



KLİMUD E-BÜLTEN

Nisan 2026





KLİMUD ADINA SAHİBİ

Nuran Eren

YAYIN KURULU

Oğuz Alp Gurbüz

Hasan Cenk Mirza

Nida Özcan

Bengü Sayar

Tutku Taşkınoğlu





İÇİNDEKİLER

Neler yaptık ?

&

Takviminize not alın

Planlanan toplantılar

&

İklim Değişikliğinin Bulaşıcı Hastalıklara Etkisi

ve

Yeni Teknolojik Yaklaşımlar

Nida Özcan

&

Mikrobiyolojinin Geleceği:

Yapay Zeka, Mikrobiyom ve Yeni Tedavi Ufukları

Oğuz Alp GÜRBÜZ

&

Uzay Mikrobiyolojisine

Genel Bir Bakış

Bengü Sayar

&

Ev arkadaşlarınız bağırsak bakterilerinizi değiştiriyor
olabilir mi?

Tutku TAŞKINOĞLU

&

MİKROBULMACA

Hasan Cenk MİRZA

&

ARAMIZA KATILANLAR





NELER YAPTIK

**ADSI'de Ayın Konuğu: Escherichia coli
26 Şubat**

**Otoimmün hastalıkların laboratuvar tanısı: Temel düzey İndirekt
İmmüfloresan (IIF) kursu
28 Şubat / 1 Mart**

**TÜRKİYE İÇİN HIV/AIDS MİKROBİYOLOJİK TANISINA ODAKLI STRATEJİ
PLANI
5 Mart**

**KV Sepsis yönetiminde sendromik panel yönetimi
10 Mart**

**SKK Karaciğer Transplantasyonlarında Mikrobiyom ve Virom
12 Mart**

**Laboratuvar Risk Değerlendirme ve Afet Yönetimi
27 Mart**

**ADTS-ADSI Ortak Kursu
26-28 Mart 2026**

**Afetlerde Cinsel Yolla Bulaşan Enfeksiyonlar
3 Nisan**

**Sepsis Tanısında Kan Kültürünün Yeri
3-4 Nisan**

**Kümülatif Antibiyogram, WHONET ve Antimikrobiyal Yönetişim Kursu
10-11 Nisan**

**Otoimmün hastalıkların laboratuvar tanısı: Temel düzey İndirekt
İmmüfloresan (IIF) kursu
11-12 Nisan**

TAKVİMİNİZE
NOT ALIN



CMV Laboratuvar Tanısı
20 Nisan 2026
Zoom

Paraziter enfeksiyonlarda tanı ve
güncel yaklaşımlar
4 Mayıs
İzmir Bölge Toplantısı

Anaerop Tanı Kursu
21-22 Mayıs
İstanbul

ADSI'de Ayın Konuğu: Grup B
Streptokok
5 Mayıs
Zoom

Türkiye için HIV /AIDS
Mikrobiyolojik Tanısına
Odaklı Stratejik Plan
Haziran
Ankara

Transplantasyon hastalarında EBV
ve BK virüs enfeksiyonlar
7 Mayıs
Zoom

Mikrobiyologlar Konusuyor:
Olgular üzerinden hematolojik
malignitelerin akan hücre
ölçer ile tanısı
2 Haziran
Zoom

Anaerop Tanı Kursu
7-8 Mayıs
Diyarbakır

Tanısal mikrobiyolojide yapay
zeka kullanımı
4 Haziran
Zoom

Mikrobiyota ve İnsan Sağlığına
Etkileri
15 Mayıs
İzmir

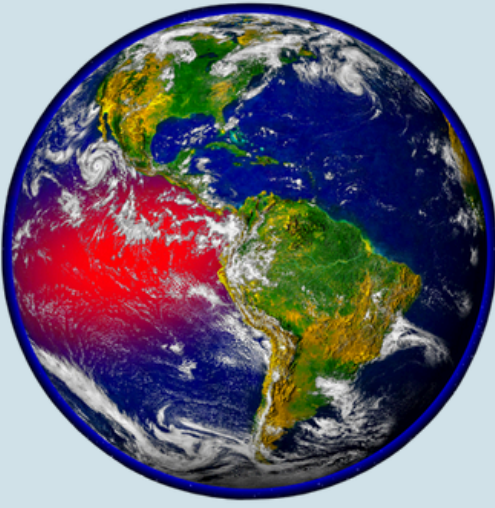
Kalp ve Akciğer Nakil Alıcılarında
Klinik Kararda Tıbbi Mikrobiyoloji
Laboratuvarının Rolü Çalıştayı
15 Mayıs
Ankara

Mantarların Moleküler
Yöntemlerle (Sekanslama)
Tanımlanması ve
Tiplendirilmesi: Teori ve
Uygulama
4-5 Haziran
Bursa

Gündemdeki Parazit
21 Mayıs
Zoom

Kan Kültürü Göstergeleri-
İzlemde Karşılaşılan Sorunlar
ve Çözüm Önerileri
12 Haziran
Ankara

Moleküler Mikrobiyoloji Kurs Temel
Düzye
15-16 Mayıs
Gaziantep



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BULAŞICI HASTALIKLARA ETKİSİ VE YENİ TEKNOLOJİK YAKLAŞIMLAR

Nida Özcan

Son dönemde ortaya çıkan bulaşıcı hastalık salgınları yüksek ölüm ve hastalık oranlarına yol açmıştır. İklim değişikliğinin tetiklediği sıcaklık, yağış, nem ve hava kirliliği değişimleri, patojen rezervuarlarını büyütürken bulaşmayı artırabilir ve yeni salgınlara zemin hazırlayabilir. Bu nedenle, aday patojenlerin tepkilerini izlemek ve modellemek için küresel stratejiler geliştirmek, erken tespit ve aşı çalışmalarına yön vermek kritik öneme sahiptir. Ayrıca, yapay zekâ destekli kıtalararası gözetim ve modelleme platformlarının kurulması için disiplinlerarası işbirliği gereklidir. Bu derleme, iklim değişikliğinin bulaşıcı hastalık riskini nasıl artırdığını ve bu riskleri azaltmaya yönelik yeni yaklaşımları ele almaktadır.

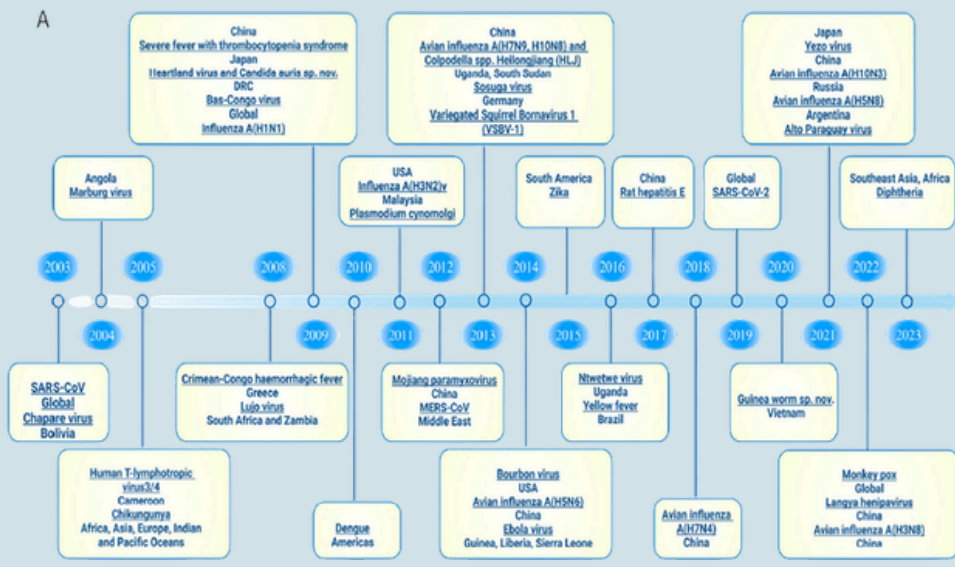
Giriş

Yeni ortaya çıkan bulaşıcı hastalık (Emerging Infectious Diseases, EID) salgınları, daha önce insanlarda hastalık yapmadığı bilinen yeni etkenler veya yeniden ortaya çıkan ve artan bulaşıcılık ya da yayılım gösteren patojenlerin neden olduğu salgınları tanımlar. Modern tıbbın gelişiminden bu yana en büyük EID salgını olan 1918 influenza pandemisi yaklaşık 500 milyon enfeksiyona ve 50 milyon ölüme yol açmıştır. Günümüzde nüfus artışı, küresel hareketlilik, iklim değişikliği, çevresel bozulma ve yaşlanan nüfus yeni pandemilerin ortaya çıkma riskini belirgin şekilde artırmaktadır.

Son zamanlarda birçok EID salgını gözlenmiş, ancak çoğu kalıcı endemik enfeksiyonlara dönüşmemiştir (SARS-CoV-2 hariç). HIV-1 ve SARS-CoV-2 gibi bazı patojenler hayvan rezervuarlarından insanlara geçerek insandan insana bulaşma yeteneği kazanmıştır. Bu salgınlar 1918 influenza pandemisine kıyasla daha düşük mortalite oranlarına sahip olsa da, küresel sağlık üzerinde kalıcı etkiler bırakmıştır. Bununla birlikte, her ikisi de küresel sağlık üzerinde devam eden etkilere sahiptir; ilgili salgınlardan bu yana dünya çapında 772 milyondan fazla doğrulanmış SARS-CoV-2 enfeksiyonu ve 6,98 milyondan fazla ölüm, ayrıca 85,6 milyondan fazla HIV-1 enfeksiyonu ve 40,4 milyondan fazla ölüm olmuştur. Son zamanlarda ortaya çıkan ve SARS-CoV-2 ile yakından ilişkili solunum yolu virüslerinden (SARS-CoV ve MERS-CoV, muhtemelen yarasalardan kaynaklanmış ve sırasıyla pazarlardaki misk kedilerinden ve develerden insanlara bulaşmıştır) kaynaklanan iki salgın da dahil olmak üzere çeşitli bulaşıcı hastalık salgınları, kalıcı bir insan rezervuarı oluşturmada başarılı olmadı. Ancak bu tür bulaşıcı hastalık salgınlarının artan sıklığı, zoonotik kaynakların önemini ve yeni salgınlar veya pandemiler için artan riski vurgulamaktadır.

Yakın dönemde SARS, MERS, domuz gribi, Ebola, Chikungunya ve Zika gibi salgınlar geniş coğrafyalara yayıldı. Bu salgınlar ciddi morbidite ve mortaliteye yol açmıştır. Ayrıca, *Escherichia coli* O157:H7, Hantavirüs, Dengue ve Batı Nil virüsü gibi patojenler de potansiyel tehditler arasında yer almaktadır. Malarya, tüberküloz, kolera ve influenza ise yeniden ortaya çıkma riski taşıyan hastalıklardandır. Hızlı tanı yöntemleri ve aşı geliştirme teknolojileri salgınların etkisini azaltma potansiyeline sahiptir. Ancak iklim değişikliği ve nüfus hareketleri nedeniyle EID'ler hâlâ küresel sağlık için kritik bir tehdit oluşturmaktadır.



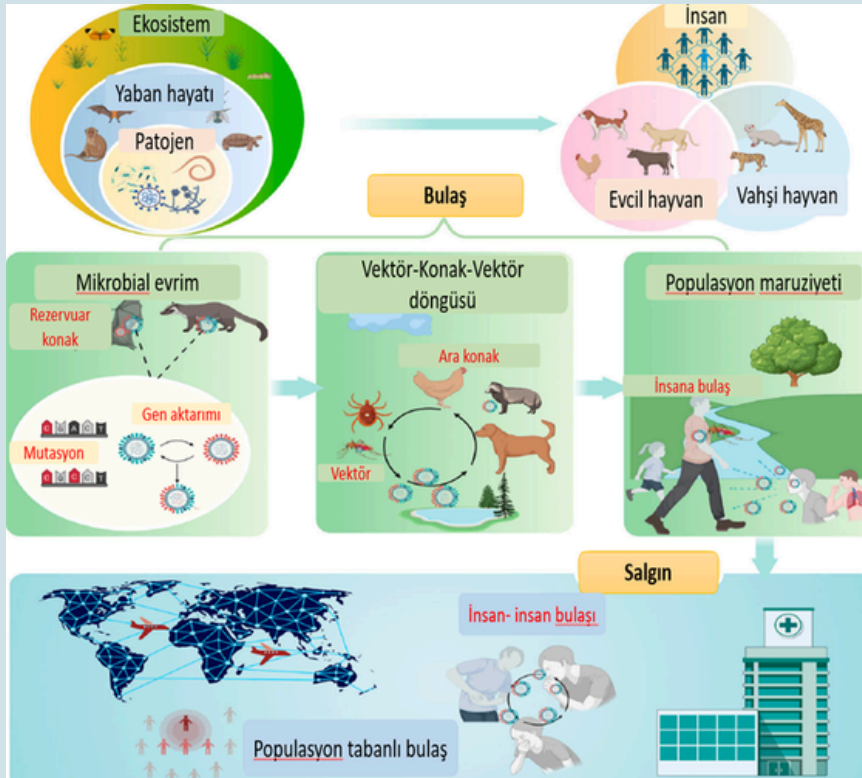


Şekil 1. Son 20 yılda insan popülasyonlarına yeni sıçramalar gösteren veya coğrafi yayılım alanını ya da bulaşıcılığını artıran büyük EID salgınlarının zaman çizelgesi

İklim Değişikliği – Halk Sağlığı İçin Bir Tehdit

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), iklim değişikliğini acil bir küresel halk sağlığı tehdidi olarak açıkça tanımlamaktadır. Sıcaklık, yağış ve nem ile hava ve su kalitesindeki derin ve kalıcı değişimler, halihazırda insan sağlığı üzerinde yıkıcı etkiler yaratmakta; morbidite ve mortalite oranlarını küresel ölçekte artırmaktadır. İklim değişikliği, gıda, su ve vektör kaynaklı hastalıkların bulaşmasını kolaylaştırarak salgınların ortaya çıkması ve sürmesi için uygun koşulların alanını ve süresini genişletebilir. Bu durum, patojenlerin veya konakların sağlığı, replikasyonu, yayılımı ve göçü üzerinde doğrudan etkiler yaratır.

Yakın tarihli bir modelleme çalışması, 3000 memeli türünün öngörülen göç desenlerinin, 2°C'lik küresel ısınma senaryosunda önümüzdeki 50 yıl içinde 4000'den fazla türler arası viral geçiş yol açabileceğini göstermiştir. Bu bulgu, iklim değişikliğinin türler arası viral bulaşmada baskın antropojenik güç haline gelebileceğini ortaya koymaktadır. Nitekim, iklim değişikliğine bağlı enfeksiyon hastalıklarına bağlı mortalite ve morbiditenin küresel ölçekte artması beklenmektedir. İklim değişikliğinin mantar enfeksiyonları üzerindeki etkileri de ayrıca incelenmiş olup, iklimsel faktörlerle mantar kaynaklı salgınlar arasındaki ilişkiye dikkat çekilmektedir.



Şekil 2. Patojen bulaş ve bulaşıcı hastalık salgını süreçleri: Bakteriler, virüsler, mantarlar, parazitler ve protozoalar da dahil olmak üzere patojenler, vahşi hayvanlardan evcil hayvanlara, vahşi hayvanlara veya doğrudan insanlara bulaşır. Bu bulaşma süreci; patojenin kendisinin uzun vadeli evrimi sonucu orijinal rezervuar konakçıdan ara konakçıya atlama yeteneği kazanması, dögüsel vektör-konakçı-vektör bulaşma döngüsünün oluşması ve ilk maruz kalma olayından sonra popülasyon bazlı bulaşma ile insan-insan bulaşması yoluyla patojenin coğrafi yayılım alanının bulaşma bölgesinin ötesine genişlemesi gibi adımlarla daha ayrıntılı olarak açıklanır.

İklim Değişikliğinin EID Bulaşmasına Etkileri

Bulaşıcı hastalıkların yayılmasını ve salgını etkileyebilecek faktörler: patojenlerin tür özgüllüğünü değiştiren mutasyonlar, viral rekombinasyon ve yeniden düzenlenme olayları, çevresel patojenlerin veya hayvan vektörlerinin coğrafi dağılımındaki değişiklikler, insan göçleri ve habitat tahribatı sonucu insan popülasyonları ile patojen veya vektörlerin yeni coğrafi örtüşmeleridir. Türler arası bulaşmanın ve patojenin insandan insana etkin aktarım kapasitesi kazanmasının ön koşulu genellikle insan popülasyonu ile patojen veya rezervuar arasında tekrarlayan doğrudan ya da dolaylı temasıdır.

Salgınlara yol açan taşma olayları, patojen rezervuarlarına periyodik veya sürekli maruziyet ile gerçekleşir. Ayrıca, vektör-konak-vektör döngüleri ile de bulaşma olur. İklim değişikliği ya da diğer insan kaynaklı nedenlerle ortaya çıkan çevresel bozulmalar, patojenlerin doğal mutasyon hızlarını ve yeni ekolojik nişlere uyum sağlama fırsatlarını artırır. Bu da yeni konaklara uyum sağlamayı kolaylaştırır. Böylece, zoonotik enfeksiyonlar ve popülasyon temelli bulaşma daha kolay gerçekleşmektedir.

İklim değişikliğine bağlı çevresel değişiklikler patojen rezervuarlarının veya konak popülasyonlarının büyüklüğünü artırabilir. Ekosistem hasarı bu grupların coğrafi dağılımlarını genişletebilir. Aynı zamanda taşma olaylarının olasılığını artırabilir. Konak popülasyonlarının sağlığını zayıflatarak salgın riskini artırabilir. Sıcaklık, yağış ve nemdeki değişimler, patojen ve konak popülasyonlarının büyüklüğünü ve dağılımını da etkiler. Böylece gelişim, replikasyon ve hayatta kalma süreçleri değişir.

Solunum yolu virüslerinin bulaşması, sıcaklık ve nemin patojen aktarımı üzerindeki etkilerine dair en iyi belgelenmiş örneklerden biridir. İnfluenza A, solunum sinsityal virüsü (RSV) ve koronavirüsler belirgin mevsimsel bulaşma zirveleri göstermektedir. Bu durum, güneş ışığı, UV, sıcaklık ve nemin aerosollerde ve yüzeylerde virüsün yaşam süresini etkilemesi ile kış aylarında insanların daha fazla kapalı alanlarda bulunmasından kaynaklanan yakın temas artışıyla ilişkilidir.

Ayrıca, sivrisinek kaynaklı patojenlerin 23–29°C sıcaklık aralığında en yüksek bulaşma kapasitesine sahip olduğu, 9–23°C'nin altında ve 32–38°C'nin üzerinde ise bulaşmanın sifıra düştüğü gösterilmiştir. Bu bulgular, patojenlerin üreme katsayısının (R0) termal biyoloji perspektifinden incelenmesiyle, iklim değişikliğinin ektoterm vektörlerin ve parazitlerin bulaşmasını nasıl etkileyebileceğine dair doğrudan kanıt sunmaktadır.

Aşırı sıcaklık artışları da EID salgın riskini artırabilir. Nitekim 2022 yazında dünya genelinde gözlenen SARS-CoV-2 vaka artışının, kısmen iklim kontrollü alanlarda (örneğin alışveriş merkezlerinde) yoğunlaşan insan hareketliliği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 3. İklim değişikliğinin çevresel sonuçları, bulaşıcı hastalık salgınlarını teşvik edebilecek potansiyel iklim düzenleme mekanizmalarının etkileri ve bulaşıcı hastalık bulaşma olaylarını önlemek veya sınırlamak için alınabilecek önlemler

İklim değişikliği, hayvan rezervuarlarında patojen yükünü ve hastalık bulaşmasını artırarak insan popülasyonlarına taşma riskini artırmaktadır. Mevsimsel sıcaklık ve yağış dalgalanmaları rezervuar türlerinin besin kaynaklarını artırarak kontrolsüz nüfus patlamalarına yol açabilir. Bu durum, insanlarla doğrudan veya dolaylı temasın artmasına ve taşma olaylarının gerçekleşmesine zemin hazırlar. Örneğin, 1990'larda ABD'nin güneybatısında görülen hantavirüs salgını, iklim kaynaklı besin artışı sonucu yoğunlaşan geyik faresi popülasyonu ile ilişkilendirilmiştir.

İklim değişikliği rezervuarların coğrafi dağılımını da genişletebilir. Ekosistem bozulmaları, hem hayvanların hem de insanların yeni alanlara göç etmesine neden olarak patojenlerle temas riskini artırır. Su kaynaklarının azalması, yaban hayatı ile insan veya evcil hayvan popülasyonlarının aynı kaynakları paylaşmasına yol açarak bulaşmayı kolaylaştırabilir. Benzer şekilde, Avustralya'da Hendra virüsü rezervuarı olan siyah uçan tilkilerin göç desenleri iklim değişikliğiyle değişmiş ve yeni taşma olaylarına yol açmıştır.

Sıcaklık, yağış ve nem değişimleri patojenlerin ve vektörlerin üreme, gelişim ve hayatta kalma koşullarını doğrudan etkiler. Sivrisinek kaynaklı hastalıklar (örneğin sıtma, Dengue, Batı Nil ateşi) iklim koşullarına duyarlıdır ve küresel EID olaylarının önemli bir kısmını oluşturur. Ayrıca, iklim değişikliğine bağlı su taşkınları içme suyu güvenliğini tehdit ederek *kolera*, *Salmonella* ve *Cryptosporidium* gibi su kaynaklı hastalıkların yayılımını artırabilir.

İklim değişikliği hava kirliliğini de şiddetlendirebilir. Uzun süreli kirletici maruziyet bağışıklık sistemini zayıflatır, solunum yolu hastalıklarının bulaşmasını kolaylaştırır ve özellikle çocuklar, yaşlılar ve kronik hastalığı olan bireylerde enfeksiyon yükünü artırır.

Gelecekteki EID salgınlarını önlemek için hayvan rezervuarlarının etkin gözetimi, su ve sanitasyon altyapısının güçlendirilmesi, halk sağlığı eğitimi ve uluslararası işbirliği kritik öneme sahiptir. Özellikle seyahat merkezlerinde atık su takibi gibi yöntemler patojenlerin yeni bölgelere girişini erken aşamada tespit etmeye yardımcı olabilir.

Yeni Teknolojilerle EID İzleme ve Tarama

İklim değişikliğine duyarlı enfeksiyonların artan tehdidi karşısında, yeni patojenleri saptayabilen ve vakaları erken tanıyabilen hassas gözetim yaklaşımlarına ihtiyaç vardır. Geçmiş deneyimler, gelecekteki salgınların önlenmesi veya kontrolü için disiplinlerarası ve kıtalararası işbirliğinin ve çoklu platformlarda yenilikçi yöntemlerin entegrasyonunun kritik olduğunu göstermektedir.

Genomik gözetim COVID-19 pandemisi sırasında küresel ölçekte önemini kanıtlamıştır. SARS-CoV-2'nin hızlı tanımlanması, genom dizisinin paylaşılması ve varyantların izlenmesi aşı tasarımı ve halk sağlığı kararları için temel veriler sağlamıştır. Benzer şekilde, Zika virüsü ve *Salmonella enterica* gibi patojenlerdeki genomik analizler, salgınların zaman çizelgesini, kaynaklarını ve ilaç direnci mekanizmalarını ortaya koymuştur. Bu tür çalışmalar, yeni varyantların ve direnç genlerinin yayılımını izlemeyi ve tedavi stratejilerini yönlendirmeyi mümkün kılmaktadır.

Genomik veriler ayrıca aşı ve ilaç geliştirme süreçlerini desteklemekte, patojenlerin evrimsel dinamiklerini ve bulaşma yollarını anlamaya katkı sağlamaktadır. CRISPR tabanlı fonksiyon kaybı taramaları gibi genetik manipülasyon yöntemleri, enfeksiyon mekanizmalarını çözümleyerek yeni terapötik hedeflerin belirlenmesine olanak tanır.

Etkili genomik gözetim için düzenli örnek toplama, güçlü biyoinformatik altyapı ve küresel veri paylaşımı gereklidir. Bu verilerin hem gelişmiş hem de gelişmekte olan bölgelerde erişilebilir olması, salgınların erken aşamalarında düşük prevalanslı patojenlerin bile tespit edilmesini sağlayarak küresel sağlık güvenliğini güçlendirecektir.

Epidemiyolojik Analizler

EID salgınlarının temel parametrelerini (örneğin R0, bulaşma heterojenliği, semptom başlangıcından hastaneye yatışa kadar geçen süre) belirlemek için epidemiyolojik veriler gereklidir. Vaka sayıları, temas takibi ve demografik bilgiler salgının yayılım yollarını anlamada kritik rol oynar. Bu tür çalışmalar, enfekte bireyler arasındaki temas zincirlerini ortaya çıkararak bulaşma dinamiklerini daha iyi anlamayı sağlar.

Temas takibi yalnızca yeni salgınlarda değil, endemik hastalıklarda da önemlidir. Örneğin, Çin'de yapılan bir saha çalışması tüberküloz bulaşmasının çoğunlukla sosyal temaslar aracılığıyla gerçekleştiğini göstermiştir. Bu bulgu, aktif tarama ve agresif temas takibinin benzer ortamlarda hastalık kontrolüne katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Epidemiyolojik veriler, iklim değişkenleri ve demografik bilgilerle birleştirildiğinde, kolera gibi iklimle ilişkili salgınlara daha doğru modellenmesine ve maliyet-etkin halk sağlığı stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanır. Ayrıca, GeoSentinel gibi küresel gözetim ağları seyahat eden bireylerden elde edilen verilerle yeni salgınlara erken tespitine katkı sağlamaktadır.

EID Bulaşmasının İzlenmesi ve Tahmin Modelleri

Matematiksel, biyostatistiksel ve hesaplamalı yöntemlerin, özellikle yapay zekâ ve makine öğrenmesi tekniklerinin entegrasyonu, genomik verilerin epidemiyolojik, demografik ve iklimsel verilerle birlikte analiz edilmesini sağlayarak öngörücü modellerin performansını artırabilir. COVID-19 pandemisi sırasında bu tür modeller, bölgesel salgınlara hızlıca tahmin edilmesi, kaynakların yönlendirilmesi ve halk sağlığı stratejilerinin belirlenmesi için yaygın olarak kullanılmıştır.

Örneğin, Hong Kong'da yapılan bir modelleme çalışması, SARS-CoV-2 aşı dozlarının etkinliğini değerlendirmiş ve yaşlı ve yüksek riskli gruplarda üçüncü dozun önceliklendirilmesi gerektiğini göstermiştir. Benzer modeller Dengue, Zika, Sarı Humma ve Batı Nil virüsü gibi diğer EID'ler için de geliştirilmiş ve sağlık hizmetlerinin dağıtımını, aşı stoklarının planlanması ve bilgilendirme kampanyalarının tasarlanmasına katkı sağlamıştır.

EID ile ilgili politika kararları, bulaşma dinamiklerini doğru biçimde simüle eden ve vaka sayılarını öngören güçlü tahmin modellerine dayanmalıdır. Bu modeller, sosyal mesafe, maske kullanımı, karantina ve toplu etkinliklerin kısıtlanması gibi tartışmalı önlemleri bilimsel temele oturtmak için gereklidir. Yapay zekâ ve büyük veri entegrasyonu, bu tür modellerin doğruluğunu artırarak salgınlara erken aşamada öngörülmesini ve daha etkili müdahalelerin uygulanmasını mümkün kılmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uydu Görüntüleme ve Uzaktan Algılama Teknolojileri

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), EID salgınlarıyla ilişkili faktörleri görselleştirmek ve analiz etmek için coğrafi ve zamansal verilerin toplanmasına ve saklanmasına olanak tanır. Uydu görüntüleme ve uzaktan algılama yöntemleri, patojen rezervuarları ile duyarlı konak türleri arasındaki etkileşim bölgelerini belirleyerek taşıma olaylarının gerçekleşebileceği sıcak noktaları saptayabilir. Ayrıca, bitki örtüsü değişimleri, su kaynaklarının genişlemesi veya azalması, rüzgâr ve toz fırtınalarının sıklığı gibi parametrelerin izlenmesiyle salgın riskine ilişkin erken uyarılar sağlanabilir.

Bu teknolojiler, kolera ve influenza gibi hastalıkların tarihsel haritalama yöntemlerinden daha ileri bir yaklaşım sunarak salgın süreçlerinin modellenmesini kolaylaştırmaktadır. Günümüzde sağlıkla ilgili CBS çalışmalarının önemli bir kısmı bulaşıcı hastalıkların haritalanmasına odaklanmaktadır. CBS ve uzaktan algılama, epidemiyolojik modelleme ve konuma dayalı uyarı sistemleri aracılığıyla salgınlara incelenmesinde ve kontrolünde kritik rol oynamaktadır.

Uydu teknolojileri ayrıca tıp uygulamalarında kullanılmakta; sağlık durumunun izlenmesi, tanı konulması ve tedavi etkinliğinin değerlendirilmesi için gerçek zamanlı hasta-hekim etkileşimini mümkün kılmaktadır. Giyilebilir cihazlardan ve uzaktan sensörlerden elde edilen veriler, insan ve hayvan popülasyonlarındaki değişimleri izleyerek salgınlara erken tespitine katkı sağlayabilir. Kalp ve solunum hızları, kan basıncı, vücut sıcaklığı ve oksijen düzeyi gibi parametrelerin sürekli izlenmesi, enfeksiyon durumu ve hastalık şiddeti hakkında değerli bilgiler sağlar.

Bu teknolojilerin etkinliğini artırmak için uzay sektörü, halk sağlığı kurumları ve insani yardım kuruluşları arasında daha güçlü işbirlikleri ve yatırımlar gereklidir.

Mobil Uygulamalar

EID gözetim sistemleri, coğrafi bilgi, uydu görüntüleme ve sensör verilerinin toplanmasıyla salgın tahminlerini desteklemeli ve test sonuçlarının merkezi olarak raporlanmasını sağlamalıdır. Cep telefonu ağları, geniş kapsama alanı sayesinde küresel ölçekte koordineli gözetim sistemleri oluşturmak için kullanılmaktadır. COVID-19 pandemisiyle birlikte mobil uygulamaların sayısı ve çeşitliliği artmış; lepra taraması, tüberküloz tedavi takibi, HIV profilaksisi ve antibiyotik direnci testleri için uygulamalar geliştirilmiştir. Çin'de yaygın olarak kullanılan Alipay ve WeChat uygulamalarına entegre edilen QR sağlık kodu, bireylerin enfeksiyon riskini belirlemek için kullanılmıştır. Bununla birlikte, kişisel verilerin yoğun kullanımı gizlilik endişeleri doğurmaktadır. Yapay zekâ entegrasyonu ise mobil uygulamaların tanı ve gözetim kapasitesini artırmaktadır. Örneğin, derin öğrenme tabanlı bir uygulama şüpheli vakalarda maymun çiçeği enfeksiyonlarını deri lezyonlarından tanıyabilmiştir. Gelecekte bu uygulamaların duyarlılık ve doğruluğunun artırılması, aynı zamanda veri entegrasyonu ve gizlilik korumasının güçlendirilmesi beklenmektedir.

Biyosensörler

İklim değişikliğinin artırdığı EID riskine karşı, hızlı, düşük maliyetli ve kullanıcı dostu tanı yöntemlerine ihtiyaç vardır. Biyosensörler, özgül biyolojik reseptörler ile hedef etkileşimlerini algılayan sensörleri birleştirerek patojenleri yüksek hassasiyetle saptayabilir. SARS-CoV-2'nin klinik örneklerde hızlı tespiti için geliştirilen grafen tabanlı biyosensör buna bir örnektir. Biyosensörler giyilebilir, yutulabilir veya implante edilebilir biçimlerde kullanılabilir. Giyilebilir sensörler vücut sıcaklığı, kalp ve solunum hızı gibi parametreleri izlerken, yutulabilir sensörler gastrointestinal sistemdeki biyobelirteçleri analiz edebilir, implante edilebilir sensörler ise doğrudan dokularda hastalık ilerleyişini takip edebilir. Gelişmiş biyosensör prototipleri, biyomimetik materyaller, düşük enerji tüketimi, kablosuz iletişim ve yapay zekâ tabanlı veri analizi ile daha etkin hale getirilebilir. Bu teknolojiler, çoklu biyobelirteçlerin eşzamanlı olarak izlenmesiyle tanı doğruluğunu artırarak klinik karar süreçlerinde güvenilir bir araç olma potansiyeline sahiptir.

Hasta başı (Point of Care -POC) Testler

Hızlı ve doğru hasta başı testler enfeksiyon hastalıklarının bulaşmasını azaltmada kritik rol oynayabilir. Bu testler, klinik ortamlarda anında sonuç vererek hekimlerin tanı, tedavi ve karantina kararlarını gecikmeden vermesini sağlar. COVID-19, Lyme hastalığı ve sıtma gibi hastalıklar için protein ve serolojik biyobelirteçlere dayalı hızlı POC testleri geliştirilmiştir. Son yıllarda PCR, izotermal nükleik asit çoğaltımı ve CRISPR tabanlı yöntemlerle çalışan moleküler testler yaygınlaşmış; nanoteknoloji, özel işlevlere sahip mühendislik ürünü malzemeler, yaratıcı sinyal algılama yöntemleri, yapay zekâ tabanlı veri analizi ve/veya nesnelerin interneti veya diğer veri iletişim yaklaşımlarını kullanan yeni POC cihazları geliştirilmiştir. Bu cihazlar, sonuçları güvenli bir biçimde sağlık otoritelerine ileterek veri yönetimini, epidemiyolojik analizleri ve aşı/ilaç değerlendirmelerini destekleyebilir.

Gelecek Perspektifleri

İklim değişikliğinin EID salgınlarının sıklığını ve şiddetini artırması, konak bağışıklığını zayıflatması ve yeni epidemilere zemin hazırlaması beklenmektedir. SARS-CoV-2 pandemisi, küresel ölçekte işbirliğine dayalı bir enfeksiyon hastalıkları izleme ve müdahale çerçevesinin gerekliliğini göstermiştir. Gelecekteki EID yükünü öngörmek için geçmiş salgın verileri ile iklim koşullarını birleştiren modeller geliştirilmelidir. Bu doğrultuda, erken tanı ve aşı geliştirme çalışmalarına rehberlik edecek küresel stratejiler oluşturulmalı; yapay zekâ destekli kıtalararası gözetim ve modelleme platformları kurulmalıdır. Etkili müdahaleler için politika yapımcılar, sağlık kurumları ve özel sektör arasında koordinasyon ve yeterli finansman sağlanmalıdır.

Makalenin ana metnine

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11138229/> adresinden ulaşabilirsiniz



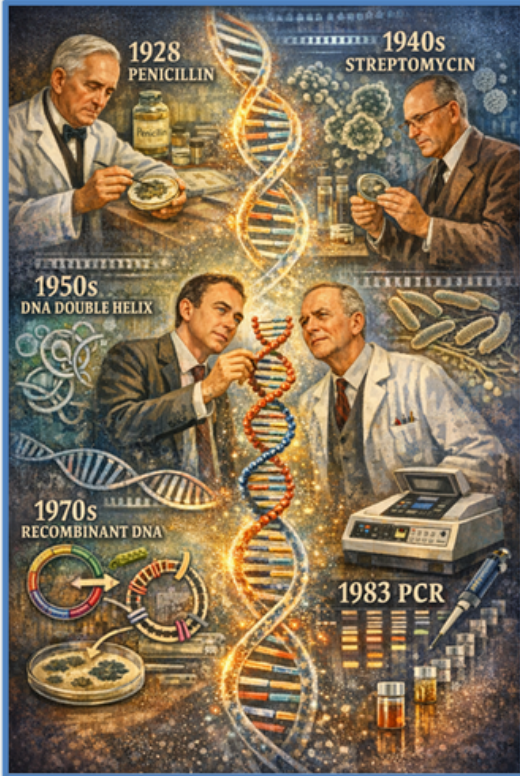
MİKROBİYOLOJİNİN GELECEĞİ: YAPAY ZEKA, MİKROBİYOM VE YENİ TEDAVİ UFUKLARI

Oğuz Alp GÜRBÜZ

Mikrobiyoloji tarihi, görünmeyeni görünür kılma çabasıyla başlar. 17. yüzyılın sonlarında Antonie van Leeuwenhoek'un mikroskopuyla "küçük canlıları" gözlemlemesi bambaşka bir pencere araladı. Ancak mikrobiyolojinin bilimsel bir disiplin olarak şekillenmesi için 19. Yüzyılın başında Louis Pasteur'ün kendiliğinden üreme teorisini çürütmesi ve fermantasyonun mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirildiğini kanıtlaması gerekti.

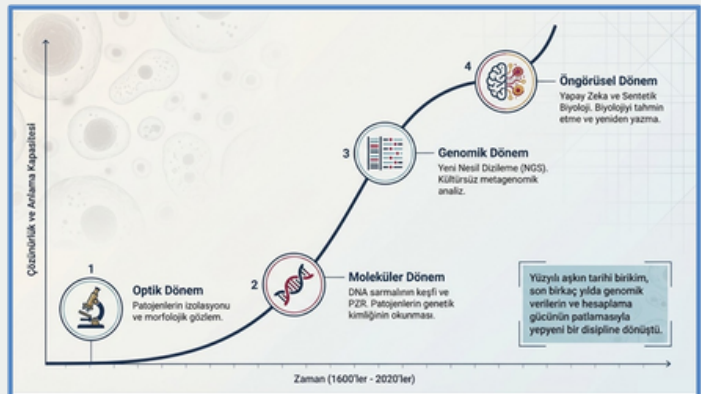
Robert Koch'un tüberküloz ve kolera basillerini izole ederek hastalık-etken ilişkisini bilimsel zemine oturtması, mikrobiyolojinin temel taşlarını döşedi. Koch'un 1876–1884 yılları arasında geliştirdiği postülatlar, enfeksiyon mikrobiyolojisinin metodolojik omurgasını oluşturdu.

20. yüzyıl mikrobiyolojiye peş peşe devrimler yaşattı. 1928'de Alexander Fleming'in penisilin keşfi, ardından Waksman'ın streptomisini tanımlaması, enfeksiyon hastalıklarına karşı savaşın seyrini tümüyle değiştirdi. 1950'lerde Watson ve Crick'in DNA'nın çift sarmal yapısını çözmesi, mikrobiyolojiyi moleküler düzeyde yeniden tanımladı. Rekombinant DNA teknolojisinin 1970'lerde kullanıma girmesi ve polimeraz zincir reaksiyonunun (PZR) 1983'te keşfedilmesiyle birlikte laboratuvarlar, patojenleri artık yalnızca büyütmeyle yetinmeyip onların genetik kimliğini de okumaya başladı.



21. Yüzyılın başında tamamlanan İnsan Genomu Projesi ve ardından hız kazanan yeni nesil dizileme (NGS) teknolojileri, mikrobiyoloji için bir kez daha kırılma noktası oluşturdu.

Artık bir mikroorganizmayı kültürde üretmeden, doğrudan çevre örneklerinden milyonlarca genomu aynı anda dizileyen metagenomik yaklaşımlar mümkün hale geldi. Bu gelişme, insan vücudundaki mikrobiyomun, toprağın, okyanusların ve atmosferin mikrobiyel çeşitliliğini daha önce hayal edilemeyecek bir çözünürlükte haritaladı. İşte bu birikimin üzerine yükselen günümüz mikrobiyolojisi, yüzyıl aşkın tarihine karşın son birkaç yılda adeta yeniden doğdu. Yüksek verimli dizileme platformları, yapay zekâ (YZ) destekli analiz araçları ve sentetik biyolojideki hızlı ilerleme, alanın hem temel bilim hem de klinik uygulama boyutlarını köklü biçimde dönüştürmektedir.



Yapay Zeka ve Derin Öğrenme: Veriye Dayalı Mikrobiyoloji Çağı

Büyük genomik veri setlerinin üretildiği günümüzde, bu verilerin anlamlandırılması geleneksel biyoinformatik yöntemlerinin kapasitesini zorlamaktadır. Yapay zekâ tabanlı modeller, patojenlerin moleküler sınıflandırılmasından direnç genlerinin tespitine, terapötik hedef keşfinden epidemiyolojik tahminlere kadar geniş bir uygulama yelpazesi sunmaktadır.

Yapay zekânın mikrobiyoloji ve mikrobiyom araştırmalarına entegrasyonunun incelendiği güncel çalışmalarda, derin öğrenme modellerinin yalnızca tanısal doğruluğu artırmakla kalmayıp daha önce fark edilemeyen mikrobiyal etkileşim ağlarını da gün yüzüne çıkardığı vurgulanmaktadır (1). Benzer şekilde, mikrobiyal genetik analizi için geliştirilen yapay zekâ ve derin öğrenme yöntemlerinin terapötik uygulamalardaki ilerlemelerini derleyen kapsamlı bir yayında, genomik dizileme verilerinden klinik karar destek sistemlerine uzanan bütüncül bir çerçeve sunulmaktadır (2).

Klinik mikrobiyoloji laboratuvarları açısından en kritik uygulama alanlarından biri, antimikrobiyal duyarlılık tahmininin yapay zekâ ile otomatize edilmesidir. Bu yaklaşım, rutin kültür süreçlerinin önünde gerçek zamanlı direnç profili çıkarılmasını mümkün kılmakta ve ampirik tedavi kararlarını desteklemektedir.

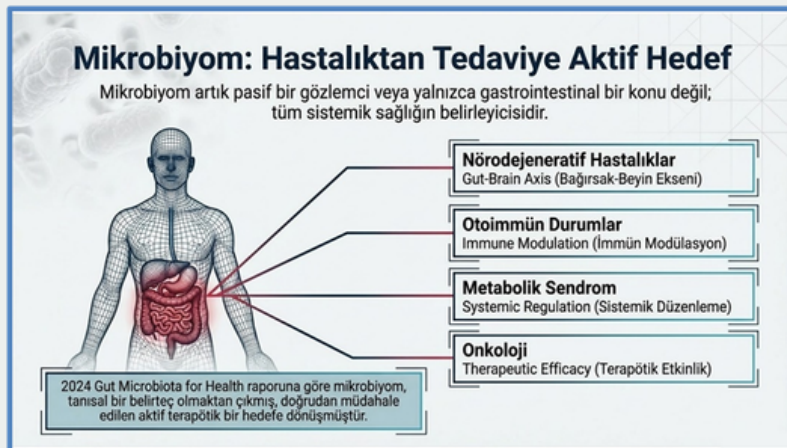


Mikrobiyom Araştırmaları:

İnsan mikrobiyomunun hastalık patogenezindeki rolüne ilişkin kanıtlar her geçen yıl artmaktadır. Artık yalnızca gastrointestinal hastalıklar değil, nörodejeneratif hastalıklar, metabolik sendrom, otoimmün hastalıklar ve onkoloji gibi çok daha geniş bir klinik tabloda mikrobiyom ekseninin belirleyici olduğu bilinmektedir.

Mikrobiyom hedefli terapötiklerin mevcut durumunu ve gelecekteki yönelimlerini kapsamlı biçimde ele alan bir derlemede, fekal mikrobiyota transplantasyonu dışında canlı bakteriyel terapötikler, prebiyotik stratejiler ve kişiselleştirilmiş probiyotik formülasyonların klinik araştırmaların odağına girdiği belirtilmektedir (3).

Bir başka çalışmada ise bağırsak mikrobiyomunun çok ilaca dirençli organizmalara karşı nasıl bir savunma hattı oluşturabileceği irdelenmekte ve yaklaşım, klasik antibiyotik stratejilerine alternatif değil, tamamlayıcı bir pencere sunmaktadır (4).



2024 yılındaki önemli gelişmeleri özetleyen Gut Microbiota for Health raporunda, mikrobiyom bileşiminin yalnızca tanısal bir belirteç olmaktan çıkarak aktif terapötik bir hedefe dönüştüğüne dikkat çekilmektedir. Önümüzdeki dönemde 'kişiselleştirilmiş mikrobiyom müdahalesi' kavramının klinik pratiğe girmesi beklenmektedir (5).

Antimikrobiyal Direnç: Küresel Kriz ve Çözüm Arayışları

Antimikrobiyal direnç (AMR), Dünya Sağlık Örgütü'nün 21. Yüzyılın en kritik halk sağlığı tehditleri arasında konumlandırılan bir sorun olmaya devam etmektedir. Mikrobiyoloji uzmanları bu alandaki hem tanısal hem de çözüm üretici rollerini pekiştirmektedir.

Bağırsak mikrobiyotasının antibiyotik direncinin ortaya çıkması ve yayılmasındaki rolü kapsamlı biçimde incelenmiş; özellikle hastane kökenli enfeksiyonlarda bağırsak rezervuarının önemi ön plana çıkmıştır. Mikrobiyota koruyucu stratejilerin AMR yönetimine entegre edilmesi önerilmektedir (6).

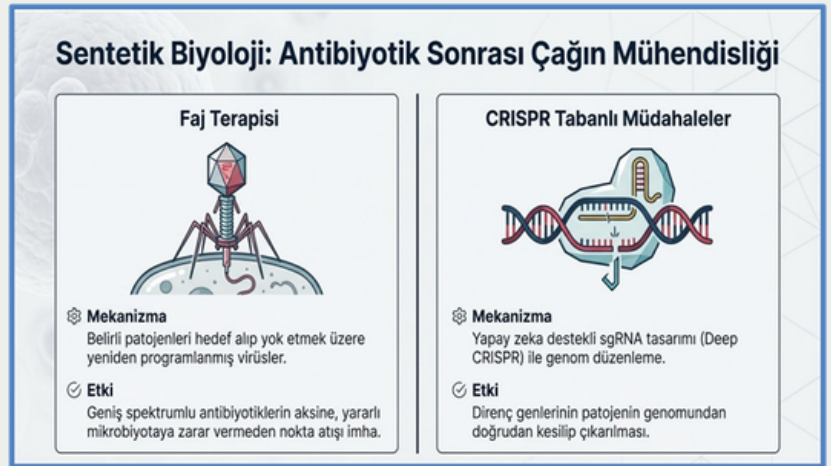
Bağırsak mikrobiyomunun gelişmekte olan bir AMR merkezi olup olmadığı sorgulanmakta; mikrobiyom bileşiminin direnç genlerinin transferini kolaylaştırabileceği, ancak aynı zamanda kolonizasyon direnci yoluyla patojenlere karşı koruyucu işlev görebileceği ortaya konmaktadır (7).

Çözüm perspektifinden bakıldığında, faj terapisi, CRISPR tabanlı antimikrobiyal müdahaleler ve mikrobiyom restorasyonu stratejileri, antibiyotik sonrası çağın öncü tedavi seçenekleri olarak değerlendirilmektedir.

Sentetik Biyoloji: Olanak ve Riskler Arasında Denge

Sentetik biyoloji, yeniden programlanmış mikroorganizmalar aracılığıyla ilaç üretimi, çevresel atıkların biyolojik olarak parçalanması ve kişiselleştirilmiş tedavi uygulamaları gibi alanlarda devrim niteliğinde olanaklar sunmaktadır. Ancak bu ilerleme, biyogüvenlik ve biyoetik boyutlarıyla eşzamanlı olarak değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Biomedical Innovations'da yayımlanan güncel bir makale yapay zekanın biyolojik uygulamalarda güvenilir biçimde kullanılabilmesi için standart değerlendirme ölçütleri, açık erişimli veri depoları ve erken aşamada düzenleyici katılımın büyük önem taşıdığına değinmekte ve riskler tamamen ortadan kaldırılamasa da, güçlü etik ve yönetim çerçeveleri sayesinde yapay zekâ destekli yeniliklerin toplumsal faydası en üst düzeye çıkarılabileceğini vurgulamaktadır(8).



Günümüzde, patojen ortaya çıkışının ve evriminin yapay zekâ ile öngörülmesine yönelik modeller geliştirilmekte; bu modellerin biyogüvenlik politikalarına entegre edilmesi savunulmaktadır. Mikrobiyoloji uzmanlarının bu tartışmalarda aktif rol üstlenmesi, yalnızca bilimsel değil, etik bir zorunluluk olarak da öne çıkmaktadır (9).





Sonuç ve Beklentiler:

Mikrobiyoloji, teknoloji, klinik uygulama ve kamu sağlığının kesiştiği stratejik bir konumda yer almaktadır. Önümüzdeki dönemin belirleyici unsurları şunlardır:

- YZ destekli tanı ve direnç izleme sistemlerinin rutin laboratuvar pratiğine entegrasyonu
- Kişiselleştirilmiş mikrobiyom müdahalelerinin klinik rehberlere girmesi
- Antimikrobiyal direnç yönetiminde disiplinlerarası (One Health) yaklaşımının benimsenmesi
- Sentetik biyoloji uygulamalarında şeffaf ve etkin düzenleyici çerçevelerin oluşturulması
- Mikrobiyoloji uzmanlarının bilim politikası süreçlerindeki görünürlüğünün artırılması

Alanın bu hızlı dönüşümünü yakından takip etmek, hem hasta bakımının kalitesini yükseltmek hem de küresel sağlık tehditlerinde proaktif bir konum almak açısından mikrobiyoloji uzmanları ve asistanları için bir fırsat olduğu kadar bir sorumluluktur.

KAYNAKLAR:

1. Wang XW, et al. Artificial intelligence for microbiology and microbiome research. *Cell Systems*. 2026;17(2):10153. [https://www.cell.com/cell-systems/abstract/S2405-4712\(26\)00013-X](https://www.cell.com/cell-systems/abstract/S2405-4712(26)00013-X)
2. Mohseni P, et al. Exploring the synergy of artificial intelligence in microbiology. *Computational and Structural Biotechnology Journal*. 2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S295036392400005X>
3. Lynch LE, et al. Present and future of microbiome-targeting therapeutics. *Journal of Clinical Investigation*. 2025;135(11):e184323. <https://doi.org/10.1172/JCI184323>
4. Davido B, et al. How can the gut microbiome be targeted to fight multidrug-resistant organisms? *The Lancet Microbe*. 2025;6:e101063. <https://doi.org/10.1016/>
5. Key advances in the gut microbiome during 2024. *Gut Microbiota for Health* [Internet]. 2024 [cited 2026 Apr 7]. <https://www.gutmicrobiotaforhealth.com/key-advances-in-the-gut-microbiome-during-2024/>
6. Dongre DS, et al. Exploring the role of gut microbiota in antibiotic resistance. *Annals of Medicine*. 2025;57(1):2478317.
7. Deshpande SP, et al. The gut microbiome: an emerging epicenter of antimicrobial resistance? *Frontiers in Microbiology*. 2025;16:1593065.
8. Groff-Vindman CS. The convergence of AI and synthetic biology: the looming deluge. *npj Biomedical Innovations*. 2025;2:20. <https://doi.org/10.1038/s44385-025-00021-1>.
9. Danchin A, et al. AI-based prediction of pathogen emergence and evolution in the world of synthetic biology. *Microbial Biotechnology*. 2024;17:e70014. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.70014>

UZAY MİKROBİYOLOJİSİNE GENEL BİR BAKIŞ

Bengü Sayar

Uzay ortamı, mikrogravite, iyonizan ve ultraviyole radyasyon, kapalı ve sınırlı yaşam alanları ile fizyolojik ve psikolojik stres faktörlerinin birleşimi sonucu, mikroorganizmalar ve insan konak arasında benzersiz ve çok katmanlı etkileşimlerin ortaya çıktığı bir ekosistemdir. Bu ekstrem koşullar altında mikroorganizmalar yalnızca yaşamlarını sürdürmekle kalmayıp, gen ekspresyonu, metabolik aktivite, biyofilm oluşumu, virülans ve antibiyotik direnci gibi temel özelliklerinde belirgin değişiklikler de sergilemektedir. Bu değişimlerin büyük ölçüde çevresel streslere karşı geliştirilen adaptif yanıtların bir sonucu olduğu ve tür hatta suş düzeyinde farklılık gösterebildiği anlaşılmaktadır.

Bu mikrobiyal adaptasyon süreçleri, uzay uçuşu sırasında konak-mikrop etkileşimlerini doğrudan etkileyerek insan sağlığı açısından yeni riskler ortaya çıkarabilmektedir. Uzay uçuşuna bağlı mikrogravite ve radyasyonun bağışıklık sistemi üzerinde baskılayıcı etkiler oluşturduğu; lenfosit üretiminde azalma, sitokin dengesinde değişiklikler ve immün yanıtın zayıflamasıyla sonuçlandığı gösterilmiştir. Bu immün disfonksiyon, özellikle latent viral enfeksiyonların reaktivasyonu için uygun bir zemin oluşturmakta; Herpesviridae ailesine ait virüslerde artmış viral saçılım ve potansiyel bulaşma riskinde artışla ilişkilendirilmektedir.

Konak yanıtındaki bu değişimlere paralel olarak, insan mikrobiyotası da uzay koşullarından etkilenmektedir. Gastrointestinal, oral ve deri mikrobiyomunda gözlenen değişiklikler, disbiyozis ile ilişkilendirilmekte ve inflamatuvar süreçlerin artmasına katkıda bulunmaktadır. Bu durum, bağırsak bariyer fonksiyonunun bozulması, mikrobiyal translokasyon ve sistemik enfeksiyon riskinde artış gibi sonuçlara yol açabilmektedir. Ayrıca, kapalı ve yüksek derecede sterilize edilmiş uzay ortamlarının mikrobiyal çeşitliliği sınırlaması, bağışıklık sistemi regülasyonu üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmekte ve bu durum "hijyen hipotezi" çerçevesinde değerlendirilmektedir.

Uzay araçları ve Uluslararası Uzay İstasyonu gibi kapalı habitatlar bu etkileşimlerin daha da belirgin hale geldiği özel mikrobiyal nişlerdir. Bu ortamlarda mikrobiyal topluluklar büyük ölçüde insan kaynaklıdır ve düşük çeşitlilik ile yüksek seçim baskısı altında evrimleşmektedir. Yüzey özellikleri, temizlik protokolleri ve mikrogravite gibi faktörler antibiyotik direnç genlerinin yayılımını, yatay gen transferini ve biyofilm oluşumunu artırabilmektedir. Bu bağlamda, kapalı habitat mikrobiyomunun yalnızca pasif bir kontaminasyon kaynağı değil, aynı zamanda dinamik ve adaptif bir sistem olduğu anlaşılmaktadır.

Mikroorganizmaların uzaydaki davranışlarının klinik sonuçları ise heterojen bir yapı sergilemektedir. Bazı bakterilerde (örneğin *Salmonella enterica*) artmış virülans ve enfektivite gözlenirken, diğer türlerde virülansın azaldığı veya değişmediği bildirilmektedir. Bunun yanı sıra, *Enterobacter bugandensis*, *Klebsiella pneumoniae* ve benzeri çok ilaca dirençli mikroorganizmaların uzay ortamında varlıklarını sürdürebilmesi, sınırlı tedavi seçenekleri nedeniyle ciddi bir klinik risk oluşturmaktadır. Ayrıca, mikroorganizmaların uzay koşullarında antibiyotiklere daha hızlı direnç geliştirebildiğine dair bulgular, uzun süreli görevlerde enfeksiyon yönetiminin daha karmaşık hale gelebileceğini düşündürmektedir.

Bu riskler, uzay görevlerinin süresi ve kapsamı arttıkça daha da kritik hale gelmektedir. Gelecekte planlanacak uzay görevleri, mikroorganizmaların kapalı yaşam sistemlerindeki davranışlarının, bulaş dinamiklerinin ve konak üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılmasını zorunlu kılmaktadır. Uzun süreli görevlerde mikrobiyal yükün kontrolü, yüzey kontaminasyonu, hava yoluyla bulaş ve astronot mikrobiyotasındaki değişimlerin izlenmesi, görev güvenliği açısından temel unsurlar arasında yer almaktadır. Yakın zamanda gerçekleştirilen Artemis II görevi de göz önünde bulundurulduğunda, uzayda insan-mikroorganizma etkileşimlerinin artık uzak bir gelecek senaryosu değil, güncel ve hızla gelişen bir araştırma alanı olduğu açıkça görülmektedir.

Bununla birlikte, mikroorganizmalar yalnızca risk oluşturan unsurlar değil, aynı zamanda uzay keşiflerinin sürdürülebilirliği için vazgeçilmez biyolojik araçlardır. Biyorejeneratif yaşam destek sistemlerinde mikroorganizmalar organik atıkların geri dönüşümü, su arıtımı, oksijen üretimi ve besin döngüsünün devamlılığında kritik rol oynamaktadır. Ayrıca bitki büyümesini destekleyen mikrobiyal topluluklar, Ay ve Mars gibi ortamlarda tarımsal üretimin temelini oluşturabilecek potansiyele sahiptir.

Gelecek perspektifinde, uzay mikrobiyolojisi alanındaki daha ileri araştırmalar hem uzay görevlerinin başarısı hem de Dünya'daki sağlık ve biyoteknoloji uygulamaları açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Çoklu omik yaklaşımlar sayesinde mikroorganizmaların uzay koşullarına verdiği yanıtların sistem düzeyinde anlaşılması mümkün olabilir; artan virülans ve direnç gelişiminin moleküler temellerinin ortaya konulmasıyla hedefe yönelik önleyici stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlanabilir. Bu gelişmeler, görev öncesi risk analizi ve görev sırasında mikrobiyal izleme gibi kapsamlı kontrol yaklaşımlarının geliştirilmesine olanak tanıyabilir. Ayrıca sentetik biyoloji uygulamaları, uzay koşullarına adapte mikroorganizmaların geliştirilmesiyle biyorejeneratif sistemlerin verimliliğini artırma ve sürdürülebilir yaşam destek sistemlerine katkı sunma potansiyeli taşımaktadır.

Uzun vadede, gezegen kolonizasyonu senaryoları kapsamında mikroorganizmaların rolünün daha da genişlemesi kaçınılmazdır. Terraforming süreçlerinde mikroorganizmaların kullanımı, atmosferik dönüşüm, toprak oluşumu ve biyolojik döngülerin başlatılması açısından kritik bir strateji olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu süreçler, gezegenler arası mikrobiyal kontaminasyon ve Dünya'ya geri dönüşte potansiyel patojen taşınımı gibi önemli etik ve biyogüvenlik sorunlarını da beraberinde getirmektedir.

Ayrıca, uzay turizmi ve ticari uzay uçuşlarının yaygınlaşmasıyla daha geniş ve heterojen insan popülasyonlarının uzaya taşınması, enfeksiyon kontrolü ve mikrobiyal yönetimi daha karmaşık hale getirecektir. Bu durum, mevcut sıkı karantina ve sağlık tarama protokollerinin yeniden değerlendirilmesini ve daha esnek ancak etkili biyogüvenlik stratejilerinin geliştirilmesini gerektirecektir.

Sonuç olarak, mikroorganizmalar uzay ortamında hem potansiyel bir tehdit hem de stratejik bir biyoteknolojik kaynak olarak iki yönlü bir rol üstlenmektedir. Bu ikili rolün dengelenmesi, enfeksiyon risklerinin minimize edilmesi, astronot sağlığının korunması ve sürdürülebilir uzay yaşam sistemlerinin geliştirilmesi açısından gelecekteki araştırmaların temel odağını oluşturacaktır.



Kaynaklar:

- McDonagh F, Cormican M, Morris D, Burke L, Singh NK, Venkateswaran K, Miliotis G. Medical Astro-Microbiology: Current Role and Future Challenges. *J Indian Inst Sci.* 2023 Apr 8:1-26. doi: 10.1007/s41745-023-00360-1. Epub ahead of print. PMID: 37362850; PMCID: PMC10082442.
- Kaur J, Kaur J, Nigam A. Extremophiles in Space Exploration. *Indian J Microbiol.* 2024 Jun;64(2):418-428. doi: 10.1007/s12088-024-01297-4. Epub 2024 May 4. PMID: 39010991; PMCID: PMC11246395.

EV ARKADAŞLARINIZ BAĞIRSAK BAKTERİLERİNİZİ DEĞİŞTİRİYOR OLABİLİR Mİ?

Tutku Taşkınoğlu

Doğu Anglia Üniversitesi'nden yapılan yeni bir araştırmaya göre, arkadaşlarla birlikte yaşamak bağırsak bakterilerinizi sessizce değiştiriyor.

Küçük bir ada kuş kolonisi üzerinde yapılan araştırma, bu kuşların bağırsak bakterilerinin büyük bir kısmını en çok zaman geçirdikleri kuşlarla paylaştığını ortaya koyuyor. Çalışmayı yapan ekip, aynı prensibin insanlar için de geçerli olduğunu düşünüyor.

Daha önceki insan çalışmaları da bu olguya işaret etmişti; eşler ve uzun süre birlikte yaşayanların beslenme alışkanlıkları farklı olsa bile, yabancılara göre daha benzer bağırsak mikrobiyomlarına sahip oldukları gözlemlenmişti.

Ancak kuşlar üzerinde yapılan yeni araştırma, yalnızca paylaşılan ortamın değil, sosyal yakınlığın da bağırsak bakterilerinin değişimini nasıl yönlendirdiğine dair net kanıtlar sunuyor.

Araştırmacılar, bu çalışma için Seyşeller'deki Cousin Adası'nda bulunan küçük bir ötücü kuş olan Seyşel ötleğeni incelediler.

Ötleğenlerden dışkı örnekleri topladılar ve bu örnekler daha sonra kuşların bağırsak mikrobiyomlarını analiz etmek için kullanıldı.

Araştırmacılar, bağırsak bakterilerinin sosyal ortaklar arasında nasıl yayıldığını ortaya çıkarmak için kuşların dışkılarını birkaç yıl boyunca titizlikle topladılar. Bilinen sosyal rollere sahip kuşlardan—üreme çiftlerinden, aynı grupta yaşayan yardımcı ve yardımcı olmayanlardan ve farklı gruplardaki kuşlardan— yüzlerce örnek topladılar. Bu sayede yuvada yakın etkileşimde bulunan kuşların bağırsak bakterilerini, etkileşimde bulunmayan kuşlarınkilerle karşılaştırabildiler.

Oksijensiz ortamda gelişen anaerobik bağırsak bakterilerini incelediler. Bu da sosyal bağların bağırsak mikroplarının bulaşmasını nasıl yönlendirebileceğine dair bir bakış açısı sağladı.

Hint Okyanusu'nda doğal bir laboratuvar:

Cousin Adası küçük, izole bir ada ve ötleğenler asla adayı terk etmiyor. Bu, adadaki her kuşun bireysel olarak işaretlenip yaşamı boyunca takip edilebilmesini sağlıyor. Bilim insanlarına vahşi doğada yaşam boyu süren biyolojik süreçleri incelemek için olağanüstü bir fırsat sunuyor.

Adadaki tüm ötleğenlere renkli bacak halkaları takılıyor; bu da araştırmacıların kuşların davranışlarını, sağlıklarını ve genetiklerini yıllar boyunca takip etmelerini sağlıyor. Böylece tamamen doğal bir ortamda laboratuvar popülasyonuna benzer koşullar yaratılıyor. Doğal yaşamlarını sürdüren, doğal beslenme ve bağırsak bakterileriyle yaşayan hayvanları inceleyebilirken, aynı zamanda bilinen bireylerden ayrıntılı veriler de toplayabiliyorlar.

Arkadaşlarla bağırsak mikrobiyotasını paylaşmak

Bu incelemeye göre, kuşların ne kadar sosyal olduğu, o kadar çok benzer anaerobik bağırsak bakterisi paylaştıklarıyla ilişkilidir.

Yuvada birlikte çok zaman geçiren kuşlar – üreme çiftleri gibi– bağırsak bakterilerinin çoğunu paylaşıyorlardı. Paylaşan bu anaerobik mikroplar açık havada hayatta kalamayan; çevrede dolaşmayan ancak yakın etkileşimler ve paylaşılan yuvalar aracılığıyla bireyler arasında hareket edebilen bakterilerdi.

Ev yaşamı mikrobiyomlarımızı nasıl şekillendiriyor?

Araştırma ekibi, bulguların insan evlerinde neler olup bittiğine ışık tuttuğunu söylüyor. İster bir partnerle, ister ev arkadaşıyla veya aileyle yaşıyor olun, sarılma, öpüşme ve yemek hazırlama gibi günlük etkileşimleriniz bağırsak mikroplarında değişimleri teşvik edebilir.

Anaerobik bakteriler sindirim, bağışıklık ve genel sağlık için en önemlilerindendir. Bağırsak içine girdikten sonra oksijensiz koşullarda gelişirler ve genellikle kararlı, uzun vadeli koloniler oluştururlar. Bu, birlikte yaşadığınız kişilerin içinizdeki mikroskobik ekosistemi incelikle şekillendirebileceği anlamına gelir.

Bir kanapede televizyon izlemek, birlikte bulaşık yıkamak mikrobiyomlarınızı sessizce birbirine yaklaştırabilir. Faydalı anaerobik bakterilerin paylaşılması bağışıklığı güçlendirebilir ve ev arkadaşınız sindirim sağlığını iyileştirebilir.

MOLECULAR ECOLOGY

ORIGINAL ARTICLE OPEN ACCESS

Social Structure and Interactions Differentially Shape Aerotolerant and Anaerobic Gut Microbiomes in a Cooperative Breeding Species

Chuen Zhang Lee^{1,2} | Sarah F. Worsley¹ | Terry Burke³ | Jan Komdeur⁴ | Falk Hildebrand^{1,5,6} | Hannah L. Dugdale⁴ | David S. Richardson^{1,7}



G	2	.	3	.	A	B	E	M	Ç
M	N	İ	Ş	N	T	E	İ	İ	K
İ	M	E	İ	U	T	K	L	K	U
L	U	R	J	Ğ	R	U	A	O	N
I	O	M	S	O	A	S	M	L	A
P	K	K	S	A	T	D	A	O	R
B	Ü	K	Y	U	Ü	A	K	J	A
C	O	I	A	Y	O	K	P	İ	T
P	U	R	Ö	K	A	R	Y	O	T
R	T	N	İ	T	A	T	S	İ	N

* Bulmacadaki tüm kelimeleri bulduktan sonra, geriye kalan harfleri en üstteki satırdan başlayarak soldan sağa birleştirin ve gizli cümleyi bulun!!

Gizli cümle; Dante Alighieri'nin bir sözü...

* Bulmacanın içindeki kelimeler soldan sağa, sağdan sola, yukarıdan aşağı, aşağıdan yukarı veya çapraz şekilde yerleştirilmiş olabilirler!!

KELİMELE

MİKOLOJİ MİKROSKOP NİSTATİN
PATOJEN BA.3.2 ÖKARYOT
PORİN STUART

GİZLİ CÜMLE

□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□
□□□□□ □□□□□ □□□ □□□□□□□.

Yeni Katılan Uzmanlarımızın
Atamıza
Hoşgeldiniz

Hoşgeldiniz

AYŞE NUR KOÇAK

KARABÜK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

BURHAN ÖZKAN

ŞIRNAK DEVLET HASTANESİ

FERİT AYAZ

MARDİN NUSAYBİN DEVLET HASTANESİ

GÖKÇE KADER ARSLAN

AĞRI PATNOS DEVLET HASTANESİ

GÖZDE ARSLANCA

İSTANBUL SANCAKTEPE ŞEHİT PROF. DR. İLHAN VARANK
EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

GÜLŞAH CEYLAN YAĞIZ

MALATYA DOĞANŞEHİR ŞEHİT ESRA KÖSE BAŞARAN
DEVLET HASTANESİ

HÜLYA PARİMLİ

SİNOP BOYABAT 75.YIL DEVLET HASTANESİ

SÜMEYRA EBRU MENEKŞE YURT

EDİRNE HALK SAĞLIĞI LABORATUVARI

ZEYNEP BÜŞRA ŞAHİN

KİLİS HALK SAĞLIĞI LABORATUVARI

AYLİN VAR

KASTAMONU EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

BEYZA YAVUZ

HALK SAĞLIĞI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

HAMİYET BÜŞRA GÜNDOĞDU

ERZURUM ŞEHİR HASTANESİ

MEHMET MORKOÇ

YOZGAT HALK SAĞLIĞI LABORATUVARI

NUR DİLARA İSLAMOĞLU GÜR

KOCAELİ GEBZE FATİH DEVLET HASTANESİ

PINAR TUFANOĞLU

ANTALYA DÖŞEMEALTI DEVLET HASTANESİ

ZEYNEP NAZLIKAYA ERDEM

MANİSA RUH SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI HASTANESİ