

## Küresel ısınmanın kenelerle taşınan enfeksiyonlara etkileri

### *Impacts of the global warming on tick - borne infections*

Ece Şen

Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü Temel Çevre Bilimleri Anabilimdalı, Hisar Kampüsü Bebek, İstanbul

İletişim / Correspondence: Ece Şen Adres / Address: Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü Temel Çevre Bilimleri Anabilimdalı, Hisar Kampüsü Bebek, İstanbul E-mail: ece.sen@boun.edu.tr

#### ÖZET

Atmosferik sıcaklık, 250- 300 yıl önce başlayan bir ısınma dönemine girmiştir. Devam eden ısınmanın insan sağlığına etkileri üzerindeki çalışmalar özellikle, "yeni çıkan" veya "yeniden çıkan" hastalıklar üzerinde yoğunlaşmıştır. Öne sürülen "en kötü senaryo" yaklaşımları ve epidemiyolojik varsayım modelleri, artan küresel sıcaklık değerlerinin, patojenik mikroorganizmaların bulaşma oranlarını yükselteceğini düşündürmektedir. Sarı humma ve deng ateşi gibi artropodlarla taşınan hastalıklarla ilgili tarihsel kanıtlar, iklim ve sıcaklık değişikliklerinin, enfeksiyonların epidemiyolojik özelliklerini, prevalansını ve yayılma alanlarını etkileyebileceğini göstermiştir. Küresel ısınma özellikle vektörlerle bulaşan enfeksiyonların epidemiyolojisini etkilemektedir. Kenelerin dağılımı ve enfeksiyon oranlarının yağış, iklim ve mikroklimatik değişimlerden etkilenme mekanizmaları yurdumuzda yaptığımız çalışmalarla açıklanmıştır; Trakya ve Karadeniz bölgelerinde Lyme borreliyozu ve anaplazmoz (HGE) üzerinde yaptığımız seroepidemiolojik ve vektör sürveyans çalışmalarında elde ettiğimiz veriler, özellikle yağış ve habitat özelliklerinin kenelerin dağılımını etkilediğini göstermiştir. Ancak, patojenlerin epidemiyolojisinde, göçler, uluslararası yolculuklar, ekonomik sorunlar ve altyapı eksikliği, eğitimsizlik sonucu ortaya çıkan çevre kirliliği, izinsiz hayvan ticareti, kontrolsüz avcılık, ormanların tarla, yol, yerleşim alanı yapmak amacıyla yok edilmesi, plansız sulama sistemleri, kontrolsüz zirai ilaçlama ve aşırı antibiyotik kullanımı gibi antropojenik faktörler ve hatalar ve tüm bu faktörlerin küresel ısınma, habitat ve ekolojik denge üzerindeki etkileri, genel olarak patojenlerin dağılımında, doğal faktörlerden daha önemlidir. Bu nedenle, geleceğe yönelik hastalık prevalansı tahminleri ve epidemiyolojik modellerin yapımında iklim ve doğal faktörlerle birlikte antropojenik faktörler de dikkate alınmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Küresel ısınma, kene-kökenli enfeksiyonlar, *Ixodes ricinus*, Lyme borreliyozu, epidemiyoloji

#### SUMMARY

Atmospheric temperature has been in a warming trend which started 250-300 years ago. Studies on the effects of the current warming on the human health have been especially focused on the "emerging" or "re-emerging" diseases. The proposed "worst case scenario" approach and epidemiological hypotheses have been suggesting that the increasing global temperatures might be increasing the rate of spread of pathogenic microorganisms. The historical records on the arthropod-borne diseases such as yellow fever and dengue fever have shown that climatic and temperature changes may influence the epidemiological features, prevalence and spread of these infections. The global warming has been affecting especially the epidemiology of vector-borne infections. The action mechanisms of precipitation, climatic and microclimatic changes on the rates of distribution and infection of the ticks has been explained by our field studies performed in our country; the data that we obtained in our seroepidemiological and vector surveillance studies on Lyme borreliosis and anaplasmosis (HGE), especially the patterns of precipitation and habitat have shown that they affected the distribution of ticks in the Thrace and Black Sea regions. However, in the epidemiology of pathogens, anthropogenic factors and mistakes such as migration, international travel, economical problems and infrastructure deficiency, environmental pollution due to illiteracy, unauthorized animal trade and hunting, deforestation for construction, planning defects in irrigation systems, uncontrolled insecticide and antibiotic overuse and the effects of these factors on the global warming, habitat and ecological balance are more important than the natural factors. For this reason, in order to estimate the future prevalence of the diseases and in the epidemiological models, anthropogenic factors must be taken into consideration along with the climatic and natural factors.

**Key words:** Global warming, tick-borne infections, *Ixodes ricinus*, Lyme borreliosis, epidemiology.

## GİRİŞ

Dünyanın iklimi sürekli değişim göstermektedir. Ortaçağ boyunca sıcak ve daha sonra soğuk dönem (küçük buz çağı) geçirilmiştir ve son üç yüzyıldan beri ısınma süreci devam etmektedir (1-3). Bu değişimler doğal olmakla birlikte son yıllarda elde edilen kanıtlar, küresel ısınma üzerinde, insan aktiviteleri, özellikle fosil yakıt tüketimi ve çevre kirliliğinin de etkili olduğunu göstermiştir (4-6). Küresel ısınmanın insan sağlığına potansiyel etkileri önemli bir tartışma konusudur.

Modern klimatoloji, "değişiklik" kavramının, iklimlerin mutlak bir parçası olduğunu kabul etmektedir. İklimlerdeki değişikliklerin doğal nedenleri, güneşin radyant enerjisindeki dalgalanmalar, atmosfer saydamlığındaki farklılıklar (toz, kum fırtınaları, volkanik kül, havadaki diğer tanecekler), dünyanın kendi eksenini ve güneş yörüngesindeki dönüşlerinde görülen sapmalardır. Ayrıca, iklim mekanizmalarının en önemli parçaları olan atmosfer ve okyanus akıntıları, birkaç hafta ile binlerce yıl arasında değişen sürelerde farklılıklar göstermektedir. Tüm bu değişkenlerin karmaşık ilişkileri iklim değişikliklerinin nedenleridir. Sonuç olarak, nem, sıcaklık, yağış, rüzgar ve havadaki toz partikülü oranlarının yıllık ortalamaları değişiklik gösterdiği gibi, on yıllık, yüzyıllık, binyıllık ve milyonlarca yıllık ortalamaları da farklılıklar göstermektedir.

Günümüzde de devam eden küresel ısınma dönemi, 18. yüzyılın ilk yarısında başlamıştır. 1940-1970 yılları arasında görülen hafif soğumanın, endüstriyel hava kirliliğinin toz oranını arttırmasına ve güneş ışınlarını engellemesine bağlı olduğu düşünülmüştür. 1970 lerden sonra, iklim yeniden ısınma dönemine girmiştir. Bu ısınmanın nedeni olarak, fosil yakıt emisyonlarının sera etkisi yaptığı, güneşin radyant enerjisini ısı olarak atmosferde tuttuğu öne sürülmüştür.

En önemli atmosferik sera gazı su buharıdır (%2) ancak toplumun dikkati karbondioksite odaklanmıştır. 19.yüzyılın ortalarından beri ormanların

tarım ve inşaat amaçlarıyla geniş alanlarda kesilmesi, fosil yakıtların (kömür, petrol, benzin) kullanımındaki büyük artış karbondioksit miktarını % 0.029 (1890) değerinden % 0.037 (2000) oranına yükseltmiştir. Araştırmacıların çoğunun paylaştığı görüşe göre, % 28 oranındaki bu artış, atmosferik sıcaklığın yükselmesine katkıda bulunmaktadır. Bu katkının payı tam olarak anlaşılamamıştır, ancak, antropojenik faktörler etkili olduğundan bu döngünün durdurulmasının mümkün olabileceği düşünülmektedir (7).

İklim değişiklikleri, özellikle artropod vektörlerle bulaşan infeksiyonların yayılmasında önemlidir; vektörlerin biyolojisi, evrimi, çoğalması, direnci, doğadaki konak hayvanların dağılımı ve popülasyon özellikleri, patojenlerin vektörlere ve konaklara bulaşma oranı, mikroorganizmaların jenerasyon süreleri ve virülansı, genetik modifikasyon oranları ve mutasyon frekansları üzerinde etkilidir. İklim değişiklikleri ve küresel ısınmanın, yurdumuzda veya komşularımızda bulunan veya gelecekte karşılaşılabileceğimiz infeksiyon etkenlerinin epidemiyolojik özelliklerine etkisi yazımızın içeriğini oluşturmaktadır.

### İklim değişikliklerine bağlı riskler ve etkiler

2003 yılında Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) tarafından yayınlanan " İklim değişiklikleri, riskler ve etkiler" raporuna göre, Güney Pasifik'te ENSO (El Nino Southern Oscillation) ile deng virüs enfeksiyonu insidansı, ayrıca özellikle Güneydoğu Asya ülkelerindeki yağışlar ve infeksiyöz diyare olgularındaki artışlar arasında doğrudan bağlantı kurulmaktadır. WHO, küresel ısınmanın enfeksiyon hastalıklarının epidemiyolojisinde ve hastalık insidanslarının artışında "son derece gerçek, ancak, antropojenik faktörlerle karşılaştırıldığında, oldukça küçük bir faktör" olduğu sonucuna ulaşmıştır (8).

Küresel ısınmanın yol açtığı diğer doğa olayları, toz bulutları ve kum fırtınalarıdır. 1990 yılında Çin'den havalanan bir toz bulutu Paris'e iki haftada ulaşmıştır. Toz bulutlarında katrilyonlarca mikroorganizma taşınmaktadır. Ancak, günümüze

kadar, toz bulutları ile influenza, hantavirüs pulmoner sendromu ( Sin Nombre virüsü enfeksiyonu) gibi hava yoluyla yayılan enfeksiyonların salgınları arasında bağlantı olduğu bilimsel olarak kanıtlanamamıştır. Genel görüşe göre, troposferin üst katmanları ve stratosferde güneşin ultraviyole ışınları ve atmosferin aşırı kuru hava akımları, toz bulutundaki mikroorganizmaların denatürasyonuna neden olmaktadır.

Greenpeace örgütü tarafından çeşitli kaynaklardan derlenen verilere göre, 1880 yılından sonraki iklimatik değişiklikler ve bu değişikliklerin gelecekte beklenen yansımalarını Tablo 1 özetlemektedir (9).

**Tablo 1.** Belirlenmiş küresel iklimatik değişiklikler ve gelecekte beklenen sonuçları

Gözlemlenen iklim değişikliği	Gelecekte beklenen etkiler
<b>Kıta ve deniz yüzeyi ısınması</b> 0.3° C-0.6° C küresel artış (1880-2005)	Yeryüzü ve troposfer ısınır Küresel ortalamalara yansıma: 2x [CO <sub>2</sub> ] +1.5-4.5° C; en iyi tahmin: +2.5° C dolayındadır.
Diüurnal sıcaklık farklarında azalma En fazla ısınma Kuzey yarımkürenin ortasında ve kuzeyindeki kıtalardadır.	Gece-gündüz arasındaki sıcaklık farkı azalır Kuzey enlemlerde sıcaklık artışı görülür (özellikle kış sıcaklıkları artar)
<b>Stratosferik sıcaklıklar</b> Stratosferde 1970 den sonra soğuma	Stratosfer sıcaklığı azalır
<b>Buz ve kar örtüsü</b> En büyük buzullarda görülen erime Kuzey yarımkürede ilkbahar kar örtüsünde 1973 yılında başlayan azalma	Buzullar ve kutup denizlerinde buz kabuğu yok olur.
(Antarktika ve arktik bölgede 1970 de başlayan deniz buz örtüsündeki azalma)	Deniz düzeyinin altındaki bölgelerde seller ve su baskınları görülür.
<b>Yağışlar</b> Ortalama yağış miktarında artma veya mevsimsel değişiklikler (örn. Muson mevsiminin uzaması gibi).	Küresel yağış ortalamaları artar.
Kuzey ve orta enlemlerde yağışlarda 1900 yılında başlayan artış 1970 den sonra Kuzey yarımkürenin tropikal ve subtropikal bölgelerinde görülen yağışta azalma	Özellikle kış yağışlarında kuzey ve orta enlemlerde artış görülür. Tropikal yağış değişkenliği artar
Tropikal bölgelerde havadaki nem, buharlaşma oranları ve hidrolojik döngülerde artma. Aşırı yağışlar.	Tropikal bölgelerde nemlilik artar

Küresel iklim değişiklikleri ve epidemiyoloji

"International Society for Ecosystem Health Working Group", enfeksiyonların epidemiyolojik özelliklerini ve ortaya çıkmalarını etkileyen faktörleri önem derecelerine göre sıralayan bir liste hazırlamıştır. (Tablo 2) (10).

**Tablo 2.** Enfeksiyonların epidemiyolojisini ve ortaya çıkmalarını etkileyen faktörler:

1. Tarımdaki gelişmeler, değişiklikler
2. Sulama sistemlerinin planlanmasındaki hatalar
3. Şehirleşme
4. Ormanların yok edilmesi
5. Göçler ve nüfus artışı
6. Yeni patojenlerin bölgeye gelmesi (yolculuk, nakliyat, uluslararası ticaret)
7. Su ve hava kirliliği
8. Biyolojik çeşitlilikte azalma
9. Habitat bölünmesi ve yok edilmesi
10. <b>Klimatik değişiklikler</b> (küresel ısınma, toz ve kum fırtınaları, ENSO, yağış düzeni ve debilerindeki değişiklikler, ozon tabakasının incelmeleri)
11. Altyapı bozukluğu
12. Hayvanlarla insanlar arasındaki mesafenin azalması
13. Ötrofikasyon; tatlı sularda ve denizlerde oksijen derişiminin azalması
14. Tek tür bitkiye odaklanan tarımcılık
15. Erozyon

(Önem derecelerine göre listelenmiştir)

Tablo 2 de orta derecede önemli olarak sıralanan iklim değişiklikleri ve küresel ısınma, özellikle vektörlerle bulaşan enfeksiyonların epidemiyolojisinde çok önemlidir.

Yurdumuzda ve komşu ülkelerde bulunan veya ortaya çıkma olasılığı yüksek mikroorganizmaların taşıyıcısı vektörlerin en önemlileri, sivrisinekler ve kenelerdir. Bu artropodların vektör olarak başarılarının nedenleri: 1. Geniş patojen ve konak yelpazeleri vardır, 2. Yüksek sıcaklık ve nem oranlarına dayanıklıdır, 3. Üreme süreçleri hızlıdır, 4. Üreme ve yumurtlama ortamları çeşitlidir (sivrisinekler yumurtalarını boş konserve kutuları, eski lastikler, su bulunan tüm mekanlar, evlerde çiçek saksılarının altında toplanan su gi-

bi çok çeşitli çok çeşitli ortamlara bırakırlar.)

5. Transstadiyal (yatay) geçişle mikroorganizmaları, yumurtaların gelişimi sırasında yeni nesillere aktarırlar, 6. Kan emme mekanizmaları özgülleşmiş ve patojen aktarımına en uygun duruma gelmiştir; sivrisinekler ve keneler "havuz" yöntemiyle kan emerler, subkütan kapillerleri deler, kanın dolmasını bekler, oluşan kan havuzundan beslenirler. *Ixodes* grubundaki sert kenelerin tükürük salgısında bulunan anestetik madde nedeniyle kan emilimi sırasında konak ısırmayı hissetmez, kene ve sivrisinek tükürüğünde ayrıca anti-koagulan olduğundan kanın pıhtılaşması önlenir. 7. Kış aylarını genellikle donmaya dirençli ergin

evrede geçirirler, 8. İnsektisitlere direnç kazanırlar (örn: *Anopheles* sp. grubu sivrisineklerde görülen "Knock-down" direnç mekanizması)

9. Göç eden kuşlar, uçak ve gemilerle uzak kıtalara ulaşabilirler, 10. İmmatür formları dayanıklıdır (Nimf evresindeki yavru keneler 6 ay boyunca 7°C su içinde tutulmuş ve canlı kalmışlardır, sklere çok gelişmiştir ve mekanik etkenlere, ezilmeye dirençlidir) (11-20).

### **Kenelerle taşınan infeksiyonlara küresel ısınmanın etkisi**

Yurdumuzda ve Avrupa'da görülen veya gelecekte ortaya çıkabilecek, kenelerle bulaşan infeksiyonlar Tablo 3 de özetlenmektedir (21-26).

**Tablo 3.** Türkiye'de, komşu ülkelerde ve Avrupa'da görülen veya gelecekte karşılaşma olasılığı bulunan kene vektörlü infeksiyonlar.

Etken/infeksiyon	Vektör	Doğal konak	Bölge
<b>ARBOVİRÜSLER</b> <b>Togaviridae, Flaviviridae (Grup B)</b> TBE (Kene kökenli ensefalit) (Orta Avrupa ensefaliti, CEE alttipi); HYPR (Hypr virüs)  LI virüsü (Louping Ill)	<i>Ixodes ricinus</i> * <i>I.hexogonus</i> <i>Haemaphysalis inermis</i> <i>H.punctata</i> <i>H.concinna</i> <i>Dermacentor marginatus</i> <i>D.reticulatus</i> <i>I.ricinus</i>	Orman fareleri: <i>Apodemus</i> <i>Clethrionomys</i>  <i>Lagopus</i> (kızıl kaz) <i>Apodemus</i> (orman faresi) <i>Sorex</i> (kır faresi)	Kuzey Sırbistan Karadağ, Bosna Makedonya Brac adası Orta Avrupa Rusya Türkiye İtalya  İngiltere
<b>Minör B grubu arbovirüsler</b> ABS (Absetterov virüsü) HAN (Hanzolova virüsü)	<i>I.ricinus</i> <i>I.ricinus</i>		Orta Avrupa Orta Avrupa
<b>Grup B dışındaki arbovirüsler</b> TRB (Tribec virüsü) Uukuniemi grubu (Bunyavirüs-benzeri)	<i>I.ricinus</i> <i>I.ricinus</i>		Doğu Avrupa Doğu Avrupa
<b>Nairovirüsler</b> KKKA (Kırım Kongo kanamalı ateşi)	<i>Hyalomma marginatum</i>	kuşlar evcil hayvanlar	Güney Avrupa Bulgaristan Kosova Türkiye
<b>Diğer arbovirüsler</b> BHA (Bhanja) RSSE (Rus yaz-bahar ensefaliti)	<i>I.ricinus</i> <i>I.persulcatus</i> <i>Haemaphysalis concinna</i> <i>H.japonica douglasi</i>		Doğu Avrupa Rusya Çin

Tablo 3. devam

Etken/enfeksiyon	Vektör	Doğal konak	Bölge
Hantavirüsler KKA (Hantaan virüsü) Kore kanamalı ateşi)	<i>Hyalomma m. marginatum</i> <i>H.anatolicum</i>		Doğu Avrupa Asya
<b>BAKTERİLER</b> <b>Lyme borreliyozu borreliaları</b>			
Borrelia burgdorferi B.garinii,B.afzelii, B.lusitaniae, B.valasiana	<i>Ixodes ricinus</i> <i>I.scapularis</i> <i>I.persulcatus</i> <i>I.ovatus</i>	rodentler memeliler reptiller kuşlar	Avustralya ve Antarktika hariç tüm kıtalar Türkiye
<b>Kene kökenli tekrarlayan ateş borreliaları</b>			
<i>B.hispanica</i>	<i>Ornithodoros erraticus</i>		Güneybatı Avrupa İspanya Portekiz Kıbrıs Yunanistan Kuzey Afrika
<i>B.crocidura</i>	<i>O.sonrai</i>		Türkiye Fas Mısır İran Senegal Kenya
<i>B.persica</i>	<i>O.tholozani</i>		İran İsrail Suriye Mısır Orta Asya
<i>B.caucasia</i>	<i>O.asperus</i>		Kafkasya Irak
<i>B.latyschevii</i>	<i>O.tartakovskiyi</i>		Orta Asya Rusya İran
<i>B.recurrentis</i>	<i>Ornithodoros sp.</i>		Avrupa Asya
<i>B.duttoni</i> <i>B.hispanica</i> <i>B.anserina</i>	<i>O.moubata</i> <i>O.erraticus</i> <i>Argas persicus</i>		Orta ,Güney Afrika Kuzey Afrika Mısır İran Hindistan

Tablo 3. devam

Etken/infeksiyon	Vektör	Doğal konak	Bölge
<b>Diğer bakteriler</b>			
<i>Francisella tularensis</i> (tularemi)	<i>I. ricinus</i>		Tüm kıtalar, Türkiye
<i>Leptospira sp.</i> (keçi, sığır leptospirozu)	<i>Hyalomma anatolicum excavatum</i> <i>Rhipicephalus sanguineus</i> <i>I. ricinus</i>	rodentler	İsrail Türkiye
<i>Rickettsia conorii</i> (Endemik tifüs)	<i>R. sanguineus</i> <i>Haemophysalis sp.</i> <i>Amblyomma sp.</i> <i>Boophilus sp.</i> <i>Dermacentor sp.</i>		Avrupa Afrika
<i>Rickettsia phagocytophila</i> (koyun riketsiyozu)			İngiltere
<i>Anaplasma phagocytophila</i> (İnsan granulositik erlihiyozu)	<i>I. ricinus</i>	rodentler	Tüm kıtalar Türkiye
<i>A. chaffaensis</i>	<i>I. ricinus</i>	köpekler	Tüm kıtalar Türkiye
<i>Borrelia turcica</i> (Bilinmiyor)	<i>Hyalomma aegyptium</i>	kara kaplumbağası	
<i>Proteobacteria</i> (IRIC-ES1) (Bilinmiyor)	<i>I. ricinus</i>	transstadiyal geçiş	Tüm kıtalar Türkiye
<b>PROTOZOALAR</b>			
<b>Babesiyoz etkenleri</b>			
<i>Babesia bovis</i>	<i>I. ricinus</i>	memeliler	Tüm kıtalar Türkiye
<i>B. bigemina</i>	<i>Boophilus sp.</i>		Avrupa
<i>B. divergens</i>	<i>I. ricinus</i>		Avrupa
<i>B. ovis</i>	<i>R. bursa</i>		Avrupa Türkiye
<i>B. capreoli</i>	<i>I. ricinus</i>	dağ keçisi	Rusya
<i>B. caballi</i>	<i>Dermacentor sp.</i> <i>Hyalomma sp.</i> <i>Rhipicephalus sp.</i>	equine	Avrupa Afrika Rusya
<i>B. equi</i>	<i>Dermacentor sp.</i> <i>Hyalomma sp.</i> <i>Rhipicephalus sp.</i>		Avrupa Kafkasya Hindistan
<i>B. canis</i>	<i>I. ricinus</i> <i>Hyalomma marginatum</i>	köpek	Avrupa
<i>B. microti</i>	<i>Dermacentor sp.</i> <i>Ixodes sp.</i>	insan	

Tablo 3. devam

Etken/infeksiyon	Vektör	Doğal konak	Bölge
<b>Theileria</b> <i>T.annulata</i> <i>T.hirci</i> <i>T.ovis</i>	<i>Hyalomma anatolicum</i> <i>H.anatolicum</i> <i>Rhipicephalus sp.</i>	sığır koyun, keçi	Avrasya Irak Rusya Avrupa
<b>MANTARLAR</b> <i>Nocardia asteroides</i> (deri abseleri) <i>Dermophilus dermatonomus</i> <i>D.congolensis</i> (lumpy wool)	<i>Hyalomma asiaticum</i> <i>H.asiaticum</i> <i>Amblyomma sp.</i>	koyun, deve koyun, deve koyun, herbivorlar	Asya İngiltere
<b>HELMİNTLER</b> <b>Filaria</b> <i>Wehrdikmansia rugosicauda</i> (subkutan geyik filariyazi)	<i>L.ricinus</i>	geyik	Almanya

\* *Ixodes ricinus*, *Ixodidae* genusundan bir sert kene türüdür ve doğadaki konak yelpazesi son derece geniştir; iklim şartlarına (özellikle yağış düzenlerindeki değişimler ve kuraklık) bağlı olarak, insanlardan başka , yılan, kaplumbağa, keler gibi reptiller, kuşlar, tüm evcil hayvanlar, memeliler, rodentler özellikle tavşan, tüm fare türleri, kirpi, köstebek, su samuru, yaban domuzu, geyik, dağ keçisi gibi hayvanlarda infestasyon yapabilir. Bu kenede, değişik

Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri, özellikle yıllık ve mevsimlik yağış düzenindeki değişimler sivrisineklerde olduğu gibi, kenelerin gelişimi ve dağılımını, patojenlerle enfeksiyon oranlarını, doğadaki konaklara virüs bulaştırmalarını, yatay enfeksiyon ile yeni nesil kenelere virüslerin bulaşma oranını, kış dönemini canlı geçirme başarılarını etkilemektedir. Ayrıca, insan faktörleri (ormanların yok edilmesi, yol ve baraj inşaatları, çevre kirliliği, atmosferdeki ozon tabakasının incilmesi, yeni hayvan türlerinin bölgeye getirilmesi, av yasağı ve kaçak avcılık gibi sayısız insan hataları) bu süreçte önemlidir (27,28).

2001 yılında başladığımız Japonya Eğitim, Kültür ve Bilim Bakanlığının desteği ile Trakya ve Karadeniz bölgesinde yaptığımız çalışmalar, birçok patojeni insanlara ve hayvanlara bulaştıran

arbovirüslerle ve diğer mikroorganizmalarla ko-infeksiyon görülebilir. Virüslerden başka, Lyme boreliyozu, babesiyoz, erlihiyoz (HGE), kene tífüsü (riketsiyoz), tularemi, filariyaz (subkutan form) gibi enfeksiyonların da vektörü veya alternatif vektörüdür. Karadeniz, Marmara (Trakya) bölgelerindeki en yaygın kene türüdür (bu bölgelerdeki sert kene türlerinin % 90 kadarını oluşturur) [27]

*L.ricinus* türü kenelerin ve ayrıca, bu patojenlerin doğadaki konakları olan kır ve tarla farelerinin iklim, yağış düzeni ve kuraklıktan büyük ölçüde etkilendiğini göstermektedir.

Doğadaki konak fare türleri üzerinde ilk arazi çalışmamız, 2001 yılı Ağustos ayında Kuzey Anadolu/Karadeniz bölgesinde yapılmıştır. Bolu (Yedigöller), Kızılcahamam (Soğuksu), Ilgaz milli parkları, Bartın, İnebolu, Sinop, Ünye çevresinde, kuru yem yerleştirilmiş Sherman kutu kapanları kullanılarak, arbovirüsler, Lyme hastalığı etkeni *Borrelia burgdorferi*, HGE etkeni *Anaplasma phagocytophila* bakterilerinin de doğal konakları olduğu bilinen orman ve kır fareleri yakalanmıştır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı bölgesel gözlem istasyonlarından aldığımız verilere göre, bu çalışmanın yapıldığı Ağustos ayından önceki

kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerindeki yağış değerleri, özellikle Şubat, Mart, Haziran ve Temmuzda yağış miktarları son 50 yılın ortalamasının % 35 altındadır. Normal yağış miktarlarına göre, Mart ayında % 27.4, Haziran ayında % 62.9, Temmuz ayında ise % 13.0 azalma görülmüştür. Bu bölgede Haziranda normal yağış değeri 32.6 mm dir, ancak, 12.1 mm yağış kaydedilmiştir (ortalamadan % 62.9 az). Toprak 50 cm derin çatlaklı ve kurudur. Çalışma bölgelerinde yabancı fareler toplanmış ve ELISA yöntemiyle patojenlere karşı gelişen antikorlar aranmıştır. Toplam 65 fare yakalanmış, infeksiyon oranları çok düşük bulunmuştur. *Apodemus sp.* ve *Crocidura suovalens* türü kır fareleri çoğunluktadır. En ilginç gözlemimiz, 10 günlük çalışma süresince bitki yüzeylerinde tek bir serbest kene bulunamamasıdır. Bu çalışma, kır farelerinin infeksiyon oranının düşüklüğünün, kuraklık nedeniyle bölgedeki vektör sayısında ve aktivitelerindeki azalmalardan kaynaklandığını göstermektedir. Ayrıca, yakalanan fare sayıları da beklenenden az bulunmuştur; bunun nedenleri, farelerin kuru toprakta yuva deliği kazamaması ve kuraklığın neden olduğu besin zinciri eksikliklerdir (29).

Bir başka arazi çalışmamızda, İstanbul çevresi ve Trakya'da kene popülasyonlarının dağılımı üzerinde yağış ve iklim şartlarının, habitat ve bitki örtüsünün önemi gösterilmiş, ideal habitat özellikleri belirlenmiştir. Trakya'nın iç bölümlerinde kara iklimi hakimdir ve kene sayıları, yağışların azlığı nedeniyle kıyı bölümüne göre daha düşüktür. Edirne'de bitki örtüsü üzerinde yalnızca bir tek serbest kene bulunmuştur. Ancak, kuzeyde Karadeniz kıyı şeridinin özellikle soğuk kış rüzgarlarından korunan kıyı bölümlerinde kene sayısı artmaktadır (tablo 4) Bu kenelerde saptanan patojenler ve infeksiyon oranları Tablo 4'de verilmektedir. Başlıca infeksiyon etkenleri: *I. ricinus* kenelerinde *Borrelia burgdorferi sensu stricto*, *B. afzelii*, *B. garinii*, *B. lusitanae*, *B. valasiana* (Lyme borreliyozu etkenleri), *Anaplasma phagocytophila* (erlihiyoz etkeni), *Hyalomma aegyptium* (kaplumbağa kenelerinde) ise *Borrelia turcica* (Türk bor-

reliyası) adını verdiğim yeni bir bakteri türüdür. Bu yeni mikroorganizmanın hangi organizmalarda patojen olduğu henüz bilinmemektedir. Ayrıca, çalışmalarımızda IRIC-ES1 proteobakter türü bir parazit, tüm dişi *I. ricinus* kenelerinde saptanmıştır (30). Bu parazitin, kenelerin taşıdığı diğer patojenlerin infeksiyon yapma özelliğini nasıl etkilediği bilinmemektedir.

Arazi çalışmamız boyunca sıcaklık ve yağış miktarları, normal aylık ve yıllık ortalama değerlerindedir (İstanbul'da ve kuzeyde Karadeniz sahilinde 800-1000 mm/m<sup>2</sup>/yıl , Edirne'de 550-680 mm/m<sup>2</sup> /yıl ).

#### **Türkiye'de kenelere en uygun habitat ve iklim özelliklerinin belirlenmesi**

İstanbul çevresi ve Trakya'da yaptığımız arazi çalışmaları, *I. ricinus* türü kenelerin yaşaması için en uygun habitatın, longoz ormanı olduğunu göstermiştir. Trakya'da, bazı nehir yatakları ve Karadeniz kıyısındaki deltalar kum ve çakıllarla tıkanmış, göllenen su ve bataklıklar sık longoz ormanları ile kaplanmış, Stojanoff ve Stefanoff tarafından 1929 da önerilmiştir ve "Doğu Avrupa temel ormanı" anlamına gelmektedir. Trakya'nın Bulgaristan sınırına yakın sahil bölgesinde üç longoz ormanı vardır ve deltalarda yetişen sık, nemli-yarı nemli ormanlardır. Orman tabanı, humus tabakası çok kalın, üzerinde dökülmüş yaprak örtüsü bulunan verimli toprakla kaplıdır (Tablo 5).

10 günlük çalışma süremizde, toplam 493 kene yakalanmış (*Ixodes sp.*, *Rhipicephalus*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma aegyptium*) ve 468 kenenin *Ixodes ricinus* türünde olduğu belirlenmiştir. Longoz ormanında toplanan toplam kene (toplam:127) ve *I. ricinus* (120) sayısının diğer bölgelerden yüksek olduğu bulunmuştur (29-31).

Çalışmalarımızın sonuçlarına göre, Türkiye'de kenelerin yaşamasına en uygun habitat ve iklim özellikleri aşağıdadır (32-39):

1. Yaprak döken veya karışık tip, nemli veya yarı nemli orman.



**Tablo 4.** Kuzeybatı Anadolu (Trakya, İstanbul ve çevresinde) vektör kene türleri, Lyme borreliyozu spiroketleri ve *A.phagocytophila* (erlihiyoz-HGE etkeni) dağılımı

Bölge	Yakalanan kene sayısı		Borrelia sp. %	Tür
	<i>I.ricinus</i>	Diğer kene türleri		
Zekeriya köyü	41	-	4.9	<i>B.garinii</i>
Edirne	-	1 <sup>a</sup>	0	
Demirköy	102	-	2	<i>B.garinii</i> , <i>B.afzelii</i>
Yenice	9	1 <sup>a</sup>	0	
Longoz	120*	7 <sup>b</sup>	16.6	Tüm <i>borrelia</i> türleri
Sivriiler	41	3 <sup>b</sup>	7.3	<i>B.afzelii</i> , <i>B.lusitaniae</i>
Hamidiye	37	-	2.7	<i>B.garinii</i> , <i>B.afzelii</i>
Kıyıköy	20	0	0	
Danamandıra	7	-	0	
Karamandere	20	1 <sup>c</sup>	5	<i>B.valasiana</i> , <i>B.garinii</i>
Ormanlı	8	-	12.5	Tüm <i>borrelia</i> türleri
Kemerburgaz	2	-	0	
İst.Ü.Arboretum	56	-	8	<i>B.garinii</i> , <i>B.valasiana</i> ,HGE
Silivri	-	12 <sup>d,e</sup>	0	<i>B.turcica</i>
Taşdelen	5	-	5	<i>B.afzelii</i> , <i>B.lusitaniae</i> , HGE
Toplam	468	25	4	
Genel toplam	493			

Kene türleri: <sup>a</sup> *Rhipicephalus haemaphysaloides*, <sup>b</sup> *Haemaphysalis aponomoides*, <sup>c</sup> *Ixodes sp.turdus* <sup>d</sup> *Hyalomma aegyptium*  
<sup>e</sup> *Rhipicephalus sanguineus*

**Tablo 5.** Longos ormanı florası ve bölgenin klimatolojik, jeolojik, antropojenik özellikleri

Ağaç türü	floradaki % oranı	Orman tavanı	Orman tabanı
<i>Fraxinus ornus</i>	50	<i>Prunus spinosa</i>	<i>Rubus fruticosus</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	34	<i>Rubus fruticosus</i>	<i>Ranunculus sp</i>
<i>Ulmus campestris</i>	11	<i>Corylus avellana</i>	<i>Veronica hederifolia</i>
<i>Salix sp</i>	5	<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Viola silvatica</i>
Ayrıca aralarında		<i>Crataegus monogyna</i>	
<i>Acer campestre</i>		<i>Sorbus torminalis</i>	
<i>Populus tremula</i>		<i>Sambucus nigra</i>	
<i>Carpinus orientalis</i>		<i>Hedera helix</i>	
<i>Fagus orientalis</i>		<i>Similax excelsa</i>	
<i>Quercus sp.</i>		<i>Oryopteris</i>	

#### Ormanın jeolojik yapısı

Kaya tipi: Gney, granit tipi değil, pliosen dönemi jeolojik formasyonu

Toprak tipi: Alfisol tip, humus yönünden zengin, orta düzeyde kalsiyum karbonat konsantrasyonu (2-2.9%), asit özellikte (pH:5.6-6.5)

Yükseklik: Denizden 0-50 m

#### İklim özellikleri

Yağış: 800-1000 mm/yıl

Ocak izotermi: 5-7 0 C (don: 30 günden az)

Temmuz izotermi: 22-24 0C

İzoamplitüd: 18-19 0C

#### Antropojenik özellikler

Populasyon: seyrek, küçük balıkçı köyleri

İnsan aktivitesi: düşük

2. Sediment tip kaya üzerinde verimli, humuslu, kum veya kum/organik madde karışımı toprak dokusu.

3. Aşırı sıcaklık, nem, yağış, rüzgar, don, kar örtüsü olmamalıdır, kışlar ılık, don günleri 30' dan az olmalıdır. Kuraklık kene popülasyonlarını sınırlayıcı faktördür..

4. Yoğun ağaçlı tavan ve dökülmüş yaprak kaplı taban örtüsü (özellikle kenelerin kışı geçirmeleri ve gelişim evrelerini tamamlamaları yönünden önemlidir) .

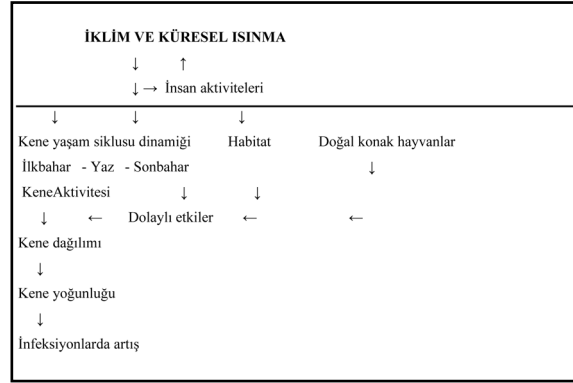
5. İnsan aktivitesi az olmalıdır.

6. Orman kesimi, doğal konakların, özellikle kemirgenlerin yok olması nedeniyle kenelerin insan yerleşim bölgelerine göç etmelerine yol açar.

7. Faunayı, dolayısıyla habitatı etkileyen diğer bir etken, av yasağıdır. Av kısıtlandığında, doğadaki konak hayvanların sayısı ve buna bağlı olarak toplam kene sayısı ve kenelerin patojenlerle enfeksiyon oranları artar (31,34,35,36).

Biyoklimatik eşik sıcaklıkları, kenelerin bulaştırdıkları hastalıkların epidemiyolojisinde önemlidir. Yurdumuzda'da görülen TBE insidansı, *I. ricinus* kenelerinin canlı kalmasına ve üremesine bağlıdır. Biyoklimatik eşik derecesi, kenelerin canlı kalması için 4-5° C, ovipozisyon ve metamorfoz için 8-11°C dir. Donma derecelerinin altındaki günlerin sayısı, kışı canlı geçiren kene sayısını ve gelecek ilkbahara kadar canlı kalma olasılıklarını belirler. Nimf ve ergin keneler, -7° C de canlı kalır, ancak, larva ve yumurtalar sıfırın altındaki sıcaklıklara daha duyarlıdır. Son yıllarda Orta ve Kuzey Anadolu'da Kırım Kongo kanamalı ateşi (KKKA) (Erzurum, Tokat, Sivas, Yozgat, Gümüşhane, Çorum, Çankırı başta olmak üzere 2000-2007 arası toplam 700 ; 2002-2003 yıllarında toplam 150, 2004 de toplam 249 olgu) ve tularemi olgularında (1988-2002 arası Bursa'da 205, 2004-2005 yıllarında Kocaeli'nde 188 olgu, 60 yıl sonra Trakya'da ilk tularemi olguları) büyük artış gözlenmiştir (22,40,41). Kene kökenli ensefalit (TBE) 1968 de Ege bölgesinde

**Şekil 1.** Longos ormanı florası ve bölgenin klimatolojik, jeolojik, antropojenik özellikleri



saptanmıştır, ancak, günümüzdeki durumu bilinmemektedir (22).

İsveç'te yapılan bir çalışmaya göre, 1980-1995 arasında *I. ricinus* dağılımının iklim değişikliklerine ve küresel ısınmaya bağlı olduğu bulunmuştur (Şekil1). 1990-1995 arasında kışlar, 1980-1990 kışlarına göre ılık geçmiştir. Sıfır derece altındaki günlerin sayısı azaldığında, kene popülasyonları kuzey enlemlere kaymıştır. İlk kış ve uzayan ilkbahar ve sonbaharın (minimum 5-8°C) kene yoğunluğunu etkilediği belirlenmiş, buna bağlı olarak TBE insidansında kuzey bölgelerde artış görülmüştür (32).

## TARTIŞMA

Küresel ısınma ve ılık kış mevsimleri, insan faktörleri ve hataları olmadan viral etkenlerin farklı bölgelerde ortaya çıkmaları, salgınların artması veya sporadik enfeksiyonların endemik duruma gelmesi için yeterli değildir. Özellikle, arazinin antropojenik kullanımı, tarım ve sulama sistemlerinin yapımı, vektörlerin üremesi ve bölgede yerleşmesine neden olan sağlıklı ortamlar yaratabilir. Göçler ve ormanların yok edilmesi insan-vektör ilişkisinin artmasına, aşırı ve bilinçsiz insektisit kullanımı, vektörlerin direnç kazanmasına yol açacaktır.

İnsan faktörleri, küresel ısınmayı dolaylı ancak etkili bir mekanizmayla arttırmaktadır (Şekil 1). Örneğin termik santraller, kurşun arıtma tesisleri, petrol rafinerileri, şehirlerden çevreye uzanan "ha-

va kirliliği akıntıları" oluştururlar. Bu kir akıntıları, yağmur oluşumunu önler ve ortalama yağış miktarları azalır. Bunun nedeni, kir akıntılarının içinde yağmur damlalarının çekirdeğinin oluşumu için yeterli büyüklükte olmayan su zerreciklerinin bulunmasından kaynaklanır (42,43). Ayrıca, doğal kum fırtınaları ve toz bulutları, çalı ve orman yangınları da hava kirliliğine katkıda bulunur ve yağış düzenlerinin değişimine neden olur. Gelecekte, kurak dönemlerden sonra aşırı yağışlar görülebilecek, vektör sayıları ve vektörlerle bulaşan enfeksiyonların insidansı ve prevalansı artacaktır (44-47).

Deniz ekosistemleri de küresel ısınmadan ve insan hatalarından etkilenmektedir. Ötrofikasyonda, direnç ve kanalizasyon sistemlerinin deniz, göl ve nehirlerle aktılması, su kirliliğine, sudaki organik maddeler ve azot konsantrasyonlarının aşırı artışına, su kalitesinde hızlı azalmalara neden olur. Sudaki alg, protozoa ve bakteriler aşırı oranlarda ürerler, oksijen konsantrasyonu azalır, BOİ (biyolojik oksijen ihtiyacı) artışı, plankton, balık ve diğer canlıların ölümüne neden olur (Karadeniz'de özellikle Mayıs ayında sıcaklık artışı ile paralel olarak, alg popülasyonlarında patlamalar görülür; bu olaya "kızıl gelgit" adı verilmiştir) (44). Balık ve planktonların ölümü, besin zincirlerinin bozulması nedeniyle, sivrisinekler ve kenelerin doğal konakları olan deniz kuşlarının ölümüne veya başka bölgelere göç etmesine sebep olur. Bölgedeki doğal konakların azalması, insanların ve evcil hayvanların vektörlerle enfeksiyonuna, buna bağlı olarak enfeksiyonlarda artışlara neden olacaktır. Küresel ısınmanın insan hataları ile ilişkileri, gelecekte enfeksiyonların epidemiyolojisini belirleyecektir.

Belirttiğimiz enfeksiyonlarından ancak birkaç tanesinin aşısı vardır (kene ensefaliti, Lyme borreliozu, tularemi) ancak, bunlar sık kullanılmaktadır (40,41). Diğer vektör-kökenli enfeksiyonların aşuları için gelişmiş ülkelerde bile araştırma desteği verilmemektedir. Gelecek yıllarda, vektör kökenli enfeksiyon zincirleri, çevreye za-

rar vermeyen insektisitler ve alternatif yaklaşımlarla (biyolojik kontrol gibi) önenebilir. Endemik/enzootik hastalık bölgelerinde entegre önlem stratejileri geliştirilmeli, vektör ve rodent kontrolü birlikte yürütülmelidir. Ayrıca, hastalık önleme programlarında görevlendirmek üzere personel eğitimine, insan kaynaklarına önem verilmelidir. Halk sağlığı politikaları değiştirilmeli, salgınları önleyici tedbirleri içermeleri sağlanmalıdır. Tüm bu faktörler, halk sağlığı altyapısını geliştirmek için gereklidir.

" Yeni çıkan, yeniden çıkan veya artan enfeksiyonlar, çevresel hatalarımızın elverişsiz doğal süreçleri körüklemesinin bedelidir."

## **KAYNAKLAR**

1. Reiter P. Climate change and mosquito-borne disease . Env Hlth Persp 2001;1091 (suppl.1): 141-161.
2. Tett SFB, Stott PA, Allen MR, Ingram VJ, Mitchell JFB. Causes of twentieth century temperature change near the earth's surface . Nature 1999; 399:569-572.
3. Kerr RA. Greenhouse forecasting still cloudy. Science 1997; 276:1040-1042.
4. Gubler DJ. Climate change: implications for human health. Hlth Env Digest 1998;12:54-55.
5. Longstreth J. Public health consequences of global climate change in the United States-some regions may suffer disproportionately. Env Hlth Prosp 1999;107:169-179.
6. Michaels PJ, Knappenberger PC. Human effect on global climate? Nature 1996; 384:522-523 .
7. Lindzen RS. Can increasing carbon diokside cause climate change? Nature 1996;384:524-525.
8. Torfinn S. Infectious disease: The human cost of our environmental errors. Env Hlth Persp 2004;112(1):1-14.
9. Greenpeace report: Climate change and global infectious disease threats: The role of health organizations. 2005.
10. Colwell R, Epstein P, Gubler D, Hall M, Reiter P, Shukla J, Sprigg W, Takafuji E, Trtanj J. Global climate change and infectious diseases. Emerg Inf Dis 1998;4:1-4.
11. Reiter P. Climate change and mosquito-borne disease. Env Hlth Persp 2003;109:141-161 .
12. Lundstrom J.O. Mosquito-borne viruses in Western Europe: a review. J Vectr Ecol 1999; 24:1-39.
13. Reiter P. Malaria and global warming in perspective. Emerg Inf Dis 2000;6:11-13.
14. Gubler D. Resurgent vector-borne diseases as a global health problem. Emerg Inf Dis 1998; 4: 14-25 .

15. Greenpeace Climate Impacts Database: Prepare for an increase in deadly insect-borne epidemics. 2005.
16. McSweegan E. The infectious disease impact statement: A mechanism for addressing emerging diseases. *Emerg Inf Dis* 1997; 2:9-19.
17. Aksoy S. The GAP project in Southeastern Turkey: The potential for emergence of diseases. *Emerg Inf Dis* 1996;1:14.
18. Chan N, Ebi K, Smith F, Smith T, Smith A. An integrated assessment framework for climate change and infectious disease. *Env Hlth Persp* 1999; 107:2-18.
19. Morse S. Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerg Inf Dis* 1996;1:20-31 .
20. Greenpeace report. Climate change and global infectious disease threats: Health Impacts. 2005.
21. Vesenjak-Hirjan J, Punda-Polic V, Dobe M. Geographical distribution of arboviruses in Yugoslavia. *J Hyg Epidemiol Microbiol Immunol* 1991; 35:129-140.
22. Serter D. Emerging tick-borne arboviruses in Turkey. [abstract invited paper.01]. In: FEMS Symposium "Vector-borne Emerging and Re-emerging Pathogens and Their Infections" Abstracts Book. İstanbul: FEMS, Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti, 2005:15.
23. Morgan D. Control of arbovirus infections by a coordinated response: West Nile virus in England and Wales. [abstract invited paper. 15 ]. In: FEMS Symposium "Vector-borne Emerging and Re-emerging Pathogens and Their Infections" Abstracts Book. İstanbul: FEMS, Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti, 2005:32.
24. Verani P, Ciufolini MG, Nicoletti L. Arbovirus surveillance in Italy. *Parassitologia* 1995; 37:105-108.
25. Papa A. Crimean-Congo hemorrhagic fever in Albania. *Eur J Clin Microbiol Inf Dis* 2002; 21:603-606.
26. Hürriyet gazetesi. Kırım Kongo hastalığına 16.kurban. 28/6/2005: Anasayfa.
27. Ticks and tick-associated diseases. In: Harwood R, James M. *Entomology in Human and Animal Health*, 7.baskı New York: Macmillan, 1999: 371-415.
28. Torfinn S. Infectious disease:The human cost of our environmental errors. *Env Hlth Persp* 2004; 112: 1-14.
29. Şen G E, Hashimoto N, Takada N, Kaneda K, Imai Y, Masuzawa T. First isolation and characterization of *B.burgdorferi sensu lato* strains from *Ixodes ricinus* ticks in Turkey. *J Med Microbiol* 2003; 52: 521-525.
30. Şen E., Masuzawa T, Kadosaka T. Environmental factors in the emergence and re-emergence of vector-borne pathogens in Turkey. [abstract invited paper.2 ]. In: FEMS Symposium "Vector-borne Emerging and Re-emerging Pathogens and Their Infections" Abstracts Book. İstanbul: FEMS, Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti, 2005:16.
31. Masuzawa T, Şen E, Kharitonov I, Kadosaka T. Tick-borne pathogens, *B.burgdorferi* found in Turkey and Moscow, Russia on the border of Europe and Asia. [abstract invited paper.3 ]. In: FEMS Symposium "Vector-borne Emerging and Re-emerging Pathogens and Their Infections" Abstracts Book. İstanbul: FEMS, Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti, 2005:18.
32. Lindgren E, Talleklint L, Polfel T. Impact of climatic change on the northern latitudes and population density of the disease transmitting European tick *I.ricinus*. *Env Hlth Persp* 2000; 108: 1-10.
33. Guerra M. Predicting the risk of Lyme disease: Habitat suitability for *Ixodes scapularis* in the north central United States. *Emerg Inf Dis* 2002; 8: 216-219.
34. Çalışır B. Lyme hastalığının vektörleri. *Sendrom* 1999;10:62-65.
35. Lindgren E, Talleklint L, Polfel T. Impact of climatic change on the northern latitudes and population density of the disease-transmitting European tick *I.ricinus*. *Env Hlth Persp* 2000; 108:119-123.
36. Levins R, Epstein PR, Wilson ME, Morse SS, Sloff R, Eckard I. Hantavirus disease emerging. *Lancet* 1993; 342: 1292-1294.
37. LeGuenno B, Camprasse MA, Guilbaut JC, Lanoux P, Hoen B. Hantavirus epidemic in Europe. *Lancet* 1994; 343:114-115.
38. Rollin PE, Coudrier D, Sureau P. Hantavirus epidemic in Europe. *Lancet* 1994; 343:115-116.
39. Scott M. Hantavirus risk maps. Earth Observatory. NASA Earth Science Enterprise Data and Services. 5/2/2002.
40. Akalın H., Helvacı,S., Gedikoğlu S. Epidemiology of tularemia in Turkey. [abstract invited paper.5 ]. In: FEMS Symposium "Vector-borne Emerging and Re-emerging Pathogens and Their Infections" Abstracts Book. İstanbul: FEMS, Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti, 2005:21.
41. Gürçan Ş., Uzun C., Karagöl Ç., Karasalihoğlu A.R., Ot-kun M. The first tularemia case in the Thrace region of Turkey in the last 60 years. In: FEMS Symposium "Vector-borne Emerging and Re-emerging Pathogens and Their Infections" Abstracts Book. İstanbul: FEMS, Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti, 2005:35.
42. Rosenfeld D. Air pollution can prevent rainfall. *Science* 2000; 10: 3-4.
43. DAAC. Goddard Space Flight Center and EROS Data Center. When the dust settles. NASA Earth Science Enterprise Data and Services. 5/18/2001.
44. SeaWIFS Project. NASA/Goddard Space Flight Center and ORBIMAGE. Dust storm over the Mediterranean Sea. Earth Observatory. 3/4/2002.
45. Terra-MODIS Satellite Images. NASA. Earth Observatory. Black Sea becomes turquoise. 5/14/2002.
46. Güner E.Ş., Hashimoto N. , Kadosaka T. , Imai Y., Masuzawa T. A novel, fast growing *Borrelia sp.* isolated from the hard tick *Hyalomma aegyptium* in Turkey. *Microbiology* 2003; 149:2539-2544.

47. Güner E.Ş., Watanabe M. , Hashimoto N., Kadosaka T., Kawamura W. , Ezaki T., Kawabata H., Imai Y. , Kaneda K., Masuzawa, *T. Borrelia turcica species novo* isolated from hard tick, *Hyalomma aegyptium* in Turkey . Int J Syst Evol Microbiol 2004; 54:1649-1652.