



İklim Değişikliğinden İnfeksiyonlar Nasıl  
Etkileniyor?

# İklim Değişikliği ve Patojenler

Dr. Ş. Barçın ÖZTÜRK

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi  
İnfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji A.D.



Climate is an angry beast and we are  
poking at it with sticks

— Wallace Smith Broecker —

- 1975 Wallace Broecker >>> İklim değişikliği ve küresel ısınma terimi

Broecker W.S., Science 8 Aug 1975, Vol 189, Issue 4201 pp. 460-463

- Dünya Sağlık Örgütü (WHO), “insanlığın karşı karşıya olduğu en büyük sağlık tehdidi” (WHO 2021)
- Mikroorganizmaların iklim değişikliği sorununun neresindedir?
  - Küresel jeokimyasal döngünün ana itici güçleri
    - Küresel ürünlerin kritik ortakçısı
      - Önemli sera gazı üreticileri ve tüketicileri

# Mikroorganizma İklim İlişkisi

- Mikroorganizmalar, gezegendeki karbon, nitrojen ve fosfor gibi birçok element akışını yönlendirirler
- Küresel ısınmaya neden olan gazları tüketir ve üretirler
- İklim değişikliğine bağlı sıcaklık, nem, element akışındaki değişiklikler mikrobiyal topluluk yapısı ve metabolik aktivite üzerine etkili

Greenhouse Gas	Radiative Forcing <sup>b</sup> (W m <sup>-2</sup> )	Lifetime (years)	Global Warming Potential <sup>c</sup>
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	2.16	Various <sup>d</sup>	1
Methane (CH <sub>4</sub> )	0.54	12	30
Nitrous oxide (N <sub>2</sub> O)	0.21	109	273

Mikroorganizmalar Tarafından Üretilen ve Tüketilen Sera Gazlarının Temel Özellikleri

# Mikroorganizma İklim İlişkisi

- Artan toprak sıcaklığı mikrobiyal topluluklarının işlevsel ve filogenetik yapılarını önemli ölçüde değiştirir

Zhou J. et al. Nature Climate Change volume 2, pages106–110 (2012)

- Uzun süreli CO<sub>2</sub> maruziyeti yeşil alanlardaki ekosistemde mikrobiyal toplulukların bileşimini, yapısını ve potansiyel etkileşimlerini önemli ölçüde değiştirir

# Permafrost «Pandora'nın kutusu»

- İki yıl üst üste donma noktasında veya altında kalan zemin
  - Dünya topraklarının yaklaşık %25'ini kaplar
  - Çok sayıda soğuğa adapte olmuş mikroorganizmaya ev sahipliği yapar
- Gezeğin ısındıkça, permafrost çözülür, donmuş patojenlerin açığa çıkması
- Permafrost çözülürken, mikroorganizmaların solunum veya metanojenez yoluyla CH<sub>4</sub> üretimi için kullanabileceği depolanmış karbonu serbest bırakır.
- Sibirya'da 2016 şarbon salgını >> çözülmüş permafrosttan *Bacillus anthracis* sporlarının salınması

# Mikroorganizma İklim İlişkisi

- Yağış ve sıcaklık değişiklikleri >> yeraltı suyu kimyası ve çözünmüş organik karbon seviyelerinde değişme >> patojenlerin hayatta kalmasını artırabilecek kaymalar
- Sel >> mikroorganizmaların yeniden dağılımı ve karışması >> yatay gen aktarımı ve yeni mikrobiyal toplulukların oluşması
- Artan sıcaklık >> Legionella pneumophila çoğalmasında artış >> atık su arıtımının başarısız olması >> arıtma tesislerinden bulaşan Lejyoner hastalığı

Kusnetsov et al . 2010; Caicedo et al . 2020; Caicedo et al . 2019)

- Daha sıcak ortam >> insan vücuduna benzer sıcaklık >> zoonotik ve fırsatçı patojenlerin sıcak ortama uyumu ile artmış bulaşıcılık ve patogenez

## Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change

Camilo Mora <sup>1</sup>✉, Tristan McKenzie <sup>2,3</sup>, Isabella M. Gaw <sup>4</sup>, Jacqueline M. Dean <sup>1</sup>, Hannah von Hammerstein<sup>1</sup>, Tabatha A. Knudson <sup>1</sup>, Renee O. Setter <sup>1</sup>, Charlotte Z. Smith <sup>5</sup>, Kira M. Webster<sup>1</sup>, Jonathan A. Patz<sup>6</sup> and Erik C. Franklin <sup>1,7</sup>

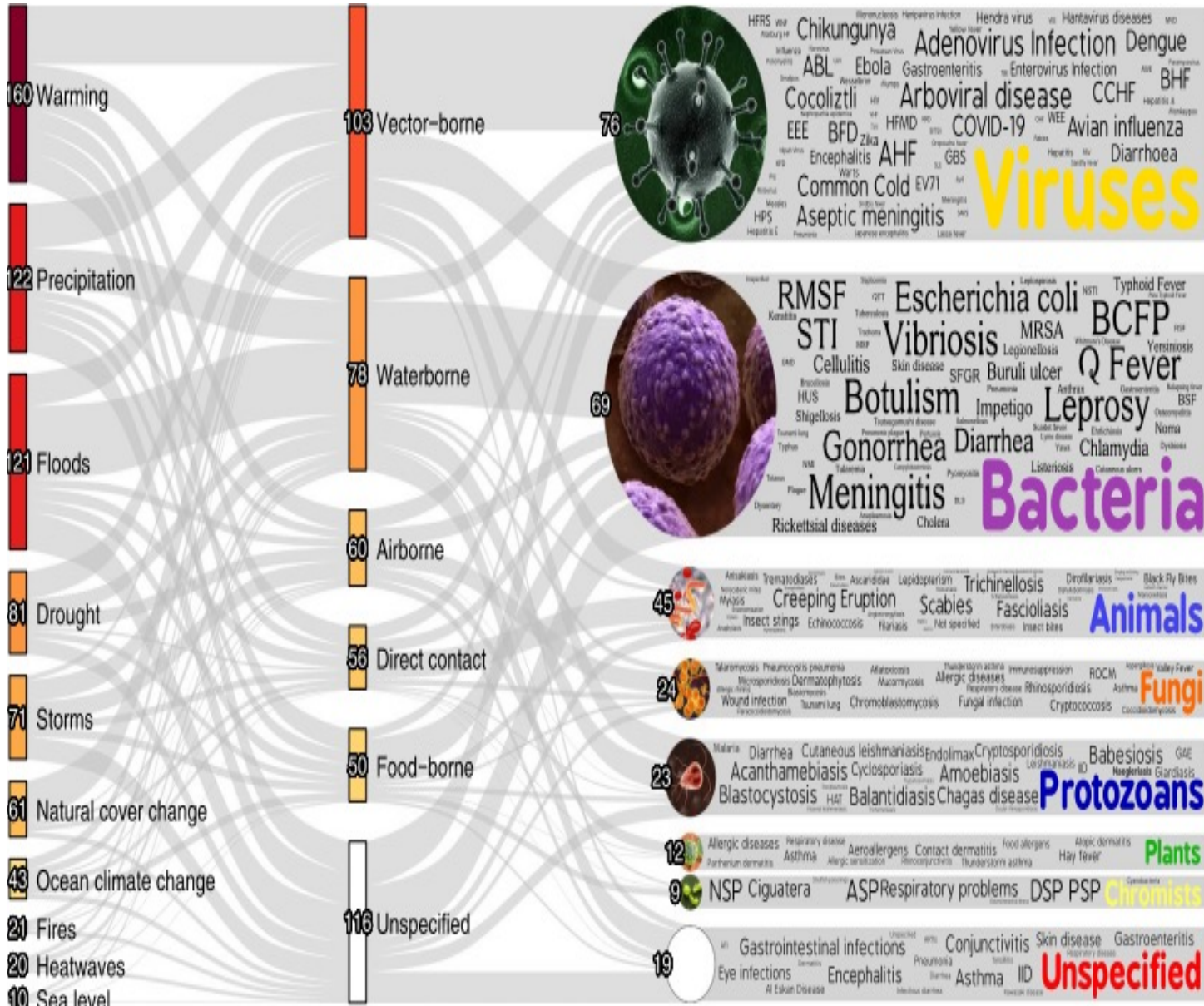
- Dünya çapında insanlığın karşı karşıya kaldığı bulaşıcı hastalıkların %58'i iklimsel tehlikeler tarafından ağırlaştırılmaktadır
  - %16' sının ise zaman zaman azaldığı saptanmış
- Türlerin coğrafi aralığındaki kaymalar, iklim değişikliğinin en yaygın ekolojik göstergelerinden biridir.
  - Isınma ve yağış değişikliklerine bağlı sivrisinekler, keneler, pireler, kuşlar gibi vektörlerin menzilinin genişlemesi
    - Dang humması, Chikungunya, Veba, Lyme hastalığı, Batı Nil virüsü, Zika virüs, Tripanozomiyaz, Ekinokokoz, Sıtma salgınları
  - Yüksek enlemlerde ısınma >> vektörlerin ve patojenlerin kışın hayatta kalmasına >> salgınların şiddetlenmesi
    - Zika, Dang humması

## Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change

Camilo Mora <sup>1</sup>✉, Tristan McKenzie <sup>2,3</sup>, Isabella M. Gaw <sup>4</sup>, Jacqueline M. Dean <sup>1</sup>, Hannah von Hammerstein<sup>1</sup>, Tabatha A. Knudson <sup>1</sup>, Renee O. Setter <sup>1</sup>, Charlotte Z. Smith <sup>5</sup>, Kira M. Webster<sup>1</sup>, Jonathan A. Patz<sup>6</sup> and Erik C. Franklin <sup>1,7</sup>

- Isınma, kuraklık, sıcak hava dalgaları ve arazi örtüsü değişikliğinin neden olduğu habitat kesintileri patojenleri insanlara yaklaştırır
  - Gıda kaynağı veya yeni yaşam alanı arayan vahşi yaşam (yarasa, kemirgen, primat ile ilişkili Nipah virüsü ve Ebola)
- Seller ve fırtınalar genellikle norovirüslerin, hantavirüsün, hepatitin ve *Cryptosporidium*'un doğrudan ve gıda kaynaklı bulaşmasına yol açan atık su taşmasıyla ilişkili





- Isınma 160 hastalık
- Yağış 122 hastalık
- Sel 121 hastalık
- Kuraklık 81 hastalık
- Fırtınalar 71 hastalık
- Arazi örtüsü değişikliği 61 hastalık
- Okyanus iklim değişikliği 43 hastalık
- Sıcak hava dalgaları 20 hastalık
- Deniz seviyesinin yükselmesi 10 hastalık

- Vektör kaynaklı 103 hastalık
- Su kaynaklı 78 hastalık
- Hava kaynaklı 60 hastalık
- Doğrudan temas 56 hastalık
- Gıda kaynaklı 50 hastalık

# İklim Değişikliği ve Patojenler

- Aşırı ısı, bazı patojenler için ölüm oranlarını artırabilir
  - Sıcaklık 33°-39°C'yi aştığında *P. falciparum* ve *P. vivax* gelişimi durur
- Artan sıcaklık patojenlerin üremesini ve dışsal inkübasyon periyodunu (EIP) etkileyebilir
  - *P. falciparum* için EIP, 20 °C'de 26 günden 25 °C'de 13 güne düşer
  - Daha düşük ortam sıcaklığı >> EIP uzatması >> yeterince uzun yaşayabilen sivrisinek sayısında azalma >> Dang gibi hastalıkların bulaşmasını azaltabilir
- Uzun süreli sıcak hava >> su kütleleri ve gıda ortamının ortalama sıcaklığında yükselme >> mikroorganizma üreme döngüleri için uygun ortam
  - *Vibrio spp.* >> Baltık ve Kuzey Denizi >> 2006 sıcak yaz >> artan büyüme oranı

Patz J.A., et al. JAMA. 1996;275(3):217-23.

Harvell C.D., et al. Science. 2002;296(5576):2158-62.

Frank C., et al. Euro Surveill. 2006;11(8):E060817.1.

# İklim Değişikliği ve Patojenler

- Artan sıcaklık, bir patojenin çoğalmasını sınırlayabilir
  - *Campylobacter spp.*, düşük sıcaklıkta ve kış aylarında yüzey sularında daha yoğundur, UV ışığının *Campylobacter*'in hayatta kalmasını engellediği görülmüştür  
Jones K. Symp Ser Soc Appl Microbiol. 2001;(30):68S-79S.  
Obiri-Danso K., et al., J Appl Microbiol. 2001;90(2):256-67.
- Artan sıcaklık >> yağış miktarı, dağılımı ve nem oranlarında değişim
  - Şiddetli yağmur sudaki tortuları harekete geçirerek fekal mikroorganizmaların birikmesine yol açar, fekal patojenler artar  
Dore MH. Environ Int. 2005;31(8):1167-81.
  - *Cryptosporidium spp.*, *Giardia spp.* ve *E.coli* için şiddetli yağmurların ardından su kirliliği belgelenmiştir
  - Uzun bir kuraklığın ardından olağandışı yağış >> patojenlerin artması >> salgın olasılığı

# İklim Değişikliği ve Patojenler

- Kuraklık koşulları, patojen konsantrasyonlarını artırabilir ve daha düşük kaliteli su kaynaklarının kullanımını teşvik edebilir
  - Batı Nil Virüsü, Saint Louis Ensefalit Virüsü, gastroenteritler
- Mutlak nem ve sıcaklığın influenza virüsünün bulaşmasını ve hayatta kalmasını etkilediğı gösterilmiştir
- Nem değişikliği ayrıca su kaynaklı hastalıkların virüslerini de etkiler
- Rüzgar, hava yoluyla bulaşan hastalıkların patojenlerini etkileyen önemli bir faktördür
  - İnfluenza A virüs konsantrasyonu Asya toz fırtınaları olan günlerde, normal günlerden önemli ölçüde daha yüksek bulunmuş

# İklim Değişikliği ve Hastalık Bulaşması

- İklim değişikliği; mevsimsel işgal, göç, kış-yaz yaşam tarzları ve fiziksel egzersizler gibi insan ve diğer konakçı aktivite ve davranışlarının modellerini şekillendirmede önemli bir rol oynar
- Bunun sonucunsa hastalık bulaşma modelleri önemli ölçüde etkilenir
  - 1980'lerin ve 1990'ların başlarında Brezilya'nın yarı kurak kuzeydoğu bölgesindeki şehirlerde visseral leishmaniasis ortaya çıkması >> çiftçilerin kırsaldan kente göçü
- Küresel ısınmayla birlikte su kıtlığı, dünya çapında daha fazla ishal vakasına yol açabilecek daha geniş ve daha ciddi bir sorun haline gelecektir

# Virüslerde Adaptasyon ve Direnç

- Çevre sıcaklığındaki artış>> virüslerin adaptasyonu >> ısı ve güneş ışığının öldürücü etkilerine karşı direnç artışı >> bulaşıcılığın uzaması
  - Virüsler, termostabilitelerini artıran mutasyonların yanı sıra replikasyon oranlarını artırarak termal strese uyum sağlayabilir

Singhal S. et al. PLoS One. 2017;12(12):e0189602

- Küresel ısınma >> klor ve diğer dezenfektanlara direnç gösteren su kaynaklı virüsleri (örn. Echovirus 11)

Carratalà A. et al. Environ Sci Technol. 2020;54(18):11292-300

Dash S.P. et al. Crit Rev Microbiol. 2021;47(3):307-22.

# Aşırı Hava Olayları ve İnfeksiyonlar

- Güneyli Salınımı (ENSO), Pasifik Okyanusu özelinde gözlemlenen ancak başta Güney Yarımküre olmak üzere Dünya'yı etkileyen atmosferik bir döngü
  - El Niño sıcak evre
  - La Niña soğuk evre
- Aşırı hava olayları ile hastalıkların ilişkisi konusunda veriler çelişkili ya da bölgesel bulgulara dayalı
  - Sıtma mortalitesi ve morbiditesinde, El Niño'yu izleyen yıllarda ortalama %36.5 artış ??
  - Brezilya'nın Bahia Eyaletinde, El Niño ilişkili kuraklıkların ardından Leishmaniasis vakalarında artış
  - Avrupa ve ABD'deki influenza salgınları ile Güney Pasifik Okyanusu'ndaki La Niña soğuk salınımları arasında pozitif ilişki

## DROUGHT-ASSOCIATED CHIKUNGUNYA EMERGENCE ALONG COASTAL EAST AFRICA

JEAN-PAUL CHRETIEN,\* ASSAF ANYAMBA, SHERYL A. BEDNO, ROBERT F. BREIMAN, ROSEMARY SANG,  
KIBET SERGON, ANN M. POWERS, CLAYTON O. ONYANGO, JENNIFER SMALL, COMPTON J. TUCKER, AND  
KENNETH J. LINTHICUM

- 2004'te Kenya Sahili boyunca, Lamu'da ardından Mombasa'da
- 2005–2006 yılları arasında Batı Hint Okyanusu adalarında ve Hindistan'da
- 2004-2006 arasındaki salgın bugüne kadar kaydedilen en büyük Chikungunya ateşi salgını
- Uydu verilerine dayalı yeşil bitki örtüsü yoğunluğu ve yağış verileri >> 2004 Mayıs Doğu Afrika'da, Nisan-Haziran boyunca Kenya kıyılarında şiddetli kuraklık
- Eysel su depolarının nadiren yenilenmesi ve yüksek sıcaklıklar >> Chikungunya virüsünün bulaşmasının kolaylaşması



## ➤ Infection with chikungunya virus in a temperate region

G Rezza\*, L Nicoletti\*, R Angelini, R Romi, A C Finarelli, M Panning, P Cordioli, C Fortuna, M G Ciufolini, G C Majori, A Cassone, for the CHIKV study group†

### Summary

Lancet 2007; 370: 1840–46  
See Comment page 1805

Background Chikungunya outbreaks on islands

## Using Big Data to Model the Introduction of Chikungunya,

Joachim Rocklöv, Yesim Tozan, Aditya Ramani, Jon Garrido, Chiara Bellegarde de Saint-Andre

Accepted: 31 August 2016  
Published: 2 May 2017  
First published online: 19 June 2017

# SCIENTIFIC REPORTS

OPEN

## Modelling the effects of global climate change on Chikungunya transmission in the 21<sup>st</sup> century

Nils B. Tjaden<sup>1</sup>, Jonathan E. Suk<sup>2</sup>, Dominik Fischer<sup>1,3</sup>, Stephanie M. Thomas<sup>1</sup>, Carl Beierkuhnlein<sup>1</sup> & Jan C. Semenza<sup>2</sup>

- Chikungunya virüsü ilk olarak 1952'de Tanzanya'da tanımlandı
- 2007 ve 2017'de İtalya'da iki büyük salgın ile Avrupa'ya taşınma
- RCP4.5 ve RCP8.5 kapsamında öngörülen Chikungunya riski
  - Çin, Sahra altı Afrika, Güney Amerika, ABD ve kıta Avrupası'na genişleme
  - Olumsuz iklim koşullarının bir sonucu olarak Avrupa'nın Adriyatik kıyısında bulaşma riskinde bir miktar daralma



Article

# Epidemiologic Impacts in Acute Infectious Disease Associated with Catastrophic Climate Events Related to Global Warming in the Northeast of Mexico

Jesus Santos-Guzman <sup>1,\*</sup> , Francisco Gonzalez-Salazar <sup>2,3</sup>, Gregorio Martínez-Ozuna <sup>1</sup> , Victor Jimenez <sup>1</sup>, Andrea Luviano <sup>1,4</sup> , Daniel Palazuelos <sup>5</sup>, Rubinia Iveth Fernandez-Flores <sup>6</sup>, Mario Manzano-Camarillo <sup>6</sup>, Esteban Picazzo-Palencia <sup>7</sup>, Francisco Gasca-Sanchez <sup>1,8</sup> and Gerardo Manuel Meija-Velazquez <sup>6</sup>

Symptoms	June (Before)	July (After)	Percentage of Change
Diarrhea	0.30	13.30	13.00
Dysentery	0.01	0.97	0.96
Vomit	0.33	0.00	-0.33
Fever and gastric symptoms	0.02	2.64	2.62
Other gastrointestinal symptoms	0.01	1.76	1.75
Other	0.01	1.59	1.58
Pruritus	0.02	0.88	0.86
Total of symptoms	0.92	35.14	34.21

Temiz su kontaminasyonu, su sanitasyonunun bozulması, hijyen uygulamalarında aksama, musluk suyu veya ortak mobil su tanklarından su içme

# İklim Değişikliği ve Sıtma

- IPCC >> 2050'de sıtma Güney Amerika, Sahra altı Afrika ve Çin'de daha önce görülmediği bölgelerde ortaya çıkabilir
- 1950 - 2002 yılları arası Doğu Afrika'daki sıcaklık eğilim verilerinin analizi >> Sıtma vaka sayısında artış olan yerlerde, sıcaklıkta yaklaşık 0,5°C artış

Pascual M. et al. PNAS. 2006;103:(15):5829-34.

- Sıcaklık >> sporogonik döngünün süresi ve vektörün ömrünü etkiler >> Plasmodium döngüsü etkilenir
  - *P. falciparum* için sporogoni süresi 20° C'de 26 gün, 25° C' de 13 gün
- Yüksek sıcaklıkların en önemli etkisi makrogametosit-zigot-ookinet geçişinde ortaya çıkar
- Çok yüksek sıcaklıklar sivrisinek ve parazit için öldürücüdür
  - Gelişme eşiği, *P. falciparum* için 32°C ve *P. vivax* için 33°C'dir.

# El Niño ve Sıtma İlişkisi

- 1983'te El Niño sonrası Ekvador, Peru ve Bolivya'da sıtma salgınları

Bouma, M.J., *Journal of the American Medical Association* 278: 1772–1774 (1997).

Bouma, M.J. et al., *Tropical Medicine and International Health* 2(12): 1122–1127 (1997b).

Poveda, G. et al., *Environmental Health Perspectives* 109(5):307–324 (2001).

- El Niño ile Kolombiya, Guyana, Peru ve Venezuela'daki sıtma salgınları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulundu

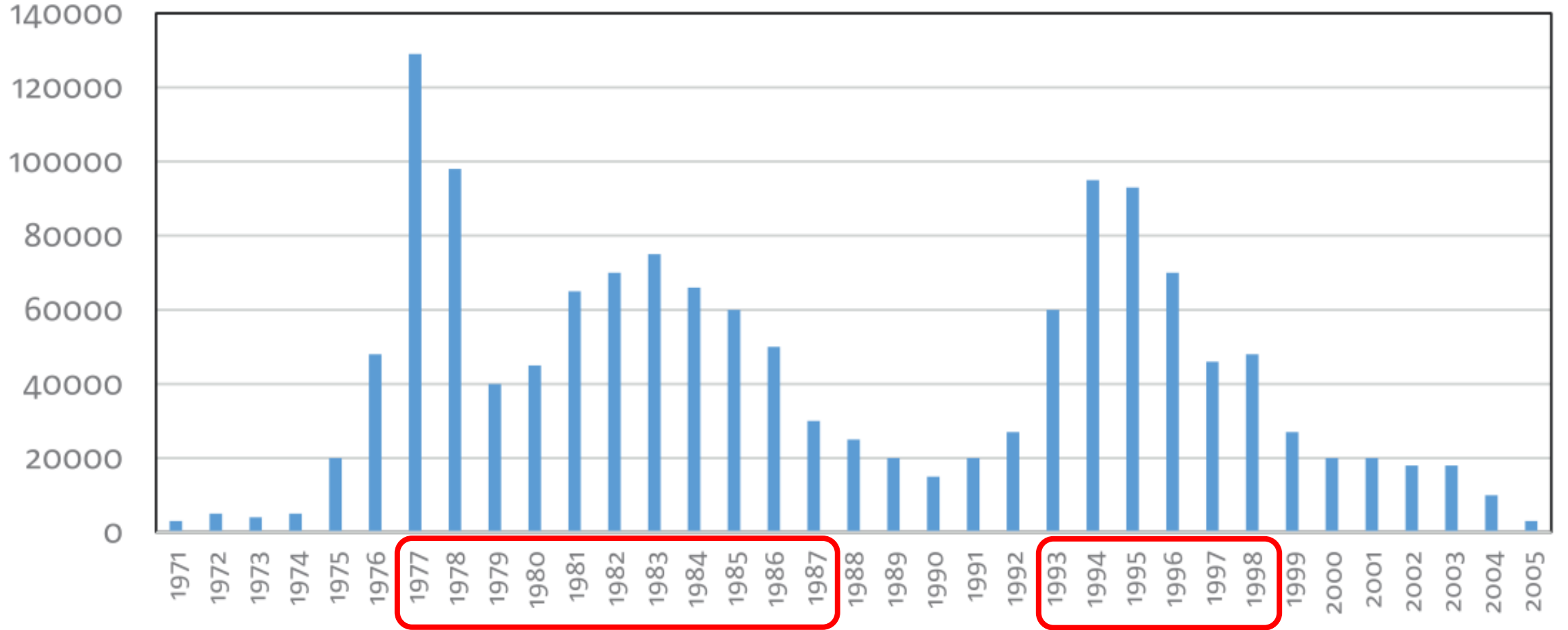
Gagnon, A. et al. *International Journal of Biometeorology* 46: 81–89 (2002)

- 1997/98 iki yıllık kuraklığın ardından Kenya'da yoğun yağış ve sel (El Niño)  
>> Ocak-Mayıs 1998 arasında falciparum sıtması salgını

- Kenya'da üç bölgede sıtma vakalarında altı kat artış

Allan, R. et al. *Lancet* 351:1966–1967 (1998)

# Türkiye’de 1971’den Bu Yana Görülen Sıtma Vakalarının Sayısı



# İklim Değişikliği ve Dang Humması

- 1983 – 2001 arasında Tayland’ da 1,2 milyon ciddi Dang humması vakasınının %80’ i, ortalama sıcaklık 27–29,5°C ve ortalama nem > %75 olduğunda ortaya çıkmıştır

Campbell K.M. et al., Am. J. Trop. Med. Hyg., 89(6), 2013, pp. 1066–1080

- Pasifik'teki 14 ada ülkesi >> 10 ülkede La Niña ve Dang humması arasında pozitif korelasyon  
Hales, S. et al. Environmental Health Perspectives 107: 99–102 (1999).
- Viet Nam’da >> El Niño yıllarında Dang humması sayısında artış  
Lien, T.V. & Ninh, N.H. Glantz, M.H. Cambridge, UK, Cambridge University Press 1996
- Daha sıcak ve daha az yağış alan bölgeler olan Fransız Guyana, Endonezya, Kolombiya ve Surinam'da El Niño ile Dang salgınları arasında pozitif ilişkiler  
Gagnon, A.S. et al. Climate Research 19(1): 35–43 (2001).
- Çalışmalar Dang vakalarındaki artışlar için çevresel risk faktörlerini kesin olarak tanımlamada yetersiz

# İklim Değişikliği ve Enterik Hastalıklar

- İklim değişikliği meydana geldikçe, suyla taşınan birçok hastalığın bulaşma biçimleri değişebilir
- Afrika'daki çalışmalarda, yüksek yağış mevsimlerinde daha yüksek *Cryptosporidium* spp. prevalansı bildirilmiş
- Tanzania'da yağmurlu mevsim ve serin mevsimlerde daha yüksek *Giardia* spp. prevalansı saptanmış
- Ruanda, Malavi, Kenya ve Güney Afrika'da yağmurlu mevsimlerin sonunda ve daha kurak ayların başında kriptosporidiyoz prevalansı daha yüksek

Tumwine J.K., et al., Am J Trop Med Hyg. 2003;68(6):710–5

Tellevik M.G., et al., PLoS Negl Trop Dis. 2015;9(10):e0004125

Siwila J., et al., Trans R Soc Trop Med Hyg. 2011;105(2):102–8

Gatei W., et al., Am J Trop Med Hyg. 2006;75(1):78–82.

Kange'the E., et al., Trop Anim Health Prod. 2012;44:11–6.

# İklim Değişikliği ve Enterik Hastalıklar

- Salmonella iklime duyarlıdır, ortam sıcaklığındaki artış replikasyon oranlarına doğrudan etki eder.
- *Campylobacter spp.* konakçının dışında çoğalamaz, sıcak hava koşulları replikasyon oranlarını doğrudan etkileyebilir. Riskli gıda üretimi/tüketimi veya diğer mevsimsel faktörler gibi insan davranış sorunlarını yansıtır.
- Yüksek ortam sıcaklığı, düşük ya da aşırı yağış oranı kolera insidansı için önemli bir parametrelerdir.
- Artmış güneşliğine maruziyet süresi ve sıcaklık artışı ikisi birlikte *Vibrio cholerae*'nin yüzey sularındaki sayısını artırmaktadır

Islam. M.S., et al., Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 2009;103, 1165–1170.

Olago D, et al., AMBIO J Hum Environ.2007;36(4):350–8.

Luque Ferná'ndez MA', et al., Trans R Soc Trop Med Hyg.2009;103(2):137–43.

Ruiz-Moreno D, et al., EcoHealth. 2007;4(1):52–62.

Hashizume M, et al., Epidemiology.2010;21(5):706–10.



# İklim Değişikliği ve Enterik Hastalıklar


- Kuraklık, patojenlerin ortamda birikmesine neden olarak konsantrasyon koşulları yaratır, ishali hastalık riski artar
- Yoğun yağış ve sel, patojenleri yüzey sularına akıtır ve onları tek bir konsantre dozda vererek ishali hastalık riskini artırabilir.
- Yağışlı dönemler çevresel patojenleri düzenli olarak su kaynaklarına akıtır, birikmesini önler, seyreltme etkisi yaratabilir.
- DSÖ >> 2030 ve 2050 >> iklim değişikliğine atfedilebilen, çocuklarda ishali hastalıklardan küresel olarak 20-86.000 daha fazla ölüm

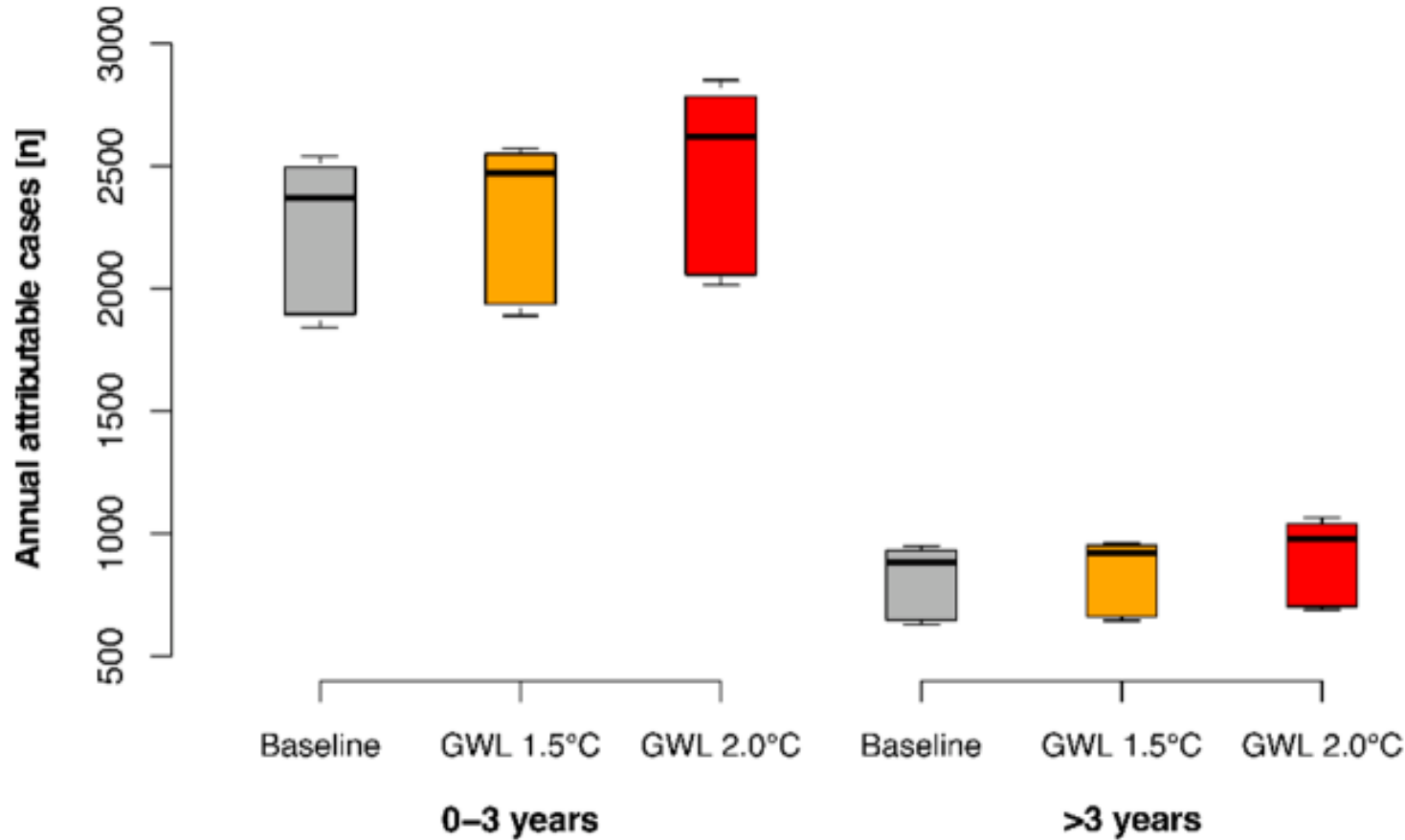
# Understanding the Impact of Rainfall on Diarrhea: Testing the Concentration-Dilution Hypothesis Using a Systematic Review and Meta-Analysis

*Alicia N. M. Kraay,<sup>1</sup> Olivia Man,<sup>2</sup> Morgan C. Levy,<sup>3,4</sup> Karen Levy,<sup>5</sup> Edward Ionides,<sup>2</sup> and Joseph N. S. Eisenberg<sup>2</sup>*

- İklim değişikliğinin halk sağlığı üzerindeki etkilerini anlamak, etkili, bölgeye özgü halk sağlığı politikası üretmenin ayrılmaz bir parçasıdır.
- Yüksek düzeyde bakteriyel ve parazitik ishal olan bölgelerde, mevsimsel olarak daha spesifik sağlık önlemleri alınabilir
  - Kolera salgınlarının daha yaygın olduğu yağmur mevsimi başlamadan önce kolera aşılarının stoklanması
- Kurak bir dönem sonrası aşırı yağmur olayları durumunda oral rehidrasyon solüsyonları veya antibiyotikler için talep arttırılır
- Yağmur mevsimi başlamadan önce sabun ve klor dağıtmak

# Climate Change and Diarrhoeal Disease Burdens in the Gaza Strip, Palestine: Health Impacts of 1.5 °C and 2 °C Global Warming Scenarios

Shakoor Hajat <sup>1,\*</sup> , David Gampe <sup>2</sup>, Amal Sarsour <sup>3</sup> and Samer Abuzerr <sup>4,5</sup>



0-3 yaş grubunda

- 2°C küresel ısınma seviyesinde %10,7'lik bir vaka artışı
- 1,5°C ısınmada artış %1,8

>3 yaş grubunda ve

- 2°C için %10,9 artış
- 1,5°C için %1,8 artış

# İklim Değişikliği Senaryolarında İnfeksiyon Yükü Tahmin Modelleri

- İstatistiksel modeller
  - Hastalığın mevcut coğrafi dağılımı ile mevcut lokasyona özgü iklim koşulları arasında istatistiksel (ampirik) ilişki türetilmesine dayalı
  - Gelecekteki iklim senaryolarına dayanarak hastalığın gelecekteki gerçek dağılımı tahmin edilir
  - İnsan müdahalesinin değişmediği varsayılır
  - Sıtma modelinde; önümüzdeki yarım yüzyılda sıtmada net artışlar
- Peyzaj tabanlı modeller
  - İklim dayalı modellerin, mekansal analitik yöntemlerin kullanımıyla birleştirilmesi esasına dayanır
    - Afrika'daki toprak örtüsünde ve yüzey suyunda gelecekte iklim kaynaklı değişikliklerin sivrisinekleri ve çeçe sineklerini ve dolayısıyla sıtma ve Afrika uyku hastalığını nasıl etkileyeceğini tahmin etmek

# İklim Değişikliği Senaryolarında İnfeksiyon Yükü Tahmin Modelleri

- Sürece dayalı (matematiksel) modeller
  - İklimsel değişkenler ile biyolojik parametreler arasındaki denklemleri kullanır
  - Vektör ve parazit biyolojisini ve dolayısıyla hastalık bulaşmasını nasıl etkileyeceği
    - "Eğer iklim koşulları tek başına değişirse, bu, hastalığın potansiyel bulaşmasını nasıl değiştirir?"
  - Bu modelleme yöntemi özellikle sıtma ve dang humması için kullanılmıştır
    - Küresel olarak, 2-3°C'lik sıcaklık artışları, iklimsel olarak sıtma riski taşıyan insan sayısını yaklaşık %3-5, yani birkaç yüz milyon artıracaktır

**OPEN**

## Campylobacter infections expected to increase due to climate change in Northern Europe

Katrin Gaardbo Kuhn<sup>1✉</sup>, Karin Maria Nygård<sup>2</sup>, Bernardo Guzman-Herrador<sup>2</sup>, Linda Selje Sunde<sup>2</sup>, Ruska Rimhanen-Finne<sup>3</sup>, Linda Trönnberg<sup>4</sup>, Martin Rudbeck Jepsen<sup>5</sup>, Reija Ruuhela<sup>6</sup>, Wai Kwok Wong<sup>7</sup> & Steen Ethelberg<sup>1,8</sup>

- 2000'den 2015'e kadar rapor edilen Campylobacter vaka sayısı ile iklim veri tabanı analizi
- Yaz aylarında herhangi bir hafta herhangi bir bölgede yağışta 1 mm'lik bir artış >> bir sonraki hafta o bölgedeki Campylobacter vakalarının sayısında %38'lik bir artış
- Dört İskandinav ülkesindeki (Danimarka, Finlandiya, Norveç, İsveç) Campylobacter vakaları 2040'ların sonunda %25 ve 2080'lerin sonunda %196 artabilir

# İklim krizi çadır kentleri olumsuz etkiliyor.



- İklim krizi meteorolojik afetlerin sayısını ve şiddetini artırıyor
- AFAD verilerine göre Türkiye’de 1980 – 2020 yılları arasında 11 560 afet rapor edildi ve bunların 7000’ den fazlası son 20 yılda gözlemlendi.
- İstatistikler ayrıca afetlerin eş zamanlılığına da vurgu yapıyor



Beni Türk hekimlerine emanet ediniz!

*M. Atatürk*

*Teşekkür ederim*