

Keneler ve kenelerle taşınan hastalıklar

Nazir Dumanlı^{1*}, Kürşat Altay^{2,3}, Münir Aktaş¹

¹Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, Elazığ, TÜRKİYE

²Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, Sivas, TÜRKİYE

³Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, Bişkek, KIRGIZİSTAN

Özet: Bu derlemede kenelerin sistemdeki yeri, genel morfolojik ve biyolojik özellikleri, beslenme, kene-konak-patojen ilişkileri, vektörlük (mekanik ve biyolojik nakil), arthropodların patojenlerle enfeksiyonu, hastalık etkenlerinin vektörlerden omurgalı konaklara nakli ve kenelerle taşınan önemli hastalıklar üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: kene, nakil, hastalık, konak

Ticks and tick – borne diseases

Abstact: In this review, taxonomi, general morphology, biology and feeding of ticks, interaction among tick-host-pathogen, vector (biological and mechanical transmission), infection of arthropoda with pathogen, transmission of infection agents from vector to host and important vector-borne diseases were investigated.

Keywords: tick, transmission, disease, host

*Sorumlu yazar: Nazir Dumanlı

Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, Elazığ, TÜRKİYE

E- mail: ndumali@firat.edu.tr

GİRİŞ

Keneler zorunlu kan emici dış parazitler olup, Örümceklerle birlikte Arachnida sınıfında yer alan eklem bacaklılardır. Böceklerle arasında morfolojik ve biyolojik yönden önemli farklılıklar vardır.

Yumurta dönemleri hariç, diğer gelişme safhalarında konaklarından kan emmek zorundadırlar. Kan emme esnasında konak derisinde irritasyon ve ülserlere neden olmak suretiyle sekonder bakteriyel enfeksiyonlar ve miyaz larvaları için uygun ortam oluşturmaları, tükürük salgılarının konaklarında zehirlenme ve felçlere neden olması, konak üzerinde çok sayıda bulduklarında anemiye sebep olmaları gibi konak için birçok zararlı etkileri söz konusudur. Ayrıca evcil hayvanlarda et, süt ve yumurta veriminin düşmesine, deri ve yapağı kalitesinin bozulmasına yol açarlar. Yukarıda sıralanan zararlı etkilerin dışında, kenelerin konaklarındaki en önemli etkileri, kan emme ve konak değiştirme özelliklerine bağlı olarak virüs, bakteri, riketsia, protozoon ve helmint gibi birçok hastalık etkenini nakletmeleridir. Bununla ilgili olarak, kenelerin yaklaşık 200 kadar hastalık etkeni ile direkt ya da endirekt bir ilişkilerinin olduğu, bunların bir kısmına mekanik veya biyolojik vektörlük yaptıkları bilinmektedir. Bu yönleri ile keneler, özellikle Türkiye'nin de içinde yer aldığı tropik ve subtropik iklim kuşağında yer alan bölgelerde hem hayvan hem de insan sağlığını tehdit eden en önemli ektoparazitlerdir (1-5).

Taksonomi

Keneler, hayvanlar aleminin Artropoda anacı, Chelicerata anaç altı, Arachnida sınıfı, Acari sınıfı, Metastigmata dizisi, Ixodidae, Argasidae ve Nuttalliellidae ailelerinde yer alırlar. Dünyada bugüne kadar üç ailede 907 (Ixodidae: 720, Argasidae: 186, Nuttalliellidae: 1) kene türü tanımlanmıştır. (6-11).

Morfoloji

İxodid kenelerin morfolojileri, gelişme dönemlerine, kan emme durumlarına ve cinsiyetlerine göre farklılıklar gösterirler. Vücutları tek bir parçadan (cephalothoraxabdomen) ibaret olup, ağız organelleri vücudun ön kısmında bulunur. Larva döneminde 6, nimf ve erişkin dönemde 8 bacağı sahiptirler. İxodid kenelerin vücut yüzeyleri, scutum olarak adlandırılan oldukça sert bir kitin tabakası ile örtülmüştür. Bu kitin tabakası, erkeklerin tüm vücut yüzeyini kaplarken, larva, nimf ve dişilerde sadece vücudun ön kısmında yaka şeklindedir. Bu tabaka erkek bireylerin fazla miktarda kan emmelerine engel olur. Buna bağlı olarak, kan emmiş dişi bireyler erkeklerle göre hacimce daha büyük yapıdadırlar. Bazı türlerde scutumun üzeri adeta nakışla işlenmiş gibi süslüdür. Yine bazı türlerin vücudunun arka kenar kısımlarında feston olarak adlandırılan oluşumlar vardır. Vücut ölçüleri, gelişme dönemlerine (larva, nimf, erişkin), kan emme durumlarına (aç, yarı aç, doymuş), tür ve cinsiyetlerine (erkek, dişi) göre değişir. Ergin keneler genel olarak birkaç mm büyüklüğündedir. Kan emmiş dişilerin büyüklüğü 30 mm'ye kadar çıkabilir. Vücudun ön kısmında yer alan ve capitulum olarak adlandırılan ağız organelleri, bir çift palp, bir çift chelicer ve tek parçadan oluşan hipostomdan ibarettir. Capitulum, ixodid kenelerin her üç gelişme döneminde de vücudun ön kısmında yer almakta ve üstten bakıldığında görülebilmektedir. Bu kısım (capitulum), kenenin konağa tutunmasında ve kan emmesinde önemli rol oynar. Capitulumun arka kısmında ve scutumun lateral kenarlarında bir çift göz vardır. Bazı ixodid kene türlerinde (*Haemaphysalis* spp.) göz bulunmaz. Vücudun ventralinde bacaklar, ventral yüzün ön tarafında genital delik, arka tarafında anüs bulunur. Stigmalar, lateralde, 4. coxanın hemen arkasında yer alır (Şekil 1) (3,12-15).



Şekil 1. Ixodid kene a) erkek, dorsal b) erkek, ventral c) dişi, dorsal d) dişi, ventral (orijinal)

Argasid kenelerin vücutları dorso ventral basıktır. Ağız organelleri larvalarda vücudun ön kısmında, nimf ve erişkinlerde ventralde bulunur. Dolayısı ile nimf ve erişkinlerde dorsalden bakıldığında ağız organelleri görülmez. Bu ailedeki kenelerin vücut yüzeyi ixodid kenelerden farklı olarak belirgin bir kitin tabakası ile kaplanmamıştır. Buna bağlı olarak dorsal yüzde scutum, ventralde ise kitini plaklar bulunmaz. Larvalar dışında nimf ve erişkinlerin ayaklarının uç kısımlarında pulvillum bulunmadığından, düz yüzeylere tırmanamazlar. Mesken kenelerinde vücudun ventralinde ve ön kısmın iki yanında bir çift göz bulunur. Erkek ve dişiler genital deliğin morfolojik özelliğine göre ayrılır. Erkeklerde genital delik at nalı şeklinde, dişilerde ise enlemesine bir yarıklı şeklindedir (3,12-15).

Biyoloji

İxodid keneler genellikle ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında aktif olup, kış aylarını toprak altında, hayvan barınaklarındaki çatlak ve yarıklar gibi bir korunağın altında inaktif olarak geçirirler. İxodid keneler halk arasında sert kene, mera kenesi, yavısı, kuru budak, sakırğa ve kerni gibi isimlerle de bilinirler. Bunlar diğer eklembacaklılar ile karşılaştırıldıklarında, 6 aydan 3 yıla kadar değişebilen oldukça uzun yaşam süresine sahiptirler. Ancak bu sürenin çok az bir kısmını konak üzerinde, çoğunu serbest şekilde, tabiatta konak arayarak, gömlek değiştirerek, yumurtlayarak veya kışlayarak geçirirler. Yaşam süreleri boyunca yumurta, larva, nimf ve erişkin olmak üzere 4 farklı safhada bulunurlar. Her gelişme safhasında (larva, nimf ve erişkin)

konaklarından doyuncaya kadar kan emerler. Larvadan nimfe ve nimften ergin safhaya geçiş süreleri içerisinde gömlek değiştirirler. Bir sonraki gelişme safhasına geçiş, çevre şartlarına bağlı olarak haftalar, aylar hatta yıllar alabilir. Biyolojik döngü, konak üzerinde erkek kenenin dişiyle çiftleşmesiyle başlar. Çiftleşme büyük çoğunlukla kan emme esnasında konak üzerinde gerçekleşir. Ancak *Ixodes* soyundaki bazı türlerin konak dışında da çiftleştikleri saptanmıştır. Bazı türlerde partenogenezis görülmektedir (*Amblyomma rodundatum*). Çiftleşme zamanı, türlere göre farklılık gösterebilir. Yaygın olarak kan emme periyodunun son çeyreğinde olmakla birlikte, bu periyodun ilk çeyreğinde çiftleşen türler de (*Dermacentor variabilis*) vardır. Erkek keneler tarafından dişinin yumurta kanalına bir kese içerisinde bırakılan sperm, dişinin üreme kanalına dağılarak olgunlaşır ve gelişmesini tamamlamış yumurtalara penetre olurlar. Çiftleşen ve doyan dişiler yumurtlamak üzere konağı terk ederken, erkekler diğer dişi bireylerle çiftleşmek için konak üzerinde kalmaya bir süre daha devam ederler. Her dişi kene genel olarak bir erkekle çiftleşir, ancak bazı türler, birden fazla erkekle de çiftleşebilir. Vitellogenesis, dişi kenenin doyduktan sonra konağı terk edip, yere düşmesiyle başlar. Yumurtlama işlemini tamamlayan dişiler ölür. Yumurta miktarı, kenenin beslenme durumu ve türüne göre 2 bin ile 20 bin arasında değişebilir. Yumurtadan çıkan 3 çift bacaklı larvaların 2-3 hafta içinde kitinizasyonu tamamladıkları ve aktif olarak konak aramaya başladıkları görülür. Bundan sonraki gelişme safhaları (larva, nimf, erişkin), türlere göre bir, iki veya üç konaktan kan emerek tamamlanır. Buna göre ixodid keneler bir, iki ve üç konaklı gelişim özelliği gösterirler. Bir konaklı keneler (*Boophilus* spp.), gömlek değiştirme dahil bütün gelişme safhalarını (larva→nimf→ erişkin) aynı konak üzerinde geçirirler. İki konaklı keneler (*Hyalomma* spp.), larva ve nimf dönemlerini bir konakta, erişkin dönemlerini başka bir konakta tamamlar. Üç konaklı keneler (*Ixodes* spp.) ise larva, nimf ve erişkin dönemlerinin her birinde, ayrı bir konaktan kan emerler.

Gelişim sürecinde larvadan nimfe, nimften erişkine geçişte olmak üzere iki defa gömlek değiştirirler. Gömlek değiştirme, kenenin konak sayısı tercihine göre ya konak üzerinde (bir konaklı kenelerde) veya toprakta (üç konaklı kenelerde) gerçekleşir. İki konaklı kenelerdeki gömlek değiştirme, larvadan nimfe konak üzerinde, nimften erişkine toprakta meydana gelir. Kenelerdeki gömlek değiştirme döneminde, kitin tabakasının yenilenmesinin yanında önemli morfolojik ve biyolojik gelişimler de görülür. Gerek yumurtadan çıkan larvalar ve gerekse yeni gömlek değiştirmiş aç nimf ve erişkinler, mevcut duruma adapte olabilmeleri ve dış vücut duvarının sertleşmesi (kitinizasyonun tamamlanması) için bir süre (1-2 hafta) inaktif pozisyonda kalırlar. İxodid kenelerin yaşam süreleri, normal şartlarda kenenin türüne ve bu türün konak tercihlerine göre 6 ay (*Boophilus* spp.) ile 3 yıl (*Ixodes dammini*) arasında değişebilir. Genel olarak yaz aylarında aktiftirler. Ancak kış aylarında da aktivitesini devam ettiren türler (*Dermacentor* spp, *Haemaphysalis* spp.) vardır. Türkiye’de ixodid kenelerin mevsimsel aktiviteleri coğrafik bölgelere göre değişiklik gösterebilir. Genel olarak *Ixodes* türleri, Mart-Haziran; *Rhipicephalus* türleri Nisan-Eylül; *Hyalomma* türleri Nisan-Ekim; *Haemaphysalis* türleri Kasım-Şubat; *Dermacentor* ve *Boophilus* türleri her mevsimde aktivite gösterebilmektedir (3,12,13,15-17).

Argasid keneler, genellikle kanatlılardan kan emer, ancak memelilerden kan emen türler de vardır. Kan emme işlemi bir seferde tamamlanmayıp, birkaç kez tekrarlanır. Dolayısı ile bu ailede bulunan keneler çok konaklıdırlar. 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 edebilir. Örneğin, yumurtadan çıkan larva bazı türlerde tek, bazı türlerde ise birden fazla konakta gelişmesini tamamlayabilir. Doymuş larvalar gömlek değiştirmek suretiyle nimf safhasına geçebilir. Nimf aşamasında türlere göre değişmek üzere 2-7 kez gömlek değiştirebilirler. Bu süre içerisinde konak sayısı ve kan emme süresi belli değildir. Erişkin argasid keneler, konaklarından az miktarda ve kısa süreli kan emerler ve her seferinde yaklaşık 200-300 adet yumurta bırakırlar, yumurtlamadan sonra ölmez, tekrar konak üzerine giderek kan emme ve yumurtlama işlemine birkaç kez devam ederler (3,12-17).

Kenelerde beslenme

Kenelerin beslenme (kan emme) işlevi, kan emen bazı sineklerdeki gibi olmayıp (artropodun konak üzerine gelir gelmez kan emmeye başlaması), belli bir süreci gerektirir. Konak üzerine gelen kene, kan emmek için uygun bölge bulana kadar bir süre gezinir. Öncelikle kan emeceği bölgeyi (evcil hayvanlarda boyun altı, karın, anal ve perianal bölge, scrotum, meme, kulak kepçesi içi ve dışı, kuyruk altı ve sırt) tükürük salgısı (enzimatik deri yıkımlanması) ile duyarsız hale getirdikten sonra chelicerleri ile deriyi keserek (mekanik deri yıkımlanması) hypostomunu içeri sokar ve bir süre cement olarak adlandırılan yapışkan bir madde salgılar. Bu salgı, zank işlevi yapmak suretiyle kenenin palplerinin epidermis yüzeyine, hypostomunun ise dermise yapışmasını sağlar. Hypostomun deriye sokulduğu bölgede, dermis içerisinde hem enzimatik, hem de fiziksel (chelicerlerin kesici ve parçalayıcı etkisiyle) doku parçalanmasına bağlı olarak bir çukurluk oluşur. Bu esnada bölgedeki kılcal damarlar parçalanır ve sızan kan bölgede birikerek bir havuz meydana gelir (feeding-lesion) ve bu havuzdan kene kan emmeye başlar. Kene önce tükürük salgısı verip kan almak suretiyle doyuncaya kadar bu işleme devam eder. Uzun süre kan emmeyi sağlayan, konak savunmasını bloke eden tükürük salgısındaki anti-inflamatuvar ve immunsupressif bileşiklerdir. Tükürük salgısında 6 ile 130 kDa büyüklüğünde 400'den fazla protein yapısında molekül tespit edilmiştir (antikoagulan maddeler, anti-inflamatuvar, immunsupresifler, vazodilatatörler, enzimler, enzim inhibitörleri, trombin inhibitörleri, İmmunoglobulin - bağlayıcı proteinler gibi). Tükürük salgısındaki bu bileşikler, patojenlerin nakledilmesini de kolaylaştırır. Konağa tutunan kene doyuncaya kadar kan emmeye devam eder. Emilen kan miktarı, vücut ağırlığının 200-600 katı olabilir. Kan emme süresi, kenenin gelişme safhası ve cinsiyetine göre farklıdır. Genel olarak larvaların doyması 3-5 gün sürer. Nimflerde bu süre 4-8, erişkinlerde ise 5 ile 20 gün arasında değişir. Erkek keneler, sadece üreme organlarının gelişmesi için kan emme ihtiyacı duyarlar ve dolayısı ile dişilere göre daha kısa süre ve az miktarda kan emerler. Bazı türlerin (*Ixodes* spp.) erkekleri, nimf döneminde sexüel olgunluğa ulaştığı için erişkin dönemde kan emme ihtiyacı duymazlar. (3,12-15,17-19).

Kenelerin vektörlüğü

Kene-konak-patojen ilişkisi: Zorunlu kan emici dış parazitler olan keneler, bütün yaşam dönemlerinde konaklarından kan emmek zorundadırlar. Konak yelpazeleri oldukça geniş olup, memeli, kanatlı, sürüngen ve amfibik hayvanlardan kan emebilirler. Gelişme safhalarının tamamını memeli hayvanlarda geçirebildikleri gibi, bu safhalardan birini veya ikisini kanatlıda, diğerini memelide de tamamlayabilir. Keneler beslenme dönemlerinde konaklarıyla oldukça sıkı bir birliktelik içerisinde dirler. Bu birliktelik süreci içerisinde saprofitik yaşamdan parazitik yaşama (haematophagous) geçiş ve konağa adaptasyon gerçekleştirebilmektedir. Bu adaptasyonda bazı türler, konak seçici olsa da, bir kısmı konak tercihinde seçici değildirler. Bu seçiciliğin en iyi görüldüğü *Boophilus* türleri, sığırlardan başka bazen koyun ve antiloplarda da bulunabilirler. Konak seçiciliği, immature (larva, nimf) dönemlerde erişkin döneme göre daha azdır. Erişkin keneler genel olarak büyük memeli hayvanları tercih etme eğilimindedirler. Her kene türünde, hatta aynı türün farklı gelişme (larva, nimf ve erişkin) dönemlerinde tükürük salgısının antijenik ve kimyasal yapısı farklıdır ve konakla sıkı bir etkileşim halindedir. Tercih ettiği konağı bulamayan kene farklı bir konaktan da kan emebilir. Bu durum, kenenin daha az beslenmesine ve dolayısıyla üretilen yumurta miktarında azalmalara neden olabilir. İxodid kenelerin konak bulma stratejileri, kenenin türüne ve gelişme safhasına göre değişir. Bazı türlerin (*Hyalomma* spp., *Amplyomma* spp.) erişkinleri genellikle mera ve ormanlık alanlarda bulunurlar. *Hyalomma marginatum*'un da içinde yer aldığı aktif avcı özelliğine sahip bu grup, konak tarafından çevreye yayılan karbondioksit, amonyak, vücut ısısı gibi uyarıcıları hissettiklerinde saklandıkları yerden (toprak içi, tezek altı, ağaç kabukları, ot balyaları vs.) çıkarak yaklaşan konağa saldırırlar. *Rhipicephalus*

spp., *Haemaphysalis* spp., *Ixodes* spp. gibi bazı türlerin larva, nimf ve erişkinleri bitki ve otların en uç noktalarına tırmanıp ön ayaklarını serbest bırakarak çevreden geçen konağa tutunmaya çalışırlar. Bu grupta bulunan keneler, ön ayaklarının uç kısımlarında özelleşmiş organelleri sayesinde yaklaşan konağın yaydığı korbondiyoksit uyarıcı etkisi ile konağa tutunmaya hazırlanırlar. Bazı türler (*Ixodes* spp.), bütün yaşamlarını konakların yuva ve inleri çevresinde geçirir ve burada konaklarına tutunurlar. Evcil yaşama adapte olmuş bazı türler ise (*Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma anatolicum*, *Hyalomma detritum*), insan ve hayvanların yan yana yaşadığı yapı-barınaklarda bulunur ve çoğunlukla evcil hayvanlara tutunurlar. Hastalık etkeni patojenler ile vektör keneler arasında uzun geçmişe dayanan bir ilişki ve birliktelik vardır. Bu birlikteliği sağlayan ana unsur, kenenin hastalık etkenine özgü bireysel vektörlük yeteneğidir (vector-competency). Bir kene, her hastalık etkenine vektörlük yapamaz. Kenenin herhangi bir patojenin vektörü olması, kenenin larva ve/veya nimf döneminde kan emdiği enfekte bir konaktan söz konusu patojeni alabilmesi, gömlek değiştirme sürecinde muhafaza etmesi ve takip eden gelişme dönemlerinde bunu duyarlı başka konaklara aktarabilmesine bağlıdır. Aynı şekilde, erişkin dönemde enfekte konaktan kan emen bir dişi kenenin hastalık etkenini yumurtalarına aktarabilmesi gerekir (3,13,14,17,20).

Vektörlük

Vektör aracılığı ile nakil, hastalık etkeninin vektör vücudundaki biyolojik gelişimine göre mekanik ve biyolojik olmak üzere iki farklı şekilde meydana gelir.

a) Mekanik nakil: Hastalık etkenlerinin, vektörde herhangi bir gelişme ve çoğalma göstermeden son konak adı verilen enfeksiyona duyarlı insan ya da hayvana taşınmasına mekanik nakil, bu tür vektörlere de mekanik vektör adı verilir. Mekanik nakilde, hastalık etkeninin vektörde geçireceği süre önemlidir. Vektör, hastalık etkenine kısa süreli bir sığınak sağlar. Hastalık etkeni bu kısa sürede son konağa nakledilmelidir. Karasineğin (*Musca domestica*), dışkı ve diğer kirli yerlere konması esnasında ayaklarına bulaşan hastalık etkenlerini yiyecek ve içeceklere bulaştırması ve bu gıdaları tüketenlere hastalığın nakli mekanik nakle örnektir. Karasinek *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, çeşitli *Streptococcus* ve *Staphylococcus* türlerini nakleder. Benzer şekilde hamam böcekleri de *Bacillus subtilis*, *E. coli*, *Salmonella* spp., *Balantidium coli*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia intestinalis* ile diğer birçok bakteri, virus ve parazitin yayılmasında rol alır. *Tabanus* ve *Stomoxys* türleri at ve sığırların surra adı verilen hastalığına neden olan *Trypanosoma evansi*'yi mekanik olarak naklederler. Bu sinekler enfekte konaktan kan emme esnasında etkenleri alırlar. Sineğin vücudunda etken hiçbir değişikliğe uğramadan kan emme esnasında son konağa nakledilir. Hastalıkların cansız varlıklarla (kapı kolu, kirli çamaşır, operasyon aletleri gibi) nakli de söz konusudur. Bulaşmada rol alan bu cansız varlıklara fomit adı verilir. Bazı *Babesia* ve *Anaplasma* türleri kontamine operasyon aletleri ile mekanik olarak nakledilebilir (18,21-24).

b) Biyolojik nakil: Mekanik naklin aksine, hastalık etkeninin, vektörde çoğalması ve/veya gelişmesinden sonra son konağa nakledilmesine biyolojik nakil, bu tür vektörlere de biyolojik vektör denir. Biyolojik nakil, hastalık etkeninin vektörde geçirdiği biyolojik gelişim durumuna (çoğalma/gelişme) göre üç şekilde gerçekleşir. Bazı hastalık etkenleri vektör vücudunda en yüksek seviyeye ulaşıncaya kadar çoğalır. Bunun dışında bir biyolojik gelişme göstermezler. Bu tür biyolojik nakil propagative nakil olarak adlandırılır. Arthropodlarla taşınan birçok viral ve bakteriyel enfeksiyon propagative yolla nakledilmektedir. Hastalık etkeninin vektör vücudunda sadece gelişme göstermesi şeklindeki biyolojik nakile cyclo-developmental nakil denir. Filarial parazitlerin mikrofilerleri kan emme esnasında sivrisinekler tarafından alınır. Mikrofilerler vektör vücudunda çoğalmaz. Vektör vücudunda 3. dönem larvalar gelişir. Kan emme esnasında 3. dönem larvalar konağa geçer. Hastalık etkenlerinin, vektör vücudunda hem çoğalması hem de gelişme göstermesi şeklindeki biyolojik nakle cyclo-propagative nakil denir. *Theileria* türlerinin

kenelerle nakli bu şekilde gerçekleşir. Vektör keneler kan emme esnasında son konağın eritrositleri ile birlikte piroplasm adı verilen etkenleri alırlar. Piroplasm formları, kenenin sindirim sisteminde seksüel gelişme (gametogoni) neticesinde zigotu oluştururlar. Zigot, hemolenfe geçerek ookineti şekillendirir. Hareketli olan ookinetler kenenin tükürük bezlerine giderek, sporogoni yoluyla çoğalırlar. Neticede oluşan sporozoitler, son konak omurgalı hayvanlar için enfektiftir. Kene duyarlı bir konaktan kan emme esnasında sporozoitleri konağa verir (18,21-24).

Arthropodların patojenlerle enfeksiyonu

Vektörler temel olarak enfekte bir konaktan kan emme esnasında hastalık etkenlerini alarak enfekte olurlar. Bununla birlikte, arthropodlar, hastalık etkeninin vektörden vektöre nakli yoluyla da enfekte olabilirler. Bazı hastalık etkenleri dişi vektörün ergin dönemde ürettiği yumurtalara geçerler. Bu yumurtalardan gelişen larvalar enfekte olup, enfeksiyonu duyarlı konaklara naklederler. Bu şekildeki nakle transovarial nakil adı verilir. *Babesia* türleri, kenelerle transovarial yolla nakledilir. Diğer taraftan vektör genç gelişim dönemlerinde (larva ve nimf) enfekte bir konaktan aldığı hastalık etkenlerini, sonraki gelişim dönemlerinde (nimf ve ergin) duyarlı konaklara nakledebilir. Bu şekildeki nakil transtadial nakil (safhadan safhaya nakil) olarak adlandırılır. *Theileria* ve *Babesia* türleri, kenelerle transtadial olarak nakledilir. Bir başka vektörden vektöre nakil yolu venereal nakildir. Enfekte erkek vektörlerin çiftleşme esnasında enfeksiyonu dişilere nakletmesine venereal nakil denir. Erkek sivrisinekler, çiftleşme esnasında *La crosse* virusunu dişi sivrisineklere nakleder. Aynı konaktan beslenen arthropodlar arasında enfeksiyonun taşınması da mümkündür. Enfekte vektörün tükürük salgısıyla diğer vektörlere etkenleri bulaştırmasına co-feeding adı verilir. *Borrelia burgdorferi* keneler arasında co-feeding ile taşınır (18,21-24).

Hastalık etkenlerinin kenelerle omurgalı konaklara nakli

Hastalık etkenleri vektörden enfeksiyona duyarlı bir omurgalı konağa temel olarak; salivarian, stercorarian, regurgitasyon ve vektörün konak tarafından yutulması şeklinde nakledilebilir. Hastalıkların vektörden duyarlı bir omurgalı konağa nakli genellikle salivarian bulaşma ile gerçekleşir. Bu tür bulaşmada vektör, hastalık etkenlerini konağa kan emme esnasında tükürük salgılarıyla verir. Sıtma etkenleri sivrisineklerle, *Theileria* ve *Babesia* türleri kenelerle salivarian yolla omurgalı konaklarına nakledilirler. Stercorarian bulaşmada, vektörü dışkı yoluyla terk eden etkenler, konağa çeşitli mukozal yüzeylerden veya deri üzerindeki portantrelerden girerler. *Trypanosoma cruzi*, *Reduviidae* ailesine bağlı tahta kurularıyla bu şekilde nakledilir. Tahta kurularını kan emmek için deride açtıkları deliklere dışkılarını bırakır. Dışkıda bulunan etkenler deri üzerindeki deliklerden konak vücuduna girer. Regurgitasyon yoluyla bulaşma, vektörün omurgalı konaktan kan emmesi esnasında, sindirim sistemindeki etkeni kusması ile gerçekleşir. *Leishmania* türleri, *Phlebotomus* cinsi sineklerle bu şekilde konağa nakledilirler. Vektörün yutulması yoluyla bulaşmada ise etkeni taşıyan vektör konak tarafından ağız yoluyla yakalanarak alınır. *Hepatozoon canis*, köpeklerin enfekte keneleri yutmasıyla bulaşır. Yukarıdaki bulaşma şekilleri dışında bazı türler, duyarlı omurgalı konaklara aktif ya da pasif yollarla nakledilirler. Filarial parazitlerin üçüncü dönem larvaları, enfekte sivrisineklerin ağız organellerine gelerek, sivrisineğin kan emmesi esnasında açtığı delikten aktif olarak kendi hareketiyle konak vücuduna girer. *Borrelia recurrentis* ise bitlerin sebep olduğu kaşıntı ve irritasyona bağlı olarak oluşan portantrelerden pasif olarak konak vücuduna geçer (18,21-24).

Kenelerle taşınan hastalıklar

Keneler, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden birçok patojen için vektörlük yaparlar. Kenelerin naklettiği hastalıklar içinde özellikle theileriosis, babesiosis, anaplasmosis hayvanlar için, Lyme borreliosis (LB), Tick-borne encephalitis (TBE), Kırım-Kongo kanamalı ateşi (KKKA) ise

insan sağlığı açısından önemli enfeksiyonlardır. Tablo 1’de kenelerle nakledilen önemli hastalıklar listelenmiştir (3,4,12,14,18,21-23,25-30).

Tablo 1. Kenelerle nakledilen başlıca hastalıklar

Hastalık Adı	Etken	Vektörler	Konaklar
Anaplasmosis	<i>Anaplasma marginale</i> , <i>A. centrale</i>	<i>Boophilus</i> , <i>Dermacentor</i> , <i>Rhipicephalus</i> , <i>Hyalomma</i> , <i>Ixodes</i> , <i>Ornithodoros</i> türleri	Siğir
	<i>A. ovis</i>	<i>Boophilus</i> , <i>Dermacentor</i> , <i>Rhipicephalus</i> , <i>Hyalomma</i> , <i>Ixodes</i> , <i>Ornithodoros</i> türleri	Koyun, keçi, geyik
Monositik anaplasmosis	<i>A. bovis</i> syn. (<i>Ehrlichia bovis</i>)	<i>Amblyomma</i> , <i>Hyalomma</i> , <i>Rhipicephalus</i> türleri	Siğir
Granulositik anaplasmosis	<i>A. phagocytophilum</i> (syn. <i>E. phagocytophilum</i>)	<i>Ixodes</i> türleri	Tek tırnaklılar, ruminantlar, kemiriciler, kuşlar, insan
Canine cyclic thrombocytopeni	<i>A. platys</i>	<i>R. sanguineus</i>	<i>Canidae</i> ’ler
Aegyptianellosis	<i>Aegyptionella</i> spp.	<i>Argas persicus</i>	Kanatlılar
Canine monositic ehrlichiosis	<i>E. canis</i>	<i>R. sanguineus</i>	<i>Canidae</i> ’ler
Human/canine monositic ehrlichiosis	<i>E. chaffeensis</i>	<i>A. americanum</i>	<i>Canidae</i> ’ler, insan
Canine granulositic ehrlichiosis	<i>E. ewingii</i>	<i>Amblyomma</i> , <i>Dermacentor</i> türleri	<i>Canidae</i> ’ler, geyik
Ovine ehrlichiosis	<i>E. ovina</i>	<i>Rhipicephalus</i> türleri	Koyun, keçi
Heart water (cowdriosis)	<i>E. ruminantum</i> (<i>Cowdria ruminantum</i>)	<i>Amblyomma</i> türleri	Ruminantlar
Rocky mountain spotted fever	<i>Rickettsia rickettsii</i>	<i>Dermacentor</i> türleri, <i>R. sanguineus</i> , <i>A. cajennense</i>	İnsan, köpek, kemiriciler
Q fever	<i>Coxiella burnetti</i>	<i>Amblyomma</i> ve diğer kene türleri	Siğir, koyun, kuşlar, kemiriciler
Lyme disesae	<i>Borrelia burgdorferi</i>	<i>Ixodes scapularis</i>	İnsan
Tick-borne relapsing fever	<i>Borrelia</i> spp.	<i>Ornithodoros</i> türleri	Kemiriciler
Bovine borreliosis	<i>B. theileria</i>	<i>Rhipicephalus</i> türleri	Siğir
Avian borreliosis	<i>B. anserina</i>	<i>Argas persicus</i>	Kanatlılar
Tularaemia	<i>Francisealla tularensis</i>	Çeşitli kene türleri	İnsan, koyun, at, domuz, kanatlılar, kemiriciler
Canine hemoplasmosis	<i>Mycoplasma haemocanis</i>	<i>R. sanguineus</i>	Köpek
Crimean-Congo haemorrhagic fever	<i>Bunyaviridae</i>	Çok sayıda kene türü, Türkiye’de temel vektörü <i>H. marginatum</i>	İnsan, siğir, koyun, keçi, tavşan, domuz, geyik ve diğerleri
Tick-borne encephalitis	<i>Flaviviridae</i>	<i>Ixodes</i> spp.	İnsan, siğir, koyun, at, köpek ve diğer memeliler
Colorado tick fever	<i>Reoviridae</i>	<i>Dermacentor</i> spp.	İnsan
African swine fever	<i>Asfarviridae</i>	<i>Ornithodoros</i> spp.	Domuz
Louping ill	<i>Flaviviridae</i>	<i>I. ricinus</i>	Koyun ve diğer birçok konak
Theileriosis	<i>T. parva parva</i>	<i>R. appendiculatus</i>	Siğir, manda
	<i>T. parva lawrencei</i>	<i>R. appendiculatus</i> , <i>Rhipicephalus</i> spp.	Siğir, manda
	<i>T. annulata</i>	<i>Hyalomma</i> spp.	Siğir, su mandası
	<i>T. mutans</i>	<i>Amblyomma</i> spp.	Siğir, manda
	<i>T. velifera</i>	<i>Amblyomma</i> spp.	Siğir, manda
	<i>T. sergenti</i> (syn. <i>T. orientalis</i>)	<i>Haemaphysalis</i> spp.	Siğir, manda
	<i>T. orientalis</i>	<i>Haemaphysalis</i> spp.	Siğir
	<i>T. lestoquardi</i> (syn. <i>T. hirci</i>)	<i>Hyalomma</i> spp.	Koyun, keçi
	<i>T. ovis</i>	<i>Rhipicephalus</i> spp., <i>Hyalomma</i> spp.	Koyun, keçi
	<i>T. equi</i> (syn. <i>B. equi</i>)	<i>Dermacentor</i> spp., <i>Hyalomma</i> spp., <i>Rhipicephalus</i> spp.	Tek tırnaklılar
Babesiosis	<i>B. bigemina</i>	<i>Rhipicephalus</i> (<i>Boophilus</i>) spp.	Siğir, su buffalosu, yabancı ruminantlar
	<i>B. bovis</i>	<i>Rhipicephalus</i> (<i>Boophilus</i>) spp., <i>Ixodes</i> spp., <i>R. bursa</i>	Siğir, su buffalosu, yabancı ruminantlar
	<i>B. divergens</i>	<i>I. ricinus</i>	Siğir, su buffalosu, yabancı ruminantlar
	<i>B. major</i>	<i>Hae. punctata</i>	Siğir
	<i>B. ovis</i>	<i>R. bursa</i>	Koyun, Keçi
	<i>B. motasi</i>	<i>R. bursa</i> , <i>Haemaphysalis</i> spp.	Koyun, Keçi
	<i>B. caballi</i>	<i>Hyalomma</i> spp., <i>Dermacentor</i> spp., <i>Rhipicephalus</i> spp.	Tek tırnaklılar
	<i>B. canis</i>	<i>R. sanguineus</i> , <i>Hae. leachi</i> , <i>D. reticulatus</i>	Köpek ve yabancı canideler
Canine hepatozoonozis	<i>Hepatozoon canis</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	Köpek
	<i>H. americanum</i>	<i>Amblyomma maculatum</i>	Köpek

Keneler ve naklettikleri hastalıklar, insan ve hayvan sağlığına direk etkileri ile birlikte önemli ekonomik kayba da sebep olurlar. Kenelerin neden olduğu ekonomik kayıplar; kenelerle mücadele amacıyla kullanılan akarisit ve hastalıklarla mücadelede uygulanan aşı giderleri, hastalıkların hayvanlarda neden olduğu verim kayıpları ile ölümler ve hastalıkların tedavi giderlerini kapsamaktadır. Hindistan'da küçük işletmelerde hayvan başına uygulanan akarisit maliyeti yıllık 3,14-65,36 dolar, sadece *T. annulata*'ya karşı aşı uygulamasının her sığır için yıllık 0,57 dolar, her sığırdaki theileriosis tedavisine yıllık 4,55 dolar harcandığı ve yine sadece *T. annulata* enfeksiyonlarının yıllık 239,5 milyon dolar ekonomik kayba yol açtığı belirlenmiştir. *T. parva* enfeksiyonlarının, Afrika'da yıllık 168,8 milyon dolar; *Babesia* spp. enfeksiyonlarının, Hindistan'da yıllık 57,2 milyon dolar ekonomik kayba neden olduğu kaydedilmiştir (3,4,12).

KAYNAKLAR

1. **Dumanlı, N.** (1987). Keneler, meydana getirdikleri zararlar ve savaş yolları. Elazığ Bölgesi Vet Hek Odası Derg, 2(2-3), 22-28.
2. **Göksu, K., Tüzer, E.** (1981). Kenelerin ve neden oldukları hastalıkların önemi. İstanbul Üniv Vet Fak Derg, 7(1), 69-113.
3. **Karaer, Z., Yukarı, B.A., Aydın, L.** (1997). Türkiye keneleri ve vektörlükleri. Parazitolojide Artropod Hastalıkları ve Vektörler, Edr., Özcel, M.A., Daldal, N., 363-433, Türkiye Parazitoloji Derneği Yayın No: 13, İzmir.
4. **Minjauw, B., McLeod, A.** (2003). Tick-borne diseases and poverty. The impact of ticks and tickborne diseases on the livelihood of small-scale and marginal livestock owners in India and eastern and southern Africa. Research report, DFID Animal Health Programme, Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, UK.
5. **Uilenberg, G.** (1992). Veterinary significance of ticks and tick-borne diseases. Tick Vector Biology. Medical and Veterinary Aspects, Eds., Fivaz, B., Petney, T., Horak, I., 23-35, Springer- Verlag Berlin Heidelberg.
6. **Barker, S.C., Murrell, A.** (2008). Systematics and evolution of ticks with list of valid genus and species names. Ticks, Biology, Disease and Kontrol, Eds., Bowman, A.S., Nuttall, P., 1-39, Cambridge University Pres, Cambridge, UK.
7. **Camicas, J.L., Hervy, J.P., Adam, F., Morel, P.C.** (1998). The ticks of the world (Acarida, Ixodida), nomenclature, described stages, hosts, Distribution. Orstom Editions, Paris.
8. **Horak, I.G., Camicas, J.L., Keirans, J.E.** (2002). The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodidae): a world list of valid tick names. Exp Appl Acarol, 28, 27-54.
9. **Keirans, J.E.** (1992). Systematics of the Ixodida (*Argasidae*, *Ixodidae*, *Nuttalliellidae*): an overview and some problems. Tick Vector Biology: Medical and Veterinary Aspects, Ed., Fivay, B., 1-21, Springer Verlag, Berlin, Germany.
10. **Keirans, J.E., Robbins, R.G.** (1999). A world checklist of genera, subgenera, and species of ticks (Acari: Ixodida) published from 1973-1997. J Vector Ecol, 24, 115-129.
11. **Walker, J.B., Keirans, J.E., Horak, I.G.** (2000). The genus *Rhipicephalus* (Acari, *Ixodidae*): A guide to Brown ticks of the world. Cambridge University Pres, Cambridge, UK.
12. **Aktaş, M.** (2015). Ixodida (Keneler). Arthropodoloji, Edr, Karaer, Z., Dumanlı, N., 67-82, Medisan.
13. **Capinera, J.L.** (2008). Encyclopedia of arthropodology, 3775-3804, Springer Science + Busines Media BV.
14. **Nicholson, W., Sonenshine, D.E., Lane, R.S., Uilenberg, G.** (2009). Ticks (Ixodida). Medical and Veterinary Entomology, Eds., Mullen, G., Durden, L.A., 493-542, Elsevier.
15. **Taylor, M.A., Coop, R.L., Wall, R.L.** (2007). Entomology, Veterinary Parasitology, Blackwell Publishing.

16. **Aydın, L., Bakırcı, S.** (2007). Geographical distribution of ticks in Turkey. *Parasitol Res*, 101, 163-166.
17. **Sonenshine, D.E.** (1993). *Biology of Ticks*. Vol 2. Oxford University Press Oxford.
18. **İnci, A., Yıldırım, A., Düzlü, Ö.** (2016). Kenelerin Medikal ve Veteriner Önemleri: Kene Türleri, Konaklarını Bulma Yolları, Naklettikleri Patojenler ile Patojenlerin Bulaşma Yolları, Neden Oldukları Hastalıklar ve Kontrol, Kenelerin Medikal ve Veteriner Önemleri, Ed., İnci A., Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri.
19. **Mehlhorn, H.** (2008). *Encyclopedia of Parasitology*, 3rd Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
20. **Sonenshine, D.E., Mather, T.N.** (1994). *Ecological Dynamics of Tick-Borne Zoonoses*, Oxford University Press, UK.
21. **Edman, J.D.** (2004). Arthropod transmission of vertebrate parasites. *Medical Entomology*, Eds., Eldridge, B.F., Edman, J.D., 151-163, Kluwer Academic Publisher.
22. **İnci, A., Düzlü, Ö.** (2009). Vektörler ve Vektörlerle Bulaşan Hastalıklar, Erciyes Üniversitesi Vet Fak Derg, 6(1), 53-63.
23. **Little, S.E.** (2009). Vector borne disease. *Georgis Parasitology for Veterinarians*, Ed., Bowman, D.D., 390-413, Saunder Elsevier.
24. **Marquardt, W.C., Demaree, R.S., Grieve, R.B.** (2000). *Parasitology & Vector Biology*. Harcourt Academic Press, San Diego, California.
25. Aktaş, M., Dumanlı, N. (2015a). Hepatozoidae, Klossiellidae. *Veteriner Protozooloji*, Edr., Dumanlı, N., Karaer, Z., 71-74, Medisan.
26. **Aktaş, M., Dumanlı, N.** (2015b). *Theileriidae*, *Veteriner Protozooloji*, Edr., Dumanlı, N., Karaer, Z., 207-218, Medisan.
27. **Azad, A.F., Beard, C.B.** (1998). Rickettsial pathogens and their arthropod vectors. *Emerg Infect Dis*, 4, 179-186.
28. **İnci, A., Düzlü, Ö., Iça, A.** (2010). *Babesidae*. *Veteriner Protozooloji*, Edr., Dumanlı, N., Karaer, Z., 183-206, Medisan.
29. **Jongejan, F., Uilenberg, G.** (2004). The global importance of ticks. *Parasitol*, 129, 3-14.
30. **William, L.N., Daniel, E.S., Robert, S.L., Gerrit, U.** (2009). Ticks, *Medical and Veterinary Entomology*. Eds., Garry, L.M., Lance, A.D., second ed., 493-542, Academic Press, Elsevier Inc London, 493-542.