Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi
E-ISSN: 2146-0132 19(1): 31-44, 2026
Derleme Makalesi

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN PARAZİTLER ÜZERİNDEKİ OLASI ETKİLERİ

Gülhan Kaya[1,a], Sami Gökpınar[2,b,*]

[1]*Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veterinerlik Parazitolojisi Anabilim Dalı, Kırıkkale, Türkiye*

[2]*Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, Kırıkkale, Türkiye*

**Corresponding Author:*
E-mail: samigokpinar@hotmail.com

(Received 9th February 2026; accepted 03rd April 2026)

a: ORCID 0000-0002-6827-5217, b: ORCID 0000-0001-7071-869X

ÖZET. İklim değişikliği, parazitlerin konaklarıyla etkileşim biçimlerini, ekosistem dinamiklerini ve hastalıkların dağılımını etkileyerek paraziter hastalıkların epidemiyolojisini çok yönlü ve karmaşık şekillerde değiştirmektedir. Özellikle yaşam döngülerinin belirli evreleri çevrede gelişen ya da salyangoz ve sümüklü böcek gibi canlıları ara konak olarak kullanan parazitler, iklimsel değişkenlere karşı oldukça duyarlıdır. Küresel iklim değişikliğinin etkileri; parazitlerin gruplarına, ailelerine, cinslerine ve hatta türlerine göre farklılık göstermektedir. Bu alanda uzun yıllardır çok sayıda çalışma yürütülmesine rağmen, iklim değişikliğinin parazitler üzerindeki etkileri henüz tam olarak ortaya konulamamıştır. Bunun temel nedeni, farklı morfolojik ve fizyolojik özelliklere, gelişim koşullarına ve konak ilişkilerine sahip çok sayıda tek ve çok hücreli parazitin varlığıdır. Bu derlemenin amacı, küresel iklim değişikliğinin parazitler üzerindeki olası etkilerini güncel literatür ışığında değerlendirmek ve konuya bütüncül bir bakış açısı sunmaktır.

Anahtar Kelimeler: *iklim değişikliği, artropod, helmint, parazit, protozoon*

THE POTENTIAL EFFECTS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON PARASITES

ABSTRACT. Climate change affects parasitic diseases in complex and multifaceted ways by altering host–parasite interactions, disrupting ecosystems, and deepening health inequalities. Parasites whose life cycles include free-living stages in the environment or involve intermediate hosts such as snails and slugs are particularly sensitive to climatic variables. The impacts of global climate change vary among parasite groups, families, genera, and even species. Although numerous studies have been conducted on this topic for many years, the effects of climate change on parasites have not yet been fully elucidated. This is mainly due to the vast diversity of unicellular and multicellular parasites with different morphological and physiological characteristics, developmental requirements, and host associations. This review aims to evaluate the potential effects of global climate change on parasites in light of the current literature and to provide a comprehensive perspective on this emerging field.

Keywords: *climate change, arthropod, helminth, parasites, protozoan*

GİRİŞ

Parazitizmin kökeni milyonlarca yıl öncesine dayanmaktadır. Yüzyıllar boyunca, parazitler yeni konak ve iklim koşullarına uyum sağlamak, hayatta kalmak ve türlerini sürdürmek için sayısız adaptasyon mekanizması geliştirmişlerdir. Dünyada yıkıcı iklim değişikliklerinde parazitlerin hayatta kalması ile ilgili birçok örnek bulunmaktadır. Örneğin, Apicomplexa şubesinin üyeleri; artropodlarda parazitliğe adapte olarak, onlar aracılığıyla Karbonifer'in sonundan dinozorların dünyaya hâkim olduğu dönemde omurgalılara ulaşmışlardır [1, 2]. Altmış beş (65) milyon yıl önce "büyük felaket" olarak tabir edilen ve yaklaşık 10 km çapındaki asteroit dünyaya çarptığında [3] bu parazit grubunun yeni yaşam seçenekleri aradığı belirtilmiştir [2].

Parazitlerin kökeninde serbest yaşayan canlıların olduğu, bu canlıların milyonlarca yıl içerisinde, tesadüfi olarak sıkı ilişki kurduğu konaklarında önce kommensal hayata, daha sonra da paraziter yaşama uyum sağladığı düşünülmektedir. Paraziter yaşama adaptasyonda; canlıların konakta karşılaştığı immun yanıtı atlatma, baskılama, immun yanıt oluşumuna izin vermeden hızlı çoğalma, DNA yapısındaki mutasyona bağlı olarak serbest yaşamda bulunan göz, anten, bacak vb. organların ortadan kalkmasıyla morfolojik, metabolik ve biyolojik değişikliklerin ortaya çıkması rol oynamıştır. Bu adaptasyonların memeli ve artropodlar da gerçekleştiği belirtilmiştir. Adapte olan parazitlerin bazıları zaman içerisinde zorunlu parazitizme geçiş göstermiş, ilerleyen zamanlarda ise mutualistik bir yaşama da uyum sağlamışlardır. Evrim terminolojisine göre "konak parazite ne kadar az tolerans gösteriyor ise evrim süresi o kadar kısadır" denilmiştir [4].

İnsan faaliyetleri nedeniyle ekosistemin doğal dengesinin bozulması sonucu ortaya çıkan uzun süreli değişiklikler iklim değişikliği olarak tanımlanmıştır. İklim değişikliğinin temel nedeninin fosil yakıtların yanması, sanayi ve ormansızlaşma gibi insan faaliyetleri sonucu karbondioksit, diazot monoksit ve metan gibi sera gazlarının atmosfere salınması olduğu bildirilmektedir. Bu gazlar ısıyı atmosfere hapseder ve sera etkisi olarak adlandırılır [5].

Aşırı hava olayı, “yılın belirli bir yerinde ve zamanında nadir görülen bir olay” olarak tanımlanır. Aşırı hava durumu bir süre devam ettiğinde, aşırı iklim olayı olarak sınıflandırılabilir. Bu olaylar sıcak hava dalgaları, soğuk havalar, şiddetli yağmurlar, sel, heyelan, kuraklık, kontrol edilemeyen yangınlar, şiddetli fırtınalar (rüzgar, dolu) gibi ekstrem olaylar olarak da adlandırılabilir [6].

İklim değişikliği ve küresel ısınma nedeniyle Dünya’da; biyolojik çeşitlilik tehdit edildiğinden, önümüzdeki 100 yıl içerisinde ısının 1– 3.5 °C artacağı, orta enlemlerin kutuplara doğru 150–550 km hareket edeceği bildirilmektedir. Bunun sonucunda ekosistemlerin coğrafik dağılımı ve kompozisyonunun yeni şartlara vereceği cevabın değişmesi beklenmektedir. Bütün bu değişimler çok kısa sürelerde yaşanacağından, canlıların bu hızlı değişime ayak uydurmalarının mümkün olmayacağı, dolayısıyla türlerin çoğunun yeni şartlara yeterince uyum sağlayamayıp yok olması beklenmektedir. 2050 yılına kadar küresel ısınmanın bitki ve hayvan türlerinin %25’ini veya bir milyondan fazlasını yok edeceği düşünülmektedir. Bu durumun 65 milyon yıl önce

meydana gelen ve dinozorların dünyadaki varlığının ortadan kalkmasından sonra yaşanacak en kötü "türsel tükenme" olacağı bildirilmektedir [7].

2023 yılı nisan ayında Avrupa Parlementosu tarafından yayınlanan bir çalışmada; iklim değişikliğinin Avrupa'da beklenen etkileri,

1. Aşırı sıcaklıklar ve ısı endekslerinin tüm Avrupa'da artacağı (Örneğin, sanayi öncesi dönemde her 10 yılda olan sıcak hava dalgasının artık her 3.5 yılda bir, gelecekte ise 1.8 yılda bir meydana geleceğini),
2. Avrupa genelinde tarımsal kuraklıkların artacağı,
3. Kuzey Avrupa'daki kış sıcaklıkları ve Güney Avrupa bölgesindeki yaz sıcaklıklarının yükseleceği,
4. Don ve soğuk hava olaylarının genellikle Avrupa genelinde azalacağı,
5. Yoğun yağışların Avrupa genelinde artacağı şeklinde rapor edilmiştir [6].

Türkiye'de iklim değişikliğinin etkisini fazlasıyla görmekte ve yakın gelecekte bu etkinin şiddetleneceği bildirilmektedir. Türkiye'de iklim değişikliği nedeni ile sıcaklık artışı, su kaynaklarında azalma, kuraklık, aşırı yağış, orman yangınları, deniz seviyesinin yükselmesi, doğal yaşam ve biyolojik çeşitliliğin bozulması gibi etkiler beklenmektedir [5].

İklim değişikliğinin, ülkemizdeki doğal ekosistemi ve biyolojik çeşitliliği azaltacağı belirtilmektedir. İklimdeki değişikliğe bazı ekosistemler, hızlı karşılık verirken, bazıları oldukça yavaş karşılık verirler. İklim değişikliğine türler tek tek farklı şekilde tepki vereceğinden, birçok ekosistemin yapısı ve coğrafî dağılışı bozulacaktır [8].

Bu derlemede iklim değişikliğinin parazitler üzerindeki olası etkilerinin mevcut bilgiler ışığında incelenmesi amaçlanmıştır.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HAYVANLAR ÜZERİNE ETKİSİ

Evcil hayvanların çoğunun, 10 ila 30°C arasındaki sıcaklıklarda en iyi performans gösterdiği bilinmektedir. Bu nedenle, sıcaklığın 30°C'nin üzerine çıkması, sığır, koyun, keçi, domuz ve tavukların yem alımlarını %3-5 oranında azaltabilmektedir. Ayrıca, sıcaklıktaki artışlar immünolojik tepkileri baskılayan stres hormonlarının salgılanmasına yol açarak bulaşıcı patojenlerin yayılmasını kolaylaştırabilir. Balıklar üzerinde yapılan deneyler, küresel ısınmanın neden olduğu ısı dalgalarının, konakların bağışıklık sistemlerini zayıflatarak potansiyel olarak bulaşıcı hastalıkların yayılmasına katkıda bulunabileceğini göstermektedir [9].

İklim değişikliğinin doğrudan etkileri sıcaklığa bağlı hastalık, ölüm ve aşırı hava olayları sırasında ortaya çıkan olgular iken, dolaylı etkilerinin hayvanların termal çevreye uyum sağlama girişimleri, mikrobiyal popülasyonların yok olması veya artması, vektör kaynaklı hastalıkların yayılması, konak direnci, yem ve su kıtlığı veya gıda kaynaklı hastalıklar olacağı düşünülmektedir [10].

İklim bulaşıcı hastalıkların yayılımını kısıtlarken, hava durumunun salgınların zamanlamasını ve yoğunluğunu etkileyeceği belirtilmiştir [11]. Bu nedenle, iklim faktörlerindeki değişiklikler bulaşıcı hastalıkların dağılımını veya ekolojik aralığını

etkileyebilirken, hastalığın sıklığı ve büyüklüğünün sel ve kuraklık gibi aşırı hava koşullarıyla değişeceği; patojen ve vektörler de dahil olmak üzere iklim değişikliğinin canlı organizmaların fizyolojisini, metabolizmasını, gelişim hızını, dağılımını, yaşam çemberini ve organizmaların adaptasyonunu etkileyeceği bildirilmektedir [12].

İklim değişikliğinin son yıllarda hayvansal üretimi, hayvan sağlığı ve refahını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyeceği belirtilmektedir. İklim değişikliği, endemik hastalık insidansının artmasına neden olabilir. Bu durum verimi etkilerken, verimi düşen hayvanlardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarının da iklim değişikliğine katkıda bulunabileceğini belirtmiştir. Yine ısı stresini önlemek için hayvanları dışarıya çıkarmak, mera kaynaklı hastalıklar ve parazitler için daha büyük bir risk getirebilirken, aşırı hava koşullarından dolayı hayvanları iç mekânda tutmak, barınma ile ilişkili hastalıklar için risk oluşturabilecektir [13].

İklim değişikliğinin sucul ekosistemlerde parazit ve hastalıkların yayılmasını da etkileyeceği belirtilmiştir. İklim değişikliğinin sadece parazit türlerinde değil, aynı zamanda konak dağılımı ve yoğunluğu üzerinde de etkili olabileceği bildirilmiştir. Konak ve patojenin ekolojisindeki değişikliğin hastalığın ortaya çıkışı ile doğrudan ilişkili olduğu, en belirgin etkinin ise patojenin coğrafi alanının genişlemesi olabileceği, artan sıcaklığın sucul hayvanlarda termal stres oluşturabileceği, bu durumun büyümeyi azaltabileceği ve bağışıklık yetmezliğine neden olabileceği ileri sürülmektedir [14].

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN PARAZİTLERE OLAN OLASI ETKİSİ

İklim değişikliği, deniz seviyelerinin yükselmesinden aşırı hava olaylarına kadar çevremizin birçok yönünü etkileyen küresel bir olgudur. En önemli ancak sıklıkla göz ardı edilen etkilerinden biri, parazitik enfeksiyonların yayılımı üzerindeki etkisidir. İklim değişikliği, parazitlerin konaklarıyla etkileşim biçimlerini değiştirerek, ekosistemleri bozarak ve sağlık eşitsizliklerini derinleştirerek parazitik hastalıkları çok yönlü ve karmaşık şekillerde etkilemektedir [15].

Parazitler dünyanın her yerinde ve her iklim kuşağında bulunabilirler, ancak tropik ve subtropik bölgelerde daha yaygındırlar. Günümüzde insanlarda ve hayvanlarda tanımlanmış olan hayvansal kökenli parazit sayısı yaklaşık 70.000 civarında olup, tüm canlılar arasında %6-7 gibi büyük bir orana sahiptirler. Parazitlerin yaşadığı konakların dağılımı da oldukça fazla olup tek hücreliler de dâhil olmak üzere yumuşakçalar, sölenterler gibi ilkel omurgalılardan gelişmiş omurgalılara kadar birçok canlıda parazitler bulunabilmektedir. Parazitlerin konakla ilişkisinin birçok (ekolojik, davranışsal, vb.) faktöre bağlı olacağı bildirilmiştir [16].

İklim değişikliğinin doğrudan sonuçlarının, aşırı hava olaylarının veya sıcaklık ve yağış değişikliklerinin meydana gelmesiyle fark edilmesi kolaydır, ancak dolaylı sonuçlar o kadar kolay görülmemektedir. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak paraziter hastalıkların endemik çeşitliliğinde meydana gelecek bir artış veya değişikliğin çok ciddi yansımaları olacağı bildirilmektedir [17].

İklim değişikliği, canlı organizmalar üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olup, yabani ve çiftlik hayvanları ile insanları enfekte eden farklı patojenlerin (virüsler,

bakteriler, mantarlar, parazitler) bulaşma şekillerini etkileyebilir. İklim değişikliği nedeniyle hastalık bulaşmasındaki değişiklikler; parazitlerin, vektörlerin ve konakların serbest yaşam evrelerinin gelişim, ölüm ve üreme oranlarındaki değişiklikleri; parazitlerde, vektörlerde ve konaklarda davranış değişiklikleri bağışıklık, stres tepkisi ve fizyolojinin değiştirilmesi yoluyla konak duyarlılığının değiştirilmesine bağlı olarak ortaya çıkar [18].

İklim koşullarının parazitlerin yapısını ve yoğunluğunu etkileme kapasitesi uzun zamandan beri iyi bilinmektedir. Parazitlerin gelişim ve bulaşma oranları özellikle hava koşullarına karşı duyarlıdır. Mevcut iklim değişikliği parazitlerin, vektörlerin ve ara konakların dağılımını, hayatta kalma oranını etkileyecek ve onlar tarafından taşınan parazitlerin üreme ve olgunlaşma oranını direkt etkileyecektir [19].

Küresel ısınma, dünyanın biyotasını ve ekosistemlerin işleyişini birçok dolaylı şekilde etkileyebilir. Son kanıtlar, iklim değişikliğinin paraziter hastalıkların coğrafi dağılımını değiştirebileceğini ve konakları için potansiyel olarak ciddi sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir. Daha sıcak hava koşullarının parazitlerin bulaşmasını teşvik edeceği ve sayılarını artıracağı bildirilmiştir [20]. İklim değişikliğinin sadece parazit türlerini doğrudan etkilemekle kalmayacağı, aynı zamanda konaklarının dağılımında ve yoğunluğunda da değişikliklere neden olacağı bildirilmiştir [14].

İklim Değişikliğinin Parazit Gruplarına Göre Etkileri

Helmintler

İklim değişkenlerinin, helmint türlerinin yaşam çemberi modeline göre, serbest yaşayan larva evrelerini doğrudan ve dolaylı olarak sadece omurgasızları değil, aynı zamanda omurgalıları da etkileyerek yaygınlığını, yoğunluğunu ve coğrafi dağılımını değiştirebileceği belirtilmektedir [21].

Trematodlar, birinci ara konağın bir yumuşakça olduğu heteroksen bir yaşam döngüsüne sahiptir. İki konaklı bir yaşam döngüsüne sahip olan trematodlarda omurgalılar sonkonaktır. Konak, deri yoluyla, salyangozdan (schistosomatidlerde) atılan serker veya tatlı su bitkilerinde bulunan metaserkerin alınmasıyla enfekte olur. Üç konaklı yaşam döngülerinde, omurgalı konak, genellikle omurgasız (mollusklar, böcekler, kabuklular) veya ekzotermik omurgalı (balık, kurbağalar, sürüngenler) olan ikinci ara konağı ağız yoluyla alarak enfekte olur. İklim koşulları ya serbest gelişim evrelerini (omurgalı konak tarafından dışkıyla atılan yumurtalar, yumurtanın içinde mirasidyum gelişimi, salyangozdan atılan serker veya metaserkeri) doğrudan ya da diğer larval aşamaları (sporokistler, redi, salyangozdaki serker, omurgasızlarda metaserkeri) dolaylı olarak etkiler [12]. Hava ve su sıcaklığı tahminindeki küçük artışların sadece bazı hastalıkların coğrafi dağılımını etkilemekle kalmayıp, birçok ekosistemde enfektif evrelerin çoğalmasını da uyarabileceği bildirilmektedir [20]. Trematodlar çevrelerindeki sıcaklık farklarından çok kolay etkilenebilen parazitlerdir. Sıcaklıktaki küçük farklılıklar dahi mirasidyumların birinci ara konak olan salyangozlara bulaşmasını, serkerlerin ara konak salyangozlardaki eşeysiz olarak üreme hızını ve serkerlerin ikinci ara konağa bulaşma ve burada hayatta kalmaları üzerinde derin etkiler yaratabilmektedir [22]. Ancak trematodların sıcaklığa duyarlılığı tür içi düzeyde önemli ölçüde varyasyon göstermekte

olup, bazı genotipler daha yüksek sıcaklıklarda çok daha iyi performans sergilerken, bazıları daha düşük sıcaklıklarda daha başarılı olmaktadır [23]. Trematod popülasyonlarındaki bu mevcut genetik varyasyon, doğal varyasyon için gerekli hammaddeyi sağlamaktadır. Dolayısıyla, küresel ısınma ilerledikçe, biraz daha sıcak sularda daha iyi performans gösteren genotiplerin frekansının giderek artması ve daha serin koşullarda daha başarılı olan genotiplerin yerini alması beklenebilir. Bu tür mikroevrimsel değişimlerin net etkisi, trematodların çeşitli uygunlukla ilişkili özelliklere ait termal performans eğrilerinin daha yüksek sıcaklık aralıklarına doğru kayması şeklinde olabilir. Buna göre, gelecekte daha sıcak bir dünyada trematodlar günümüzdeki trematodlara kıyasla mutlaka daha yüksek bulaşma ve enfeksiyon oranlarına ulaşmak zorunda olmayabilir; bunun yerine yeni koşullara uyum sağlayabilirler [22].

Salyangozlar, *Fasciola* ve *Schistosoma* parazitleri için önemli ara konaklardır; parazit oranı tatlı su salyangozlarının oranıyla doğrudan ilişkilidir. Salyangoz popülasyonunun varlığını sürdürmesi su hızına, yağışa ve sıcaklığa bağlıdır [17]. İklim değişikliği, değişen su hızı ve sıcaklığına yönelik tek tehdit olmayıp; insan faaliyetleri de salyangoz popülasyonlarının artmasına neden olan önemli faktörlerdendir. Mevcut suyun sulama sistemleri için yeniden yönlendirilmesi, barajların inşa edilmesi, daha yavaş su akımlarına neden olarak, suyun sıcaklıklarının yükselmesine ve uygun sıcaklığı bulan salyangoz popülasyonunda artışa, bunun sonucunda da enfeksiyon bulaşmasına yol açabilir [17]. Dünyada yaklaşık 20 Lymnaeid salyangoz türü, *Fasciola* spp.'nin potansiyel ara konakları olarak tanımlanmıştır [24]. Çoğu *Lymnea* spp.'nin canlı kalma oranının sıcaklığın artmasıyla ters orantılı olduğu belirtilmiştir. Sıcaklıklardaki öngörülen artış salyangozların doğurganlığı, yumurta gelişimi, gelecekteki dağılımı ve popülasyon dinamikleri üzerine önemli etkileri olacağı bildirilmiştir [25]. Yapılan bir çalışmada 20 olgun, 20 genç *Lymnaea truncatula*'dan oluşan bir grup, laboratuvar ortamında 3 ay boyunca bol miktarda besinle, soğuk koşullar altında (5°C'de) tutularak davranışları, büyümeleri ve üremeleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve düşük sıcaklıkta *L. truncatula*'nın aktivitesinin belirgin şekilde azaldığını ancak tam kış uykusunun gerçekleşmediğini göstermiştir. Normal laboratuvar sıcaklığı (16-22°C'de) genç salyangozların oldukça aktif hale geldiği, iyi beslendiği, hızla büyüdüğü, daha uzun yaşama eğiliminde olduğu ve yavru sayısının arttığı bildirilmiştir [26]. Bununla birlikte, çoğu çalışma aynı zamanda 25°C'nin üzerindeki sıcaklıkların ılıman bölgelerden gelen salyangozların doğurganlığı üzerinde olumsuz etkileri olduğu bildirilmiştir [27]. *Galba truncatula* (*L. truncatula*) ılıman bölgelerde *F. hepatica*'nın bulaşmasında rol oynarken, *Radix natalensis* (*Lymnae natalensis*) tropik bölgelerde *F. gigantica*'nın bulaşmasına rol oynar [28]. *Fasciola* gelişimi için en uygun sıcaklığın 10°C ile 30°C arasında olduğu bildirilmiştir [25]. Fascioliasis'te, iklimsel faktörlerin (hava sıcaklığı, yağış ve buharlaşma) enfeksiyonun insidansı ile ilişkili olduğu, ara konak popülasyonunu ve parazit popülasyonunun hem yumurta hem de serbest formu olan metaserker dönemlerini etkileyeceği bildirilmiştir [29].

Echinococcus enfeksiyonlarının ortaya çıkışı veya tekrar ortaya çıkışı üzerine yapılan araştırmalarda iklim değişikliğinin cestodlar üzerinde bir etkisi olabileceği öne sürülmüştür. Alveolar echinococcosis etkeni olan *Echinococcus multilocularis* küçük kemirgenlere (genellikle tarla faresi) uyum sağlamış alveolar yapıda bir larvaya sahiptir ve tilki ile çakallar bu parazitin son konaklarıdır. Sadece kuzey yarımkürede ortaya çıkan bu hastalık insanlardaki şiddetli patojenitesi nedeniyle ilgi görmektedir. Çevresel

faktörlerin bu parazit üzerinde iki etkisi vardır. Bunlar; yumurtanın hayatta kalmasını sağlayan nem ve ara konak olan kemirgen türlerine habitat sağlayan vejetasyon durumudur. Parazit, geniş mera ve çayırlara sahip alanlarda bitkisel üretimin hâkim olduğu alanlara göre daha düşük yaygınlık göstermektedir [30]. Diğer faktörler, vejetasyon durumu dışındaki etmenler tarafından kontrol edilen konak türlerinin sayısına, çevrede yumurtaların hayatta kalmasına etki eden iklim değişkenlerine ve insan davranışına bağlıdır. *Echinococcus multilocularis* yumurtaları %95 bağıl nemde ve 4°C'de 478 gün canlı kalırken, %27 bağıl nem ve 25°C'de 24 saat hayatta kalmaktadır. Bu durum yumurtaları aylarca canlı kalan ve –30°C ila +30°C sıcaklıklara dayanan *E. granulosus*'un dünya çapındaki dağılımının aksine, *E. multilocularis*'in kısıtlı coğrafi dağılımını açıklamaktadır. Sıcaklık, yağış, toprak nemi, kuraklık gibi iklim faktörlerinde oluşan değişiklikler nem ve bitki örtüsünü etkileyerek hem enfeksiyonu hem de dağılımını etkileyebileceği bildirilmektedir [21].

İklim değişikliklerinin, helmintler de dâhil olmak üzere parazitlerin sayısını, yoğunluğunu, coğrafi dağılımını ve çevrede geçen aşamalarını (yumurta, larva) dolaylı olarak, omurgasız ara konaklardaki (çoğunlukla böcekler ve yumuşakçalar) larvaları ise doğrudan etkileyebildiği ifade edilmektedir. İklimin ısınmasının, biyolojik olarak çeşitli nematodların (geohelminths ve biohelminths) dağılım aralığında, yeni konaklardaki kolonizasyonunda, gelişimlerinde ve modifikasyonunda artışa neden olabileceği belirtilmiştir [31]. Küresel ısınma (yüksek sıcaklık ve nem) ve "Avrupa ikliminin tropikalleşmesi", *Ancylostoma braziliense* gibi tropikal türlerin yayılması için uygun koşulların oluşmasına neden olacağı vurgulanarak, 2017 yılında Gutierrez Garcia-Rodrigo ve ark. tarafından 2 vaka sunulmuştur. İki çocukta görülen bu vakalardan 4 yaşındaki çocuğun yurtdışına çıkmadığı ve kedilerin sık geldiği evin bahçesinde çıplak ayakla oynadığı, 14 yaşında vakada ise hayvanlara izin verilen doğal yüzme havuzunda bulunduğu ve maruz kaldığı bildirilmiştir [32].

Parazitik nematodlar, yumurta, dört genç larva ve bir olgun olmak üzere farklı dönemlerle gelişir. Türlere bağlı olarak, bu aşamaların gelişimi iki yolu takip eder. En basiti yumurta, larvalı yumurta veya larva dönemlerinin dış ortamda, erişkin dönemin ise konakta geçirildiği direkt bir yaşam döngüsüdür. Enfektif üçüncü aşama larvaların (L3) gelişimi, çevrede ya yumurta ya da serbest yaşayan larva olarak gerçekleşir ve L3 sonunda yeni bir kesin konak tarafından alınır ve erişkin nematod oluşur. İndirekt yaşam döngüsü bazı türler için daha karmaşıktır. Olgunlaşmamış dönemlerden en az birini bir ara konakta geçirir. Çevresel koşulların parazitik nematodların gelişim ve hayatta kalması üzerine etkisi, yumurtaların ve/veya larva dönemlerinin evreye özgü adaptasyonlarına, ara konaklar ve çevre ile etkileşimlerine bağlı olarak değişir [33].

Ara konaklarda bulunan nematod larvalarının, olumsuz sıcaklıklarda hayatta kalmalarına yardımcı olan davranışsal termoregülasyonları ile korunduğuna inanılmaktadır. Bu phenomenon "barınak etkisi" olarak adlandırılmıştır. Uygulanan modeller, özellikle yaz aylarında belirli coğrafi bölgelerde iklim ısınmasının, monoksen parazitlerin gelişiminin engellenmesine neden olabileceği ve diheteroksen parazitler için ise gelişme olasılığı yaratabileceğini düşündürmektedir [31].

Trichostrongylidae cinsine bağlı türler (örn. *Ostertagia gruehneri* ve *Teladorsagia boreoarcticus*), olgunları abomasum veya bağırsaklarda görülen zoonoz

olmayan nematodlardır. Dışkıdaki yumurtaların çevrede bulunan serbest enfektif larvalara dönüşmesini içeren direkt bir yaşam çemberleri vardır. Tektırnaklılarda enfeksiyon bu larvaların alınması yoluyla olur. İklim değişikliğinin konaklar üzerindeki olumlu veya olumsuz etkilerinin yanı sıra, parazitlerin serbest yaşam çemberlerinde gelişme şekillerini değiştirebilir. Örneğin, yeterli nem olduğu varsayılırsa daha uzun ve sıcak yaz, daha kısa nesil sürelerine, L1 döneminden enfektif larva dönemi (L3) dönemine ulaşan larva sayısının artmasına neden olur. Bununla birlikte enfektif larva dönemlerinin yaşam süresinin artmasına, hayatta kalma ve gelişme oranlarında artışa sebep olabileceği düşünülmektedir. Bunun da konaklar için enfeksiyonu ve parazit yüklerini artırabileceği ve konak sağlığı üzerinde (örn. kilo kaybı ve düşük gebe kalma oranları gibi) olumsuz etkilere yol açabileceği belirtilmiştir [34].

Protozoonlar

Protozoonlar tek hücreli ökaryot canlılardır. Yaklaşık 50 bin protozoon türünün ekosistemin değişmez üyelerinden olduğu bildirilmiştir. Protozoon hastalıkları, az gelişmiş, subtropik ve tropik bölgelerde insan ve hayvanları etkileyerek sağlık sorunları ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır [35].

Doğrudan çevreye maruz kalan, yaşam döngülerinin bir parçası olan kist veya ookist evresine giren protozoonların bu aşamaları değişen derecelerde dayanıklılık göstererek, konak dışında canlı kalmalarına olanak sağlar. Giardiasis, cryptosporidiosis, amebiasis ve toxoplasmosisin tümü kirli içme suyu yoluyla bulaşabilir [36]. İklim değişikliği, kuraklıklar veya yoğun yağış dönemlerinde mahsul verimliliğini korumak ve arttırmak için gübre kullanımını teşvik edebilecektir. Hayvan gübrelerinin yanı sıra gübre olarak kullanılan insan biyoatıkların da parazitik kistleri ve ookistleri içerme potansiyeli olduğundan; iklim değişikliği nedeniyle artan şiddetli yağış olayları, gübrelerin su kaynaklarına karışmasına sebep olur. Şiddetli yağış olayları ayrıca topraktaki kistleri ve ookistleri de ortaya çıkararak, cryptosporidiosis ve giardiasis salgınlarına neden olabileceği belirtilmiştir [17].

Toxoplasma gondii, sonkonağı kedi olan bir koksidiadır ve enfektif ookistlerini dışkı yoluyla çevreye yaymaktadırlar. Yaygın bir zoonotik parazit olan *T. gondii,* av-avcı sistemine dayanan bir yayılma mekanizmasına sahiptir ve doku kistleri gelişen avı kedi yediğinde enfekte olur. İnsanlarda enfeksiyonlara neden olan çiğ veya az pişmiş etler, kirli sular insanlarda ara konak olarak enfeksiyona yol açar [37]. *Cryptosporidium* cinsine bağlı bazı türler ve *Giardia* cinsine bazı suşlar zoonozdur. Bazıları bir dizi konağı enfekte ederken, çoğu tür tek bir konağı enfekte eder. Bazı türler, insan ve evcil hayvanlar arasında ortak olsa da parazit enfeksiyonlarının yaban hayatı ve insan arasındaki etkileşimi belirsizliğini hala korumaktadır. Her iki protozoonda ince bağırsakta yaşar ve yaşam çemberleri direktir. Enfeksiyon, enfektif ookistlerin (*Cryptosporidium*) veya kistlerin (*Giardia*) çevreden, kontamine yiyecek veya sudan alınmasıyla olur. İklim değişikliği, (konaklar tarafından atılan enfektif) kist ve ookistlerin hayatta kalma oranlarını değiştirir. Her iki parazit yüzey sularında bulunduğu için yerel ve bölgesel suda oluşan değişiklikler, parazit ve insan kaynaklı riskleri değiştirebilir. İnsan yaşadığı alanlardaki değişen yağış ve aşırı iklim olayları, başta su kaynakları ve kanalizasyon olmak üzere altyapının bütünlüğünü bozarak bulaşma riskini artırabilir. Ayrıca, iklim

değişikliği, akıntıların artmasına, suyun hayvan dışkısıyla kirlenmesine ve zoonotik bulaşma riskinin artmasına neden olabileceği bildirilmiştir [34].

Cryptosporidiosis, giardiosis ve toxoplasmosis, ekosistemde meydana gelen bozulmaların su kaynaklarını ve gıda güvenliğini etkilemesi nedeniyle doğrudan iklim değişikliği ile ilişkilidir. Dünyanın birçok bölgesinde, özellikle Afrika'da, iklime bağlı kuraklık ve sel olayları temiz suya erişimi tehlikeye atmakta ve su kaynaklı patojenlerin gelişimini destekleyen koşullar oluşturmaktadır. *Cryptosporidium* ve *Giardia,* küresel ölçekte en yaygın bağırsak protozoonları arasında yer almakta olup, iklim kaynaklı su stresi yaşayan bölgelerde artan sayıda bildirilmektedir [15, 38, 39]. *Toxoplasma gondii*'nin özellikle yağış rejimlerindeki değişimlerin toprak nemini ve tarımsal üretimi etkilemesiyle birlikte bulaşma oranlarının arttığı gösterilmiştir. Bu çevresel bozulmalar, zayıf sağlık altyapısı ile birleştiğinde, parazitik hastalıkların giderek artan yüküyle mücadeleyi daha da zorlaştırmaktadır [15, 40].

Yoğun yağışlar parazit yumurtaları, ookistler ve kistler ile kontamine olan suyun yayılmasını arttırır. Ayrıca, artan kuraklık dönemleri ise parazitlerin canlı kalma şansını azaltırken, suyun kirliliğini arttırabileceği bildirilmiştir [41].

Artropodlar

Yeryüzünde teşhisi yapılan canlıların %80'ini artropodlar oluşturur. Insecta'lar yeryüzünde bilinen canlıların yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Insecta'lar, bitkilerin tozlaşmasında önemli polenatörlerdir ve ekosistemin fonksiyonlarında anahtar rol oynarlar. Aynı zamanda birçok tür, parazit olmanın yanı sıra birçok bakteriyel, viral, paraziter, riketsiyal ve spiroketal patojeni bitkilere, hayvanlara ve insanlara taşıyabilirler. Vektör kaynaklı hastalıkların oluşumunu önlemek için konakların biyotik (konak), abiyotik (iklim, ekoloji) faktörler ve immun sistemlerinin durumu çok önemlidir. Bu faktörlerin dengeli bir şekilde olması hastalıkların yayılmasını engelleyebilir. Artropodlar, vektörlük görevlerinin yanı sıra konaklara kan emme, myiasise yol açma veya predispozisyon sağlayarak alerji, felç ve toksikasyon oluşturarak da zarar verirler [42].

Son yıllarda ilkbahar-yaz aktiviteli olarak bilinen bazı artropodların, giderek geç sonbahar-kış ya da yıl boyu aktiviteli görülmesi iklimsel ısınmanın artropodlar için uygun hale geldiğinin göstergesidir [43]. Sıcaklıktaki artışlar, birçok paraziti ve parazitleri taşıyan artropod vektörlerinin gelişimini kolaylaştırır. Sıcak bir iklim ayrıca rezervuar konaklarının aralığını, vektör sayısını, sokma oranlarını, hayatta kalmayı, sivrisinek, keneler ve çeçe sinekleri gibi vektörlerin parazit bulaşma oranlarını artırmaktadır [17].

İklim değişikliğinin hastalıkların bulaşma dinamikleri üzerine etkileri; bulaşma mevsiminin uzunluğunun değişmesi, bulaşma yoğunluğunun artması veya azaltılması, hastalıkların değişmesi şeklinde olabileceği belirtilmiştir. Küresel düzeyde iklim değişikliği tür çeşitliliğini ve dağılımını etkilerken, insanlar tarafından arazi kullanımındaki büyük ölçekli değişiklikler de ekosistemlerde önemli değişikliklere neden olmaktadır. Küresel değişim terimi, yerel arazi yönetimi uygulamalarının veya küresel iklimdeki değişikliklerin ya da ikisinin bir kombinasyonu olarak ortaya çıkabilir. Değişiklikler, yeni bir türün bölgeye taşınması için bir fırsat yaratarak ya da bölgeyi

yerleşik bir vektör-patojen-konak kombinasyonu için uygun hale getirerek bazı vektör kaynaklı hastalıkların yaygınlığını etkileyebilir. İklim değişikliğine ve insan aktivitesine bağlı ekosistemlerdeki değişikliklerin, kaçınılmaz olarak konak, patojen ve vektör türleri de dâhil olmak üzere birçok türün popülasyonlarındaki değişimlerle ilişkili olacağı vurgulanmıştır [44].

İklim değişikliği ile ilişkili artan sıcaklıklar ve öngörülemeyen yağış düzenleri, kene ve sivrisinek gibi hastalık taşıyıcı vektörlerin çoğalması ve tür çeşitliliğinin artması için elverişli koşullar oluşturmuştur [45]. Doğal ekosistemin bozulmasıyla birlikte, parazitlerin biyolojik gelişimlerinin hızlanması nedeniyle birçok hastalığın daha fazla yayılma potansiyeli olduğu öngörülmektedir. Örneğin, sıcaklıktaki 2°C'lik bir artışın, sivrisineklerin gelişim hızını 2 katından daha fazla arttırarak sıtma hastalığının yayılma oranını %42'den %60'a çıkarabileceği bildirilmiştir [46]. Çevresel değişimler, kum sineklerinin ısırma oranlarını, diyapoz süreçlerini ve patojenlerin (protozoonların) vektör içerisindeki gelişimini etkileyen fizyolojik değişikliklere yol açmaktadır [45].

Sıcaklık, vektör kaynaklı hastalıkların bulaşma dinamiklerini büyük ölçüde etkiler. Bu etkilerin özellikle 14-18°C ve 35-40°C gibi alt ve üst sıcaklıklarda daha belirgin hale geleceği bildirilmiştir [47]. Düşük sıcaklıktaki bölgelerde sıcaklığın yükselmesi, vektör gelişimi, kalıcılığı ve dolayısıyla coğrafi aralıklarının genişlemesini sağlarken, yüksek sıcaklığa sahip bölgelerde ise sıcaklık artışının vektörlerin canlılığını önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir. Vektörlerin gelişim oranlarındaki değişikliklerin ve enfeksiyonlara duyarlılığın, yüksek sıcaklıklarda genel olarak eklem bacaklı vektörlerin metabolik oranlarını artırarak beslenmesini, yumurta veya larvalarını bırakma sıklığını ve olgunlaşmamış evreden olgunlaşmaya geçişi hızlandırdığı belirtilmiştir [10]. Çoğu vektör artropod, üremek için durgun ve birikmiş su kaynaklarına ihtiyaç duyar. Bu habitat, üremelerini güçlü bir şekilde etkiler; çünkü larvaları, yumurtaların bırakıldığı su içinde ve üzerinde gelişir ve tüm gelişim süreçleri burada gerçekleşir. Dolayısıyla herhangi bir habitatta üreme oranları yağış miktarına bağlıdır. Çok az yağış sucul habitatın ciddi şekilde sınırlanmasına yol açarken, aşırı yağış ise yumurtaların ve olgunlaşmamış evrelerin yüzey akışıyla sürüklenerek ortamdan uzaklaşmasına neden olabilir [45, 48]. Artan yağış ve sel olayları, vektörler için ideal üreme alanları oluşturmuştur. Patojenlerin eklembacaklı vektörlerdeki inkübasyon süreleri ve üreme dinamikleri, dış sıcaklık koşullarının doğrudan etkisi altındadır. Bu koşulların, vektör kaynaklı hastalıkların devam edip etmeyeceğini öngörmek açısından büyük önemi vardır. Vektör ve patojenleri gelişmek ve hayatta kalabilmek için belirli bir nem aralığına ve sıcaklığa ihtiyaç duyarlar [41].

Keneler, küresel yaygınlık gösteren ve birçok zoonotik patojenin vektörüdürler. Keneler yaşamlarının çoğunu konak dışında, dış çevrede geçirdiklerinden dolayı, iklim değişikliklerinden doğrudan etkilenmeleri olasıdır. Kene kaynaklı hastalıklar karmaşıktır ve hastalık artışlarının iklim değişikliği mi yoksa diğer faktörlerden mi kaynaklandığını belirlemek için farklı iklim senaryolarına göre deneysel modelleme çalışmalarının, değişiklikleri tahmin etmede çok önemli olabileceği yine kenelerin ve kene kaynaklı patojenlerin iklim değişikliğine karşı direncini deneysel modellemeler ile değerlendirileceği bildirilmiştir [41].

Kene davranışları aşırı hava koşullarından da etkilenir. Kuru koşullar, arayış halindeki kenelerin nem dengesini koruyabileceği yerde, yani yer seviyesinde tutar, böylece kenelerin konak bulmasını ve beslenmesini engeller. Beslenmemiş keneler, konak aramak için bitkilere tırmanırlar. Su dengeleri bozulduğunda, su kaybını telafi etmek için nemli çayır tabakasına inerler ve dış kabukları aracılığıyla atmosferik nemi emerler. Daha sonra tekrar konak arayışına çıkarlar. Eğer bir konak bulamazlarsa, sürekli olarak vücut suyunu kaybederler ve tekrar inmek zorunda kalırlar. Bu günlük davranış, tabii ki yıllık mevsimsel hava değişiklikleriyle kesintiye uğrar ve konak bulunmadığı takdirde 12 aydan fazla sürebilir. Bunlar, yağış desenleri veya hava ile toprak nem eksikliği birleşimine bağlı olarak su dengesi gereksinimlerine yardımcı olabilir veya onları bozabilir [49].

İklim değişikliği ile çeşitli vektör kaynaklı bulaşıcı hastalıkların (örneğin, sivrisinek ve keneler aracılığıyla yayılanlar) coğrafi dağılımı ve mevsimselliği değişebileceği, bu durumun da hastalık dağılımının sınırlarında bulunan bazı popülasyonları etkileyebileceği, sıtma ve dang humması gibi hastalıkların potansiyel olarak bulaşabileceği bölgelerde yaşayan dünya nüfusunun oranının artacağı tahmin edilmektedir. Hastalığın bulunduğu bölgelerde mevsimsel bulaşma süresinin uzaması, yağış miktarının azalması vektörlerin hayatta kalmasını azaltacağından, bulaşma oranında azalmaların meydana gelebileceği düşünülmektedir [19].

Blowfly larvaları, leş, gıda atıkları veya canlı et üzerinde beslenirler. Üçüncü dönem larvalar toprağa girerler ve prepupa haline gelirler. Bu yarı dinlenme aşamasıdır ve uygun çevresel koşullar altında (haftalar veya aylar sonra) pupa dönemine girerler. Tüm yaşam evrelerinde, hava ve çevresel faktörlere duyarlıdırlar, hayatta kalmaları ve gelişimleri belirli bir aralığa bağlıdır. Aşırı çevresel fiziksel faktörler, öldürücü olabilir ve popülasyon sayılarını azaltabilir. Örneğin, ıslak toprak veya entomopatojenlerle birlikte, blowfly prepupa ve pupa ölümleri artabilir. Düşük sıcaklığın ölümü etkileme olasılığı daha azdır. Olgun blowflies, öncelikle nektar bitkilerinden karbonhidrat alırlar ve protein kaynağı olarak polen tüketirler. Sinekler ayrıca yiyecek artıkları ve dışkılar üzerinde beslenir ve bu kaynaktan hem karbonhidratlar hem de proteinler alabilirler. Alternatif gıda ve protein kaynakları olan leş ve dışkı, sıcak koşullarda hızla kurur ve gıda ve nem kaynağı olarak bulunurlukları azalır. Benzer şekilde, aşırı ıslak ve/veya rüzgârlı koşullar bu sineklerin uçmasını engeller. Ayrıca, blowfly ve kene aktivitesinin başlangıcı, mevcut hava koşullarına bağlı olarak gecikebilir veya hızlanabilir [49].

Sinek larvaları (Blowfly) çamurlu topraktan çıkarak uygun bir pupa oluşturma ortamı bulana kadar yayılırlar. İklim değişikliği sonucu artan yağmur bu yaşam döngüsünü bozabilir. Islak topraklar larva ve pupalar için ölümcül olabilirken, mantar gibi organizmaların çoğalmasını teşvik edebilir. Kurak koşullar kadavraların kurumasına neden olarak, *Lucilla sericata* gibi türlerin üreme alanını azaltabilir. Daha sıcak, daha kuru kışlar daha uzun bir sinek aktivite mevsimine ve daha az bir bekleme süresine ve pupaların azalan ölüm oranına yol açabileceği bildirilmiştir [49].

SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim değişikliği, özellikle parazitik hastalıklar açısından halk sağlığı için büyük bir risk oluşturmaktadır. Bu etkiler, değişen çevresel koşullarla başa çıkacak

kaynaklardan yoksun olan kırılgan topluluklar tarafından en ağır şekilde hissedilmektedir. Bununla birlikte, emisyonların azaltılmasına yönelik küresel ölçekte koordineli çabalar, sağlık sistemlerinin güçlendirilmesi ve araştırmaların desteklenmesi yoluyla, bu hastalıkların etkileri azaltılabilir ve en savunmasız topluluklar korunabilir [15].

Dünyada ve ülkemizde meydana gelen iklim değişikliği ile antropojenik etkiyle birlikte değişen ve değişmeye devam eden ekosistemde; bazı türlerin azalması, yok olması, bazı türlerin sayısının çoğalması veya coğrafi dağılımının değişmesi beklenmektedir. Dünyada canlılar arasında önemli bir yere sahip olan (%6-7) parazitler içinde değişik adaptasyonların sağlanacağı, bazı türlerin yok olacağı, bazı türlerin sayısının artacağı ve yeni parazitizm olaylarının ortaya çıkacağı öngörülmektedir. Yapılan pek çok çalışma küresel ısınmanın vektör canlıların ve patojenlerinin yayılımını, sezon uzunluğunu, üreme potansiyelini ve sıklığını arttıracağını göstermektedir.

REFERANSLAR

[1] Escalante A.A., Ayala F. J. (1995): Evolutionary origin of Plasmodium and other Apicomplexa based on rRNA genes. Proceedings of the National Academy of Sciences 92(13): 5793-5797.

[2] Rodriguez Diego, J. G., Olivares, J.L., Castilleja, Y.S., Aleman, Y., Arece, J. (2013): Climate changes and their effect on some groups of parasites. Revista de Salud Animal, 35(3): 145-150.

[3] Osterloff, E. (2020). How an asteroid ended the age of the dinosaurs. https://www.nhm.ac.uk/discover/how-an-asteroid-caused-extinction-of dinosaurs.html). Erişim Tarihi:10.05.2024.

[4] Toparlak, M., Vuruşaner, C. (2007): *Veteriner Parazitolojiye Giriş* (ss: 43), İstanbul Medikal Yayıncılık.

[5] Kurnaz M. L. (2023): İklim değişikliği ve uyum süreçlerinde Türkiye. Dirençlilik Dergisi, 7(1): 199-208.

[6] Devot, A., Royer, L., Arvis B., Deryng, D., Caron Giauffret, E., Giraud, L., Ayral, V., Rouillard, J. (2023): Research for AGRI Committee – The impact of extreme climate events on agriculture production in the EU, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussels.

[7] Aksay, C. S., Ketenoğlu, O., Kurt, L. (2005): Küresel ısınma ve iklim değişikliği. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, (25): 29-41.

[8] Öztürk, K. (2002): Küresel İklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1): 47-65.

[9] Bett B., Kiunga, P., Gachohi, J., Sindato, C., Mbotha D., Robinson, T., Lindahl, J., Grace, D. (2017): Effects of climate change on the occurrence and distribution of livestock diseases. Preventive Veterinary Medicine, 37: 119-129.

[10] Koyuncu, M., Nageye, F. I. (2020): İklim değişikliğinin sürdürülebilir hayvancılığa etkileri. Journal of Animal Production, 61(2): 157-167.

[11] Epstein P. R. (2001): Climate change and public health emerging infectious diseases. Microbes and Infection, Microbes and Infection, 3: 747−754.

[12] Mas-Coma S., Valero M. A., Bargues M. D. (2009): Climate change effects on trematodiases, with emphasis on zoonotic fascioliasis and schistosomiasis. Veterinary Parasitology, 163(4): 264-80.

[13] Skuce P. J., Morgan E. R., Van Dijk J., Mitchell M. (2013): Animal health aspects of adaptation to climate change: beating the heat and parasites in a warming Europe. Animal, 7 (Supp 2): 333-345.
[14] Marcogliese D. J. (2008): The impact of climate change on the parasites and infectious diseases of aquatic animals. Revue Scientifique et Technique, 27(2): 467-484.
[15] Ramadan, M. E. (2024): The growing global health threat of parasitic infections due to climate change. International Journal of Medical Parasitology & Epidemiology Sciences, 5 (4): 104-105.
[16] Umur., Ş. (2011): Genel Parazitoloji Ders Notları Erişim Linki: (https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/tgurler/122662/Genel%20Parazitoloji,%202011.pdf)
[17] Short, E. E., Caminade, C., Thomas, B. N. (2017): Climate change contribution to the emergence or re-emergence of parasitic diseases. Infectious Diseases: Research and Treatment, 10: 1-7.
[18] Bautista-Garfias, C. R., Castañeda-Ramírez, G. S., Estrada-Reyes, Z. M., Soares, F. E. D. F., Ventura-Cordero, J., González-Pech, P. G., Morgan., E. R., Soria-Ruiz, J., Lopez-Guillen, G., Aguilar-Marcelino, L. (2022): A review of the impact of climate change on the epidemiology of gastrointestinal nematode infections in small ruminants and wildlife in tropical conditions. Pathogens, 11(2): 148.
[19] McCarthy, J. J., Canziani, O. F., Leary, N. A., Dokken, D. J., White, K. S. (2001): Climate change (2001): Impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
[20] Poulin, R. (2006): Global warming and temperature-mediated increases in cercarial emergence in trematode parasites. Parasitology, 132(1): 143-151.
[21] Mas-Coma, S., Valero, M. A., Bargues, M. D. (2008): Effects of climate change on animal and zoonotic helminthiases. Revue Scientifique Technique, 27 (2): 443-57.
[22] Poulin, R., Bennett, J. (2025): Evolutionary Biology of Aquatic Parasites. In: *Aquatic Parasitology: Ecological and Environmental Concepts and Implications of Marine and Freshwater Parasites*. Nico J. Smit, B. Sures (Edt.). Springer.
[23] Berkhout, B. W., Lloyd, M. M., Poulin, R., Studer, A. (2014): Variation among genotypes in responses to increasing temperature in a marine parasite: evolutionary potential in the face of global warming? International Journal for Parasitology, 44: 1019-1027.
[24] Yannick C., Martens, K., Lempereur, L., Saegerman C., Losson B. (2014): New insight in lymnaeid snails (Mollusca, Gastropoda) as intermediate hosts of *Fasciola hepatica* (Trematoda, Digenea) in Belgium and Luxembourg. Parasites & Vectors, 7: 66.
[25] Dube, A., Kalinda, C., Manyangadze, T., Mindu, T., Chimbari, M. J. (2023): Effects of temperature on the life history traits of intermediate host snails of fascioliasis: A systematic review. PLOS Neglected Tropical Diseases, 17(12): e0011812.
[26] Hodasi, J. K. M. (1976): The effects of low temperature on *Lymnaea truncatula*. Zeitschrift für Parasitenkunde, 48: 281-286.
[27] Harris R. E., Charleston W. A. G. (1977): Some temperature responses of Lymnaea tomentosaand *L. columella* (Mollusca: Gastropoda) and their eggs. New Zealand Journal of Zoology, 4: 45-49.
[28] Mahulu, A., Clewing, C., Stelbrink, B., Chibwana, F. D., Tumwebaze, I., Russell Stothard, J., Albrecht, C. (2019): Cryptic intermediate snail host of the liver fluke *Fasciola hepatica* in Africa. Parasites & Vectors, 12: 1-11.
[29] Mas-Coma, S. (2004): Human fascioliasis: epidemiological patterns in human endemic areas of South America, Africa and Asia. Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, 35(Suppl 1): 1-11.
[30] Romig, T., Thoma, D., Weible, A. K. (2006): *Echinococcus multilocularis*–a zoonosis of anthropogenic environments? Journal of Helminthology, 80(2): 207-212.

[31] Okulewicz, A. (2017): The impact of global climate change on the spread of parasitic nematodes. Annals of Parasitology, 63(1): 15-20.
[32] Gutiérrez García-Rodrigo, C., Tous Romero, F., Zarco Olivo, C. (2017): Cutaneous larva migrans, welcome to a warmer Europe. Journal of the European Academy of Dermatology & Venereology, 31(1): e1-e60.
[33] Aleuy, O. A., Kutz, S. (2020): Adaptations, life-history traits and ecological mechanisms of parasites to survive extremes and environmental unpredictability in the face of climate change. International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife, 12: 308-317.
[34] Polley, L., Hoberg, E., Kutz, S. (2010): Climate change, parasites and shifting boundaries. Acta Veterinaria Scandinavica, 52(Suppl 1): S1.
[35] Karaer, Z. (2010): Genel Protozooloji. Dumanlı N, Karaer Z (Edt.). *Veteriner Protozooloji (ss:* 1-21). Medisan Yayınevi, Ankara.
[36] Hunter, P. R. (2003): Climate change and waterborne and vector-borne disease. Journal of Applied Microbiology, 94:37–46.
[37] Angelici, M. C., Karanis, P. (2019): Protozoan waterborne infections in the context of actual climatic changes and extreme weather events. Encyclopedia of Environmental Health, 5(1): 391-399.
[38] Cissé, G. (2019): Food-borne and water-borne diseases under climate change in low- and middle-income countries: further efforts needed for reducing environmental health exposure risks. Acta Tropica, 194:181-188
[39] Awad, D. A., Masoud, H. A., Hamad, A. (2024): Climate changes and food-borne pathogens: the impact on human health and mitigation strategy. Climatic Change, 177(6):92. doi: 10.1007/s10584- 024-03748-9.
[40] López Ureña, N. M., Chaudhry, U., Calero Bernal, R., Cano Alsua, S., Messina, D., Evangelista, F., Betson, M., Lalle, M., Jokelainen, P., Ortega Mora L. M., Garcia, G. A. (2022): Contamination of soil, water, fresh produce, and bivalve mollusks with *Toxoplasma gondii* oocysts: a systematic review. Microorganisms, 10(3):517.
[41] Muz, D., Muz, M. N. (2022): İklimsel değişiklikler ve zoonoz hastalıklar. İçinde N. Duran, M. Eraslan (Edt.), *Disiplinlerarası Tıp ve Sağlık Bilimleri Kavramlar, Araştırmalar ve Uygulama*. (ss. 373-405). Lyon, Livre de Lyon.
[42] İnci, A., Düzlü, Ö. (2009): Vektörler ve vektörlerle bulaşan hastalıklar. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 6(1): 53-63.
[43] Aydın, L. (2025): Küresel ilklim değişikliğinin vektörlere ve vektör kaynaklı hastalıklara etkisi. İçinde: M. Açıcı (Edt.), *Veteriner ve Tıbbi Entomoloji*. (ss:33-38). Akademisyen Kitabevi.
[44] George, J. E. (2008): The effects of global change on the threat of exotic arthropods and arthropod-borne pathogens to livestock in the United States. Animal Biodiversity and Emerging Diseases, 1149: 249–254.
[45] Borham, A., Abdel Motaal, K., ElSersawy, N. Ahmed,Y. F. Mahmoud, S. Musaibah, A. S. Abdelnaser, A. (2025): Climate change and zoonotic disease outbreaks: Emerging evidence from epidemiology and Toxicology. International Journal of Environmental Research and Public Health, 22: 883. https://doi.org/10.3390/
[46] Yaşar, İ., Kök, Ş., Kasap, İ. (2021): Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin böcekler üzerindeki olası etkileri. Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi, 2(4): 67-75.
[47] Githeko, A. K., Lindsay, S. W., Confalonieri, U. E., Patz, J. A. (2000): Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. Bulletin of the World Health Organization, 78(9): 1136-1147.
[48] Ogden, N. H., Lindsay, L. R. (2016): Effects of Climate and climate change on vectors and vector-borne diseases: Ticks are different. Trends in Parasitology, 32: 646–656.
[49] Heath, A. C. G. (2021): Climate change and its potential for altering the phenology and ecology of some common and widespread arthropod parasites in New Zealand. New Zealand Veterinary Journal, 69 (1): 5-19.