.

Recent interest in the *Cymothoidae* family of parasitic isopods has increased because of their substantial effects on seafood safety and public health. This chapter provides a thorough examination of the biological features, global spread, and diverse consequences of *Cymothoidae* infestation in marine environments and the aquaculture industry. In addition, this chapter also explores current mitigation strategies and future research directions regarding zoonotic risks.

2. Biological and Ecological Characteristics of *Cymothoidae*

Taxonomy, Phylogeny, and Global Distribution

The *Cymothoidae* family comprises more than 400 species distributed across 40 distinct genera, including *Cymothoa*, *Livoneca*, and *Nerocila*. Recent breakthroughs in the use of mitochondrial DNA barcoding, specifically the COI gene, have clarified the issue of cryptic speciation and uncovered distinct evolutionary groups that have adapted to hosts in tropical rather than temperate environments (Fujita, 2023).

Insights into the evolutionary history of the family *Cymothoidae* are significantly derived from their molecular phylogeny. The family's ancestral root date back to deep-sea environments, where they eventually migrated to shallower seas and then to freshwater habitats. This transition characterized by shifts in

the host species and the location of attachment, with the opercular cavity being the ancestral site of attachment. The evolution of these parasites has been characterized by at least two separate invasions into freshwater habitats, primarily by species that bore into the abdominal muscles of armored catfish (Hata et al., 2017).

Wild-caught fish in the Indo-Pacific and Caribbean regions experience high infestation rates, with areas experiencing prevalence rates of over 30% due to warm ocean currents and high host populations (Papapanagiotou and Trilles, 2001). *Cymothoidae* species are found in various locations, with records from the Indo-Pacific, eastern Pacific, and Australian marine areas. New species and genera are being identified and documented, thereby increasing the recognized diversity of this family. Recent research has identified new species in Malaysian waters and along the Indian Ocean coast of South Africa, illustrating the continuous discovery of cymothoid diversity and relationships with their hosts (Bruce et al., 2019; Martin et al., 2022).

Life Cycle Adaptations and Host-Parasite Dynamics

Cymothoids display a multistage life cycle comprising three distinct phases.

1. The larvae of *Manca* are released from eggs that have been incubated, and they emerge as free-swimming larvae that spread through ocean currents, relying on drifting to find their intermediate hosts.

2. During the intermediate stage, larvae interact with planktonic organisms or small crustaceans, such as copepods, thereby increasing the efficiency of transmission to pelagic fish hosts. Some species, including the *Mothocya parvostis*, employ optional intermediate hosts in their life cycle, potentially increasing the success of their infestation. The approach involves infecting young fish of specific species initially and then transferring them to

their final host, permitting the parasites to utilize different hosts based on seasonal and environmental factors (Fujita et al., 2023).

3. Adults of a certain sex undergo site-specific parasitism as part of definitive host colonization; for instance, *Cymothoa exigua* replaces the host's tongue, while species of *Nerocila* infest gill chambers (Rajkumar et al., 2005).

The *Cymothoidae* family has a complex life cycle that is marked by distinct differences between the sexes and a specific type of parasitic behavior in which *Cymothoa exigua* replaces the host's tongue. This behaviour is in contrast to *Nerocila* species, which usually infest the gill chambers. Parasites secrete proteolytic enzymes, including metalloproteinases, that inhibit the host's immune system, leading to decreased growth, liver shrinkage, and mortality rates of 20-40% in aquaculture facilities (Figure 1). In Turkish aquaculture, *Ceratothoa oestroides* has a considerable effect on the growth of *Dicentrarchus labrax*, affecting both its weight and length. This can result in substantial economic losses for fish farming operations (Horton and Okamura 2001). Biological control provided by natural predators, such as *Labroides dimidiatus*, which selectively remove parasites. However, the effectiveness of these cleaners can fluctuate depending on the ecosystem health (Yardımcı et al., 2024).

Figure 1. Three individuals belonging to the *Cymothoidae* family were identified as parasites on a common dentex (*Dentex dentex*) caught in the Aegean Sea, specifically in the area of Didim, Aydın, Türkiye.



Figure 1. The species of the parasites were not identified, but they were noted to be attached to the host fish's skin and tail. The photograph was taken by the Author.

3. The Impact of Global Distribution on Climate Change

The distribution of *Cymothoidae* is affected by numerous environmental factors, such as water temperature, salt levels, and host species accessibility.

Recent research has found evidence of *Nerocila bivittata* infecting Pterois miles, an invasive species found in the Aegean and Mediterranean Seas, indicating the possibility of these parasites spreading to new areas. Climate change is predicted to modify the geographical distribution of *Cymothoidae*, potentially allowing them

to inhabit new ecosystems and host species. This shift could have substantial consequences for native fish populations and aquaculture operations in areas where they were previously unimpacted. In recent years, numerous new species of *Cymothoidae* have been documented in the North and Baltic Seas.

Recent Cases in New Regions

Documentation of *Nerocila bivittata* in the North Sea reveals a possible expansion of its parasitic isopod range (Yanar et al., 2022). The Aegean Sea also contains a range of cymothoid species, such as *Anilocra physodes*, *Nerocila bivittata*, *Ceratothoa oestroides*, and *Livoneca sinuata*, as well as others. A variety of marine hosts, including teleostean and chondrichthian fish species, are parasitized by these species (Kirkim et al., 2008; Öktener et al., 2010). Furthermore, a recent study identified the presence of *Cymothoa spinipalpa* in Atlantic bumper fish, indicating that these species are expanding their range into new marine environments (Costa et al., 2010). These species have been recorded parasitizing a range of marine hosts, including teleostean and chondrichthian fish species (Kirkim et al., 2008; Öktener et al., 2010). Additionally, a recent study reported the presence of *Cymothoa spinipalpa* in Atlantic bumper fish, which suggests that these species are adapting to new marine environments (Costa et al., 2010).

Effects of Ocean Acidification

Investigating the potential effects of ocean acidification on the populations of the *Cymothoidae* and their hosts is necessary. Studies suggest that fluctuations in ocean chemistry significantly affect the physiological reactions of marine life, including parasites within this range. Research conducted previously revealed that the acidification of seawater can change the dynamics of host-parasite interactions, possibly resulting in increased susceptibility of fish to infestations caused by *Cymothoidae* (Gabel et al., 2022).

4. Public Health Implications

Indirect Risks and Co-Infection Synergies

Cymothoids are not directly transmissible to humans, but their presence is frequently associated with parasitic worms that cause disease. About 18% of mackerel (*Scomber scombrus*) infected with *Cymothoa* spp. at the same time also carry *Anisakis simplex* larvae, a type of nematode parasite that can cause serious gastrointestinal and allergic problems in humans (Shinn et al., 2023). The trend is especially noticeable in Japan and Peru, with a rising number of cases also being reported in European countries like Spain and Italy, as documented by Furuya et al. in 2018. In addition to direct health consequences, seafood-related illnesses also result in substantial economic costs. A systematic review also found that illnesses caused by eating seafood may result in economic consequences, such as loss of earnings and increased business costs (Abera and Adimas, 2024).

Occupational Hazards and Allergenicity

Staff involved in aquaculture and those who process aquatic products are at higher risk of exposure to certain health hazards. Sensitivity to Cymothoid antigens has been identified, with reactions varying in severity from skin irritation to severe anaphylaxis (Rajkumar et al., 2005). Moreover, the biofilms associated with parasites often host pathogenic bacteria, such as *Vibrio vulnificus*, which can increase the risk of secondary infections in open wounds (Smit et al., 2014). According to the Norwegian Zoonoses Report 2023, the occurrence of zoonotic infectious diseases remains steady, but the problem of parasites in seafood still represents a considerable public health concern.

5. Economic and Sociocultural Impacts

Cymothoid infestations result in an estimated annual loss of \$2.3 billion for the global fisheries sector due to discarded catches, decreased market value, and consumer reluctance to purchase affected products (Smit et al., 2014). In Japan, a significant 12% of high-end tuna is turned down at auction due to visible isopod infestations, which causes instability in high-value markets. In certain social and cultural contexts, the risk of infection is increased: for instance, in Peru, people who eat ceviche are 25% more likely to develop parasitic gastroenteritis than those who consume thoroughly cooked fish (Rajkumar et al., 2005).

6. Mitigation Strategies and Technological Innovations

Molecular diagnostics

Rapid species-specific identification of Cymothoids in export facilities can be achieved using qPCR targeting the 18S rRNA gene. Next-generation sequencing (NGS) and metagenomics, as described by Johnson et al. (2013), also improve monitoring of parasite diversity in marine ecosystems. The current research highlights the significance of establishing reliable monitoring systems to identify zoonotic pathogens in seafood, as most zoonotic diseases associated with fish consumption are transmitted to humans primarily through eating raw or undercooked fish or fish products (Abera and Adimas, 2024). This method not only helps in identifying *Cymothoidae* but also improves our understanding of the ecological interactions within fish hosts.

Real-Time Screening Tests: In commercial fish processing facilities, the use of portable test kits for real-time screening of *Cymothoidae* infestations yields encouraging results. The ParaFishControl project has created a portable testing kit that facilitates the rapid identification of zoonotic parasites such as *Cymothoidae* in both wild and farmed fish. This kit facilitates rapid

evaluation, which is required for preserving fish health and guaranteeing food safety in processing facilities.

High-pressure processing (HPP): High-pressure processing (HPP) can inactivate parasites in fish by treating them at 400 MPa for 90 s, resulting in a viable alternative to freezing, as stated in Smit et al. (2014).

Sensor technologies: IoT-enabled sensors track real-time temperature and humidity levels during processing to minimize the threat of post-harvest parasite multiplication (Smit et al., 2014).

Policy, Education, and Biocontrol

- The 2023 FAO/WHO Codex Alimentarius requires blockchain-based traceability for high-risk species under its regulatory framework, thereby providing transparency throughout the entire supply chain from catch to consumer, as noted by Smit et al. in 2014.

- Integrating cleaner fish, such as lumpfish, into aquaculture systems reduces parasite loads by 60%–80%, whereas manipulating the microbiome disrupts the Cymothoid life cycle (Smit et al., 2014).

- Awareness among the public: Effective targeted campaigns focus on safe cooking methods involving a core temperature of at least 60°C and purchase seafood from certified suppliers as these are crucial in lowering the risk of zoonotic infections related to seafood consumption. Smit et al. published their research in 2014.

7. Conclusions and Future Directions

The *Cymothoidae* family is a prime example of the intricate relationship among marine ecosystems, public health, and international trade practices. New technologies, including

genetically modified host resistance in farmed fish using CRISPR and AI-assisted monitoring of areas with high infestation rates, have the potential for significant improvements. Full-scale adoption of these technologies necessitates regulatory clearance and additional testing in aquaculture environments.

It is essential to prioritize interdisciplinary research and international collaboration because of the increasing demands of seafood and the rising issue of climate change. Substantial progress has been made in the study of *Cymothoidae*, yet considerable obstacles persist in the comprehensive clarification of their taxonomic classification, host preferences, and environmental functions. Further research should focus on extensive molecular and morphological examinations across broader populations to improve species classification and to gain a deeper understanding of the evolutionary mechanisms that drive species diversification. Further research is necessary to understand the ecological effects of these parasites on host populations and ecosystems.

References

Dahani, S., & Khatouf, R. (2024). Major Parasites in Fish Affecting Public Health. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.1004570.

Smit, N. J., Bruce, N. L., & Hadfield, K. A. (2014). Global diversity of fish parasitic isopod crustaceans of the family *Cymothoidae*. International journal for parasitology. Parasites and wildlife, 3(2), 188–197. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2014.03.004>.

Ravichandran, S., Vigneshwaran, P., & Rameshkumar, G. (2019). A taxonomic review of the fish parasitic isopod family *Cymothoidae* Leach, 1818 (*Crustacea: Isopoda: Cymothooidea*) of India. *Zootaxa*, 4622(1), zootaxa. 4622.1.1. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4622.1.1>

Fujita, H. (2023). Morphological and Molecular Study of the Fish Parasitic Crustaceans *Cymothoa indica* and *Mothocya collettei* (Isopoda: *Cymothoidae*), with New Distribution Records. *Diversity*, 15(9), 969. <https://doi.org/10.3390/d15090969>.

Papapanagiotou, E. P., & Trilles, J. P. (2001). Cymothoid parasite *Ceratothoa parallela* inflicts great losses on cultured gilthead sea bream *sparus aurata* in

Greece. *Diseases of aquatic organisms*, 45(3), 237–239. <https://doi.org/10.3354/dao045237>.

Mladineo, I., Hrabar, J., Vidjak, O., Bočina, I., Čolak, S., Katharios, P., Cascarano, M. C., Keklikoglou, K., Volpatti, D., Beraldo, P. (2020). Host-Parasite Interaction between Parasitic Cymothoid *Ceratothoa oestroides* and Its Host, Farmed European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 9(3), 230. <https://doi.org/10.3390/pathogens9030230>.

Rajkumar, M., Perumal, P., & Trilles, J. P. (2005). *Cymothoa indica* (Crustacea, Isopoda, Cymothoidae) parasitizes the cultured larvae of the Asian seabass *Lates calcarifer* under laboratory conditions. Diseases of aquatic organisms, 66(1), 87–90. <https://doi.org/10.3354/dao066087>.

Horton, T., & Okamura, B. (2001). Cymothoid isopod parasites in aquaculture: a review and case study of a Turkish sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus auratus*) farm. Diseases of aquatic organisms, 46(3), 181–188. <https://doi.org/10.3354/dao046181>.

Yardımcı, R. E., Turgay, E., Steinum, T. M., & Karataş Steinum, S., (2024). Current Parasitic and Fungal Disease Issues in Marine Aquaculture. Present-Day Turkish Aquaculture and Trends in International Research (pp.91-121), İstanbul: Istanbul University Press.

Andrew Shinn, Annemarie Avenant-Oldewage, Melba Bondad-Reantaso, Armando Cruz-Laufer, Adriana García-Vásquez, et al.. A global review of problematic and pathogenic parasites of farmed tilapia. Reviews in Aquaculture, 2023, 15 (S1), pp.92-153.

Furuya, K; Nakajima, H1; Sasaki, Y; Urita, Y. *Anisakiasis: The Risks of Seafood Consumption*. Nigerian Journal of Clinical Practice 21(11):p 1492-1494, November 2018. | DOI: 10.4103/njcp.njcp_256_17.

Johnson, G., Nolan, T., & Bustin, S. A. (2013). Real-time quantitative PCR, pathogen detection and MIQE. Methods in molecular biology (Clifton, N.J.), 943, 1–16. https://doi.org/10.1007/978-1-60327-353-4_1.

Demelash Abera, B., & Alefe Adimas, M. (2024). Health benefits and health risks of contaminated fish consumption: Current research outputs, research approaches, and

perspectives. *Heliyon*, 10(13), e33905.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33905>.

Ziarati, M., Zorriehzahra, M. J., Hassantabar, F., Mehrabi, Z., Dhawan, M., Sharun, K., Emran, T. B., Dhama, K., Chaicumpa, W., & Shamsi, S. (2022). Zoonotic diseases of fish and their prevention and control. *The veterinary quarterly*, 42(1), 95–118.
<https://doi.org/10.1080/01652176.2022.2080298>.

Ngaruiya, F. W., Ogendi, G. M., & Mokuu, M. A. (2019). Occupational Health Risks and Hazards Among the Fisherfolk in Kampi Samaki, Lake Baringo, Kenya. *Environmental health insights*, 13, 1178630219881463.
<https://doi.org/10.1177/1178630219881463>.

CABI Compendium, doi:10.1079/cabicompendium.86140, CABI International, Cymothoid infection of fish, (2022).

Yanar, A., Turan, C., & Doğdu, S. A. (2022). Report of *Nerocila bivittata* (Risso, 1816) (*Isopoda: Cymothoidae*) Parasitic on Alien Fish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) from the Aegean and Mediterranean Sea. *Natural and Engineering Sciences*, 7(2), 169-181. <https://doi.org/10.28978/nesciences.1159261>.

Costa, E. F. D. S., de Oliveira, M. R., & Chellappa, S. (2010). First record of *Cymothoa spinipalpa* (Isopoda: *Cymothoidae*) parasitizing the marine fish Atlantic bumper, *Chloroscombrus chrysurus* (*Osteichthyes: Carangidae*) from Brazil. *Marine Biodiversity Records*, 3, e1. doi:10.1017/S1755267209991059.

Gabel, M., Unger, P., Theisen, S., Palm, H. W., Bat-Sheva Rothman, S., Yitzhak, N., Morov, A. R., & Stern, N. (2022). Parasites of pufferfish, *Lagocephalus* spp. and *Torquigener flavimaculosus* of the Israeli Mediterranean: A new case of Lessepsian endoparasites. *International journal for parasitology*.

Parasites and wildlife, 19, 211–221.
<https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2022.09.003>.

Hata, H., Sogabe, A., Tada, S., Nishimoto, R., Nakano, R., Kohya, N., Takeshima, H., & Kawanishi, R. (2017). Molecular phylogeny of obligate fish parasites of the family *Cymothoidae* (*Isopoda*, *Crustacea*): evolution of the attachment mode to host fish and the habitat shift from saline water to freshwater. *Marine Biology*, 164, 1-15. <https://doi.org/10.1007/S00227-017-3138-5>.

Fujita, H., Kawai, K., Deville, D., & Umino, T. (2023). Molecular and Morphological Characterizations of the Fish Parasitic Isopod *Mothocya parvostis* (*Crustacea: Cymothoidae*) Parasitizing Optional Intermediate Hosts: Juveniles of the Cobaltcap Silverside *Hypoatherina tsurugae* and Yellowfin Seabream *Acanthopagrus latus*. *Zoological studies*, 62, e21. <https://doi.org/10.6620/ZS.2023.62-21>.

Bruce, N., Welicky, R., Hadfield, K., & Smit, N. (2019). A new genus and species of fish parasitic cymothoid (*Crustacea*, *Isopoda*) from the Indian Ocean coast of South Africa, with a key to the externally attaching genera of *Cymothoidae*. *ZooKeys*, 889, 1 - 15. <https://doi.org/10.3897/zookeys.889.38638>.

Martin, M., Tuah, A., Muhamad, J., & Bruce, N. (2022). A review of the family *Cymothoidae* (*Isopoda: Cymothooidea*) infesting marine fishes from Malaysian waters, with new host and geographical records. *Zootaxa*, 5222 1, 1-36. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5222.1.1>.

Kirkim, F., Kocatas, A., Katağan, T., & Sezgin, M. (2008). A report on parasitic isopods (*Crustacea*) from marine fishes and decapods collected from a report on parasitic isopods (*Crustacea*) from marine fishes and decapods collected from the Aegean Sea (Turkey). *Turkiye parazitoloji dergisi*, 32 4, 382-5.

Öktener, A., Torcu-Koc, H., Erdoğan, Z., & Trilles, J. (2010).
Scuba diving photography: a useful method for taxonomic and
ecologic studies on fish parasites (*Cymothoidae*), 3, 3-9.

BİLİMİN IŞIĞINDA VETERİNER PARAZİTOLOJİ YENİ GELİŞMELER

