

Afetlerdeki Enfeksiyon Riskleri ve Mikrobiyolojik Yaklaşım

Zeynep Sümer¹

Özet

Afetler, yalnızca fiziksel yıkım oluşturan olaylar değil; aynı zamanda enfeksiyon hastalıklarının ortaya çıkması ve yayılımı açısından elverişli koşullar yaratan önemli halk sağlığı tehditleridir. Altyapı hasarı, sanitasyon sistemlerinin bozulması, nüfus hareketleri, kalabalık yaşam koşulları, bağışıklık sisteminin zayıflaması ve çevresel değişiklikler afet sonrası enfeksiyon riskini artırmaktadır. Bu bölümde afet ortamlarında enfeksiyon gelişimini etkileyen temel faktörler, başlıca bulaşma yolları, afet türlerine göre değişen enfeksiyon profilleri ve mikrobiyolojik yaklaşım sistematik olarak ele alınmıştır. Su ve gıda kaynaklı enfeksiyonlar, solunum yolu enfeksiyonları, vektör kaynaklı hastalıklar, yara ve yumuşak doku enfeksiyonları ile temas yoluyla bulaşan enfeksiyonlar afet sonrası dönemin başlıca sağlık sorunları arasında yer almaktadır. Ayrıca mikrobiyolojik tanı süreçleri, saha laboratuvar uygulamaları, hızlı tanı testleri, moleküler yöntemler, kültür ve duyarlılık testleri ile çevresel örnekleme yaklaşımları değerlendirilmiştir. Epidemiyolojik sürveyansın erken uyarı ve salgın kontrolündeki rolü ile dijital izleme sistemlerinin önemi vurgulanmıştır. Son olarak su güvenliği, sanitasyon, aşılama, vektör kontrolü, izolasyon önlemleri ve antimikrobiyal yönetim gibi enfeksiyon kontrol stratejilerinin afet yönetimindeki kritik işlevi tartışılmıştır. Afet tıbbi ile mikrobiyolojinin entegrasyonu, toplum sağlığının korunmasında temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

1. Giriş

Afetler; insan topluluklarının baş etme kapasitesini aşan, altyapıyı tahrip eden ve kısa sürede büyük çaplı sağlık sorunlarına yol açan olağandışı olaylardır. Depremler, seller, kasırgalar, toz fırtınaları, orman yangınları, tsunamiler ve çatışmalar; doğrudan can kayıplarına ek olarak, enfeksiyon hastalıklarının ortaya çıkması ve yayılması için son derece elverişli bir ortam hazırlamaktadır.

1 Prof. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, email: drzeynepsumer@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1520-3359

Bu iki aşamalı tehlike, yani önce fiziksel yıkım ardından mikrobiyolojik tehdit, afet tıbbının en karmaşık boyutlarından birini oluşturmaktadır. Ayrıca kronik endüstriyel kirlilik, nükleer felaket, kanalizasyon sızıntıları ve insani ve mülteci krizleri gibi insan kaynaklı afetler de afet mikrobiyolojisinin konuları arasında yer alır (Linscott, 2007).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), doğal afetlerin ardından enfeksiyon hastalığı salgın riskinin, etkilenen nüfusun hareketine, çevre bozulmasına ve mevcut patojenlere karşı toplumsal savunmanın azalmasına bağlı olarak belirgin biçimde yükseldiğini vurgulamaktadır (World Health Organization [WHO], 2006). Nitekim Avrupa'da gerçekleştirilen sistematik bir inceleme, sel ve deprem olaylarının ardından bildirilen 17 ayrı vakada salgınların büyük çoğunluğunun gıda ve su kaynaklı hastalıklarla ilgili olduğunu ortaya koymuştur (Brown ve ark., 2020). Benzer biçimde 2022 Pakistan sel felaketi sonrasında kolera, kriptosporidioz, rotavirüs enfeksiyonları, tifo, sıtma ve dang humması gibi pek çok hastalığın eş zamanlı olarak ortaya çıktığı gözlemlenmiştir (Ahmad ve ark., 2024).

Bu bölümde afet koşullarında enfeksiyon riskini besleyen etkenler, temel bulaşma yolları ve patojen sınıfları, mikrobiyolojik tanı ile sürveyans stratejileri ve enfeksiyon kontrolüne yönelik uygulamalar sistematik biçimde ele alınmaktadır. Amacımız, sahada çalışacak olan sağlık profesyonellerine ve politika yapıcılara kanıta dayalı bir yol haritası sunmaktır.

2. Afet Ortamında Enfeksiyon Riskini Artıran Etkenler

Bir afet, başlı başına bir enfeksiyon hastalığını yoktan var etmez; ancak var olan patojen yükünü harekete geçiren, bulaşma zincirini kolaylaştıran ve konağın direncini kıran bir dizi koşulu bir araya getirir. Bu koşulların anlaşılması, müdahale stratejilerinin doğru önceliklendirilmesi açısından kritik önem taşımaktadır.

2.1. Altyapı Hasarı ve Sanitasyon Çöküşü

Afetlerin ilk ve en önemli mikrobiyolojik sonucu, su ve kanalizasyon altyapısının tahrip olmasıdır. Elektrik, su ve kanalizasyon sistemlerinin zarar görmesi, su ve besin kaynaklı hastalıkların ortaya çıkma riskini doğrudan artırmaktadır (Türk Tabipleri Birliği [TTB], 2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin ardından gerçekleştirilen mikrobiyolojik su analizlerinde, halk sağlığı laboratuvarlarında incelenen 2.632 su örneğinin %77'sinin mikrobiyolojik açıdan uygun bulunduğu rapor edilmiştir. Bu oran, afet bölgelerinde içme suyunun ne denli kritik bir kontaminasyon riski taşıdığını çarpıcı biçimde gözler önüne sermektedir.

Kanalizasyon taşmaları ve dışkıyla kirlenmiş taşkın suları, *Vibrio cholerae*, *Shigella spp.*, *Salmonella typhi*, hepatit A ve çeşitli norovirüs suşlarının çevreye yayılmasına zemin hazırlar. Bu süreç, dışkı-ağız bulaşma döngüsünü kısa sürede aktive eder. Enfeksiyonların yayılmasında etkili olan bir diğer faktör ise insanların hasar görmüş evlerinden kalabalık ve sağlıksız koşullara (örneğin çadır kamplarına) taşınmalarıdır.

2.2. Nüfus Hareketleri ve Kalabalık Yaşam Koşulları

Yerinden edilme, afet sonrası dönemin en belirleyici demografik özelliğidir. Çadır kentler, geçici barınaklar ve kolektif sığınma alanları; solunum yolu patojenlerinin yayılımı için ideal koşullar sunar. Kalabalık, yetersiz havalandırma ve bireysel hijyenin sağlanmasındaki güçlükler, kızamık, influenza, tüberküloz ve meningokokal hastalıklar gibi damlacık yoluyla bulaşan enfeksiyonların hızla yayılmasına neden olur (Turan Bayraktar, 2024).

Öte yandan nüfus hareketleri, bölgeye daha önce maruz kalınmamış patojen suşlarının girişine de yol açabilmektedir. Nitekim çatışmalar ve doğal afetler bağlamında Ukrayna'dan Avrupa'ya göç eden nüfusta, geçici barınma koşulları ve hareket sırasında karşılaşılan olumsuzluklar nedeniyle ortaya çıkan ve yeniden ortaya çıkan enfeksiyon hastalıklarının görülmesi bu riski somut biçimde örneklemektedir (Davoudi-Monfared ve ark., 2023).

2.3. Konağın Bağışıklık Durumundaki Zayıflama

Stres, malnütrisyon, yetersiz uyku ve kronik hastalıkların yönetimindeki aksaklıklar; afet mağdurlarının enfeksiyona karşı direncini ciddi biçimde düşürür. Yetim kalan çocuklar, yaşlılar ve bağışıklık yetmezliği bulunan bireyler bu açıdan özellikle savunmasızdır. Aşılınmamış popülasyonların varlığı veya aşılama eksikliği, hastalığın yayılmasına katkıda bulunabilir. Aşı kayıtlarının tutulmaması, soğuk zincirin kopması, tüberküloz kontrolünün aksaması ve doğum öncesi bakım gibi temel sağlık hizmetlerinin sektöre uğramasıyla aşılarda önlenebilir hastalıkların salgına dönüşme riski de belirgin biçimde artmaktadır. (Doğal Afetler ve Olağanüstü Durumlarda Salgın Hastalıklar, 2023).

2.4. Afet Türüne Göre Değişen Risk Profili

Her afet türü, kendine özgü bir enfeksiyon riski profili oluşturur. Seller ve kasırgalar, vektör üreme alanlarını genişleterek sivrisinek kaynaklı hastalıkların (sıtma, dang, zika) yayılımını kolaylaştırırken; depremler, ilk günlerde deri ve yumuşak doku enfeksiyonlarına, ardından kalabalık barınma koşulları kaynaklı solunum yolu enfeksiyonlarına zemin hazırlar (Kılıç, 2017). Tropik siklonlar ise hem vektör kaynaklı hem de su kaynaklı hastalık yükünü artırmaktadır:

Amerika Birleşik Devletleri'nde 23 yıllık verilerle yürütülen geniş kapsamlı bir çalışmada, fırtına kaynaklı yağışlara maruziyetin Shiga toksini üreten *Escherichia coli* enfeksiyonlarını fırtınadan sonraki ilk haftada %48 oranında artırdığı saptanmıştır (Tariq ve ark., 2023).

2.4.1. Depremler

Depremlerle ilişkili enfeksiyonlar, düşen molozlar, moloz yoluyla travmatik yolla veya deprem sonucu toprağın bozulması gibi çeşitli olaylardan kaynaklanabilir. 1994 yılında, Kuzeyridge, Kaliforniya'da meydana gelen 6,7 büyüklüğündeki depremin ardından bir koksidioidomikoz salgını yaşanmıştır. *Coccidioides immitis*'in bulaşıcı artrokonidyalari, depremin tetiklediği heyelanlar tarafından oluşturulan büyük toz bulutları yoluyla yayıldı. Simi Vadisi'ndeki *C. immitis* enfeksiyonu vakaları, depremden 2 hafta sonra zirveye ulaştı. Schneider ve ark. toz bulutuyla temasın ve toz bulutuna maruz kalma süresinin akut koksidioidomikoz gelişme olasılığını önemli ölçüde artırdığını bildirdi (Schneider ve ark., 1997).

Türkiye'nin Marmara bölgesinde 1997 yılında 7,4 büyüklüğünde bir deprem meydana geldi. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi hastanesinin tıbbi deneyimine ilişkin bir raporda, depremlerle ilgili hastaneye yatışlarda %25,8 oranında (incelenen 295 hastanın 76'sında) enfeksiyon görüldüğü belirtilmiştir. En yaygın enfeksiyon türleri sırasıyla %33 ve %20 oranında derin cerrahi yara enfeksiyonları ve bakteriyemi olmuştur. En sık tespit edilen organizmalar *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* ve *Candida türleri* olmuştur. Yazarlar, enfeksiyon komplikasyonlarının sıklığının depremden sonraki ilk haftadan sonra en yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Bulut ve ark., 2005).

Kazancıoğlu ve ark., Marmara depreminde İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi hastanesi acil servisine başvuran 960 hastadan ezilme yaralanması olan 60 hastanın sonuçlarını incelemişler ve tespit edilen enfeksiyonları ve sebep olan etkenleri sınıflandırmışlardır. Toplanan 112 bakteriyolojik örneğin %45,5'i (51/112) yaralardan elde edilmiştir. En yaygın yara organizmaları sırasıyla *Acinetobacter* spp. %45 ve *P. aeruginosa* %22 oranında idi (Kazancıoğlu ve ark., 2002).

Marmara depremi ve 3 ay sonra Türkiye'nin kuzeybatı bölgesinde; Düzce'de meydana gelen bir başka depremlerle ilgili olarak, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Düzce Tıp Fakültesinde deprem sonrası yaşam koşullarıyla ilişkili paraziter enfeksiyon oranlarını incelemiştir. Öztürk ve ark., depremin ardından geçici konutlarda yaşayan ve okula giden çocuklarda *Giardia lamblia* ve *Enterobius vermicularis* enfeksiyon oranlarının önemli ölçüde daha yüksek olduğunu

bildirmiştir. Bu parazit ajanların bulaşmasıyla ilişkili risk faktörleri arasında okulda çocuk başına düşen ortak tuvalet sayısı, sosyoekonomik düzey, sınıfın büyüklüğü ve el yıkama sıklığı yer almaktadır (Öztürk ve ark., 2004).

1999 yılında Vahaboğlu ve arkadaşları Kocaeli’de 16.000’den fazla kişinin ölümüne ve 500.000 kişinin evsiz kalmasına neden olan depremin ardından yapılan bir bulaşıcı hastalık gözetim çalışmasında ishal vakalarında artış gözlemlenmiştir. Dışkı örneklerinin %8’inde bakteriyel patojenler için kültür pozitifliği saptanmış olup, en sık izole edilen organizma %4,9 ile *Shigella spp.* olmuştur. Virüs tespiti için herhangi bir kültür veya test yapılmamıştır. İlginç bir nokta ise , bölgenin farklı yerlerinde birden fazla Shigella klonunun görülmesidir (Vahaboglu ve ark., 2000).

2.4.2. Seller

Sel, Dünya’nın hemen her yerinde olduğu gibi ülkemizde de kolayca afete dönüşerek büyük mal ve can kaybına neden olan bir “doğal tehlike”dir. Selin oluşumu, büyüklüğü ve verdiği zararların boyutu, önemli ölçüde o yerin klimatolojik-meteorolojik, jeolojik-jeomorfolojik, biyolojik özellikleri ve insanların çeşitli etkinlikleriyle doğrudan ilişkilidir.

Doğal afetler arasında bulaşıcı hastalığa en fazla neden olan sel felaketleridir. Çünkü sel ve taşkın olayları esnasında çoğunlukla su şebekeleri ve arıtma sistemleri hasar görmekte, kanalizasyon taşmaları oluşmakta, insan ve hayvan artıkları içme suyuna karışarak içme suyunun kirlenmesine neden olmaktadır. Özellikle kirli suyun yayılması ve kirli sularla temas sonucunda yara yeri enfeksiyonları, dermatitis, konjüktivit, kulak-burun-boğaz enfeksiyonları, suyla bulaşan hastalıklar, gastrointestinal hastalıklar görülürken, aynı zamanda da sonrasında oluşan durgun sular vektör aracılı enfeksiyonların da artışına neden olmaktadır (TTB, 2004). Sel ve taşkın sonrasında, taşkın öncesinde görülen hastalıkların salgın yaptığı görülmektedir. Suyla temas eden insanlara, bazı hayvan hastalıkları bulaşabilir. Sel ve taşkınlardan sonra yuvaları bozulan fare gibi kemiricilerin ve yılan, akrep gibi canlıların oluşturduğu sağlık risklerinde artış olabilmektedir. Fare gibi kemiriciler taşkın ortamında artabilmekte ve enfekte fare idrarı karışan sel suları ile yaralanmış ciltlere temas sonrası deri hastalıkları ortaya çıkabilmektedir. İzmir’de 1995 yılı Kasım ayında yaşanan ve 62 kişinin öldüğü selden sonra toplam yedi kişide deri enfeksiyonları saptanmış ve bu hastalardan bir kişi ölmüştür. Sivrisinek üreme alanlarında bir artış olması, sıtma olgularını çoğaltabilmektedir. Sel ve taşkın ev ve ev eşyalarını etkilemesi, taşkın geçtikten sonra da etkili olmakta bu etkileme, sağlık sorunlarını uzun döneme yaymaktadır (TTB, 2004).

Sel ve taşkınların ardından zarar gören evlerde ve tarımsal alanlarda zehirli mantarların yayılma riski olabilmektedir (Hajat ve ark., 2003).

Saral ve arkadaşları 2024'de Trabzon'un Araklı, Sürmene ve Of ilçelerinde oluşan sel ve heyelan felaketinden bir hafta sonra ateş, sarılık, yaygın kas ağrısı şikayetleriyle acil servise başvuran üç olgunun leptospiroz tanısı almaları nedeniyle, özellikle sel gibi afetlerden sonra leptospirozun hatırlanması gerektiğini belirtmek amacıyla olguları yayınlamışlardır. (Bayraktar Saral, 2025)

2.4.3. Orman yangınları.

Orman yangınları, özellikle toprakta bulunan mikropların yayılması için de etken olabilir ve özellikle yakınlığı olan kişilerde üst ve alt solunum yolu enfeksiyonları riskinin artmasıyla ilişkilidir (Kobziar ve Thompson, 2020). Orman yangınları toprağın bakteri ve mantar bileşimini değiştirir ve bu da zamanla strese daha dayanıklı sporlara ve nispeten ısı toleransına sahip mikropların gelişmesine neden olur. Bu tür adaptasyonlar insan vücut sıcaklığında mikrobiyal enfeksiyonu kolaylaştırdığı için sorunlara neden olabilir. Yangınlarda çıkan duman, mantar sporlarının ve bakterileri aerosol haline getirebilir ve uzak mesafelere taşıyabilir; dumandaki mikrobiyal konsantrasyon, ortam havasından çok daha yüksektir. Mikropların yangın ve dumanla nasıl etkileşim kurduğunun incelenmesi "piroaerobiyoloji" adı verilen farklı bir dalı tarafından incelenir (Kobziar ve ark., 2018).

2.4.4. Kasırgalar

Kasırga felaketi ülkemizde pek görülmesine de doğal felaketler arasında yer alır ve kasırgalarda yaralananlar genellikle ya fırlatılır ya da "ezilme" yaralanmasına maruz kalırlar. Fırlatılan kişideki yaraların toprak organizmalarıyla kontaminasyonu söz konusudur. Millie ve ark. hastanelerinde bir kasırgadan sonra görülen kurbanlardan dördünün yumuşak doku yaralanması nedeniyle cerrahi müdahale geçirdiklerini belirtmişlerdir. Üç hastada ilk dört gün içinde travma sonrası sepsis gelişmiş, kan ve yara yeri örneklerinden *Serratia marcescens*, *P. aeruginosa*, *Alcaligenes* spp. ve *Enterococcus* spp. izole edilmiştir (Millie ve ark., 2000).

2.4.5. Tsunamiler

Tsunami, genellikle denizaltı depremleri, volkanik patlamalar veya su altı toprak kaymaları sonucu oluşan, devasa su kütlelerinin aniden yer değiştirmesiyle meydana gelen yıkıcı bir okyanus dalgasıdır. Ülkemiz her ne kadar deprem bölgesi olsa da Tsunami dalgalarıyla pek karşılaşmamaktayız.

2004 yılında Endonezya'nın Sumatra adası yakınlarında meydana gelen 9.0 büyüklüğündeki depreme kadar tsunamiler akla ilk gelen doğal afetlerden biri değildi. Okyanus tabanının bozulmasıyla oluşan devasa tsunami veya gelgit dalgası, Endonezya, Tayland, Sri Lanka, Hindistan, Bangladeş, Myanmar ve Malezya'nın kıyı bölgelerini kasıp kavurarak 100.000'den fazla insanın ölümüne ve sayısız kişinin yaralanmasına neden oldu. Gelgit dalgasıyla ilişkili enfeksiyonlar arasında travmatik yara enfeksiyonları ve toprakla kirlenmiş tuzlu suyun solunması sonucu oluşan aspirasyon pnömonisi yer almaktadır (Hiransuthikul ve ark., 2005).

3. Afet Sonrasında Görülen Başlıca Enfeksiyon Hastalıkları

Bulaşıcı hastalıklar, bakteri, virüs, parazit ve mantar gibi patojenik mikroorganizmaların neden olduğu ve doğrudan veya dolaylı olarak kişiden kişiye bulaşabilen hastalıklardır (Viswanathan, Chakrabarty ve Basu, 2021). Afet ortamında ortaya çıkan enfeksiyon hastalıklarını tek bir kategori altında toplamak mümkün değildir; bu hastalıkların türü, afetten geçen süreye, coğrafi bölgeye ve afet tipine göre önemli farklılıklar göstermektedir. Bununla birlikte literatür, tekrarlayan belirli patojen gruplarına işaret etmektedir.

Doğal afetlerle ilişkili olarak ortaya çıkan enfeksiyonlar afetin başlangıcına göre üç ayrı dönemde incelenebilir: Akut dönem (şok dönemi) (0-4 gün), şok sonrası dönem (4 gün-4 hafta), toparlanma dönemi (>4 hafta). Akut dönemde ortaya çıkan enfeksiyonlar genellikle travmatik yaralanmayla ilişkilidir. Vektör kaynaklı enfeksiyonlar genellikle akut dönemde görülmez, sıtma ve deng ateşi gibi hastalıklar daha çok şok sonrası veya toparlanma döneminde ortaya çıkarlar (Çelebi, 2021). Hepatit gibi uzun kuluçka süresine sahip bazı hastalıklar çok daha sonra ortaya çıkabilir (Viswanathan ve ark., 2021).

3.1. Su ve Gıda Kaynaklı Enfeksiyonlar

Su kaynaklı hastalıklar, afet sonrası dönemde en sık bildirilen enfeksiyon grubudur. Avrupa'da gerçekleştirilen sistematik derleme çalışmalarında, afet bölgelerinde bildirilen salgınların büyük bölümünün gıda ve su kaynaklı hastalıklarla ilişkili olduğu gösterilmiştir; bu salgınlarda en sık bildirilen etken de aşırı yağışların yüzey sularını kirletmesi olarak belirlenmiştir (Brown ve ark., 2020).

Su kaynaklı en yaygın enfeksiyon türü ishaldir. İshalin diğer bulaşma yolları arasında gıda, hava, vektör ve kemirgen kaynaklı enfeksiyonlar bulunur (Waring ve Brown, 2005). Bakteriler en yaygın patojenlerdir ve *Vibrio cholerae*, tifo dışı *Salmonella* ve *Leptospira* sp. gibi birçok bakteriyi etkenler arasında yer alır. *Vibrio cholerae*, afet dönemlerinin adeta simgesi haline gelmiştir. 2022 Pakistan

sellerinin ardından kolera, kriptosporidioz, tifoid ve paratifoid ateşi eş zamanlı olarak ortaya çıkmış; bu durum, çökmüş sağlık sistemiyle mücadele eden yetkilileri ağır bir epidemiyolojik baskıyla karşı karşıya bırakmıştır (Ahmad ve ark, 2024). Enfeksiyonlar ayrıca, hepatit A ve E virüslerinin neden olduğu viral hepatit ve sıtma (*Plasmodium* sp.) ve leishmaniasis (*Leishmania donovani*) gibi parazitik enfeksiyonlar da dahil olmak üzere diğer mikroorganizma türlerinden de kaynaklanabilir. Ayrıca hepatit A ve E virüsleri, özellikle mülteci kamplarında ve geçici yerleşim birimlerinde önemli bir yük oluşturmaktadır (Waring & Brown, 2005). Nadir olmakla birlikte, *Apophysomyces* sp.'nin neden olduğu yara enfeksiyonları gibi mantar enfeksiyonları da bildirilmiştir (Neblett Fanfair ve ark., 2012).

3.2. Solunum Yolu Enfeksiyonları

Akut solunum yolu enfeksiyonları, afet sonrası dönemin ikinci büyük enfeksiyon grubunu oluşturur. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri değerlendirildiğinde, kış mevsiminin getirdiği soğuk hava koşulları, kalabalık barınma ortamları ve temel sağlık hizmetlerindeki aksaklıkların bir araya gelmesiyle influenza, SARS-CoV-2 ve streptokok enfeksiyonları başta olmak üzere akut solunum yolu enfeksiyonlarının ve kızamığın görülme olasılığının yüksek olduğu vurgulanmıştır (TTB, 2023).

Tüberküloz, afet ortamlarında kronik ancak sinsi bir tehdit oluşturmaktadır. Tedavinin kesilmesi, ilaç tedarik zincirinin bozulması ve kalabalık yaşam koşulları; hem aktif hastalığın yeniden alevlenmesine hem de dirençli suşların yayılmasına zemin hazırlar (Şenoğlu ve Sürücüoğlu, 2024).

3.3. Vektör Kaynaklı Enfeksiyonlar

Vektör kaynaklı enfeksiyonlar, özellikle atmosferik afetlerin ardından belirgin biçimde artış göstermektedir. Sıtma, dang humması, sarı humma, zika virüsü, Batı Nil ensefaliti ve Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi, doğal afetlerle ilişkili en sık bildirilen vektör kaynaklı hastalıklar arasında yer almaktadır (Doğruel ve Ak, 2020). 30 çalışmayı kapsayan geniş bir derleme; sellerin, kasırgaların, tsunamilerin ve kuraklıkların vektör kaynaklı hastalıklarla ilişkili en yaygın afet tipleri olduğunu ortaya koymuş; bu çalışmalar içinde sıtma 16 bildirimle, dang humması ise 11 bildirimle öne çıkmıştır (Georgetown Medical Review, 2022).

Sellerin ardından oluşan su birikintileri, Anopheles ve Aedes türü sivrisineklerin üreme alanı haline gelir. Bu nedenle afet bölgelerinde vektör yoğunluğu takibi, enfeksiyon sürveyansının ayrılmaz bir parçası olmalıdır.

3.4. Yara ve Yumuşak Doku Enfeksiyonları

Depremlerde enkaz altında kalan ya da fiziksel travma yaşayan bireylerde ilk günlerde deri ve yumuşak doku enfeksiyonları ön plana çıkar. Kirli toprak ve moloz kalıntıları, *Clostridium perfringens*, *Acinetobacter baumannii* ve çeşitli Gram-negatif basillerin inokulasyonuna yol açar. Tetanoz, aşı durumu yetersiz bireylerde ciddi bir risk oluşturmaya devam etmektedir.

Özellikle dikkat çekici olan başlıca tablo, deri ve yumuşak dokunun fungal bir enfeksiyonu olan mukormikoz (geçmişte zikomikoz olarak adlandırılan) vakalarının deprem ve kasırga sonrasında artış göstermesidir. Bu durum, zemin mayası ya da çürüyen organik materyalle temas eden çeşitli *Mucorales* türlerinden kaynaklanmaktadır (Waring ve Brown, 2005).

3.5. Temas Yoluyla Bulaşan Enfeksiyonlar

Uyuz (*Sarcoptes scabiei*), bit, mantar enfeksiyonları ve bulaşıcı konjonktivit; kişisel hijyenin sağlanmasının güçleştiği ortamlarda hızla yayılır. 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında afet bölgelerinde uyuz tedavisi için ilaç dağıtımı yapılması ve bu konuda özel broşürler hazırlanması, temas kaynaklı enfeksiyonların pratik önemini somut biçimde ortaya koymaktadır (Tunalı ve ark., 2023).

4. Mikrobiyolojik Tanı ve Saha Laboratuvar Yaklaşımları

Afet ortamlarında mikrobiyolojik tanı, hem teknik hem de lojistik açıdan son derece zorlu koşullarda yürütülmek durumundadır. Elektrik kesintileri, soğuk zincirinin bozulması, nitelikli personel eksikliği ve ulaşım güçlükleri; standart laboratuvar süreçlerini işlemez hale getirebilmektedir. Bu nedenle afet mikrobiyolojisinde saha uyumlu, hızlı sonuç veren ve minimum altyapıya ihtiyaç duyan yöntemlere öncelik tanınması kaçınılmaz bir gerekliliktir.

'Afet mikrobiyolojisi' kavramı giderek bağımsız bir çalışma alanı olarak tanınmaktadır. Afetlerin yalnızca toplumsal ve fiziksel tahribat yaratmakla kalmayıp, etkilenen bölgedeki mikrobiyal popülasyonu da köklü biçimde dönüştürdüğü bilinmektedir. Bu dönüşüm; patojen çeşitliliğinin artması, fırsatçı mikroorganizmaların ortaya çıkması ve antimikrobiyal direnç profillerinin hızla değişmesi şeklinde kendini gösterir. Dolayısıyla afet ortamında mikrobiyolojik tanı, yalnızca bireysel hasta bakımına değil, salgın önleme ve kamu sağlığı yönetimine de doğrudan katkı sağlayan stratejik bir bileşen konumundadır (Hartmann ve ark., 2022).

İyi işleyen bir afet tanı sisteminin üç temel özelliği bulunmalıdır: Hız, alan uyumluluğu ve entegrasyon. Hız, tedavinin gecikmeden başlatılmasını ve izolasyon kararlarının zamanında alınmasını sağlar. Alan uyumluluğu,

elektrik bağımsızlığı, sağlam yapısı ve basit kullanım prosedürü anlamına gelir. Entegrasyon ise tanı sonuçlarının sürveyans veri tabanlarına ve tedavi protokollerine sorunsuz biçimde aktarılması anlamını taşır. Bu üç boyutu bir arada karşılamak, afet koşullarında tanınal altyapının en büyük zorluğunu oluşturmaktadır (Roup ve Kelley, 2020).

4.1. Hızlı Antijen Testleri ve Alanda Tanı

Noktada tanı (point-of-care, POC) testleri, laboratuvar altyapısı bulunmayan ya da ciddi biçimde hasar görmüş afet bölgelerinde birincil tanı aracı işlevi üstlenmektedir. Sıtma hızlı antijen testleri, kolera hızlı tanı kitleri ve influenza hızlı antijen testleri; laboratuvar altyapısı olmaksızın sahada uygulanabilecek tanı araçlarının başında gelmektedir. Bu testler, özellikle salgın dönemlerinin erken döneminde vaka sınıflandırması ve hızlı müdahale için kritik öneme sahiptir. Duyarlılık ve özgüllükleri standart yöntemlerden düşük olsa da afet ortamında sağladıkları operasyonel hız büyük avantaj sunar. Bu testler genellikle soğuk zincir gerektirmez, eğitimsiz personel tarafından da uygulanabilir ve sonuçları 15-30 dakika içinde verir (Zaidi ve ark., 2025).

POC testlerinin duyarlılık ve özgüllükleri standart yöntemlere kıyasla sınırlı olsa da afet ortamında sağladıkları hız ve erişilebilirlik klinik karar almayı belirleyici ölçüde desteklemektedir. Söz konusu testler, özellikle salgın erken uyarısı ve toplu vaka sınıflandırması (triage) açısından kritik bir rol üstlenmektedir. 2025 Pakistan selleri bağlamında hazırlanan bir kılavuz, kolera, dang, sıtma ve tifo gibi patojenler için hızlı multipleks testlerin toplum düzeyindeki sentinel noktalara yerleştirilmesini önererek afet sürveyansında POC testlerin merkezi konumunu bir kez daha pekiştirmiştir (Zaidi ve ark., 2025).

POC test stratejisinin etkinliği, kullanılan kitlerin sahaya çıkarılmadan önce doğrulanmış olmasına ve yanlış pozitif/negatif sonuçların yönetimine ilişkin protokollerin hazırlanmış bulunmasına bağlıdır. Aksi takdirde hem gereksiz tedavi yükü hem de gerçek olguların gözden kaçırılması söz konusu olabilmektedir.

4.2. Moleküler Yöntemler ve Taşınabilir PCR Sistemleri

Taşınabilir PCR cihazları ve loop-mediated isothermal amplification (LAMP) yöntemi gibi izotermal nükleik asit amplifikasyon teknikleri, afet bölgelerinde moleküler tanıyı mümkün kılmaktadır. Bu sistemler, özellikle salgın etkeninin kesin olarak belirlenmesi ve antimikrobiyal direnç profilinin değerlendirilmesi için vazgeçilmez araçlardır. Afet bölgesinden gelen örnek

alımı, uygun taşıma ortamı ve soğuk zincir konusunda saha ekiplerinin önceden eğitilmiş olması büyük önem taşır.

4.3. Kültür ve Duyarlılık Testleri

Mikrobiyolojik kültür, referans düzeyinde etken tanımı ve antimikrobiyal duyarlılık testi için altın standart olmayı sürdürmektedir. Ancak afet koşullarında bu testlerin bölgesel halk sağlığı laboratuvarlarında yürütülmesi ve sonuçların sahaya zamanında iletilmesi için sağlam bir koordinasyon zincirinin kurulmuş olması gerekmektedir. Deprem bölgelerinde epidemiyolojik süveyansın işlevsel kılınması, adeta bir 'beyin' gibi çalışan merkezi bir koordinasyon yapısını zorunlu kılmaktadır (TTB, 2017).

Taşınabilir PCR cihazları ve loop-mediated isothermal amplification (LAMP) gibi izotermal nükleik asit amplifikasyon teknikleri, afet bölgelerinde moleküler tanıya kapı aralamaktadır. LAMP yöntemi; sabit sıcaklıkta (60-65°C) çalışması, termal döngü cihazı gerektirmemesi ve görsel renk değişimiyle sonuç vermesi nedeniyle düşük kaynaklı ortamlara son derece uygun bir alternatif sunmaktadır (Alhamid ve ark., 2023).

Bu alanda yapılan çalışmalar, LAMP bazlı POC platformlarının hem duyarlılık hem de özgüllük açısından geleneksel gerçek zamanlı RT-PCR ile karşılaştırılabilir performans sergilediğini ortaya koymaktadır. Örneğin, 2022-2023 yılları arasında COVID-19 acil vakalarında LAMP tabanlı ID NOW testinin, gerçek zamanlı RT-PCR pozitif örneklerin büyük bölümünü başarıyla saptadığı gösterilmiştir (Saluja ve ark., 2023). Benzer şekilde, Dragonfly adıyla geliştirilen taşınabilir moleküler tanı platformu; elektrik bağımsız nükleik asit ekstraksiyonunu liyofilize kolometrik LAMP kimyasıyla birleştirerek düşük ve yüksek kaynaklı ortamlar için mpox tanısında %94 duyarlılık ve %100 özgüllük elde etmiştir (Cavuto ve ark., 2025).

2015 Nepal depreminin ardından kurulan İsrail Savunma Kuvvetleri saha hastanesi bu bağlamda dikkat çekici bir örnek sunmaktadır. Mikrobiyoloji kapasitesiyle donatılmış bu saha hastanesinde, 56 deprem mağdurundan toplam 82 klinik patojen izole edilmiş; izolasyonların %68'inin Gram-negatif basiller olduğu saptanmıştır. Bunların arasında MRSA, *Pseudomonas aeruginosa* ve GSBL üreten Gram-negatif bakteriler gibi çok ilaca dirençli (ÇİD) mikroorganizmalar da yer almakta olup bu bulgular, afet hastalarında antimikrobiyal direnç profilinin ciddiyetini somut biçimde ortaya koymaktadır (Schwartz ve ark., 2020).

Öte yandan Türkiye ve Suriye'de 6 Şubat 2023 depremlerinin hemen ardından yürütülen çalışmalar, yaralı hastalarda *Acinetobacter baumannii* ve diğer çok ilaca dirençli patojenlerin önemli bir sorun oluşturduğunu göstermiştir. Bu

durum, etkin saha laboratuvar kapasitesinin bir an önce devreye alınmasını, aktif mikrobiyolojik sürveyansın ve antimikrobiyal yönetim programlarının uygulanmasını acil bir öncelik haline getirmiştir (Haraoui ve Valiquette, 2023).

Deprem bölgelerinde epidemiyolojik sürveyansın işlevsel kılınması adeta bir 'beyin' gibi çalışan merkezi bir koordinasyon yapısını zorunlu kılmakta; bu yapı olmaksızın hem tanı hem de tedavi kararları bütüncül bir temelden yoksun kalmaktadır (TTB, 2017).

Kültür kapasitesinin saha koşullarında kurulmasında telemikrobiyoloji yaklaşımı yenilikçi bir alternatif sunmaktadır. Bu yöntemde mikroskopi görüntüleri ve kültür sonuçları, güvenli dijital platformlar aracılığıyla uzaktaki referans laboratuvarlara iletilerek uzman yorumlaması gerçek zamanlı olarak sağlanabilmektedir. Kuzey Suriye'de sosyal çalkantı ortamında hayata geçirilen bir telemikrobiyoloji uygulaması, yerel laboratuvar ekiplerine hızlı ve etkin bir biçimde destek sağlamıştır (Haraoui ve Valiquette, 2023).

Afet bölgelerinde moleküler tanının yaygınlaşması, birkaç pratik zorlukla sınırlı kalmaya devam etmektedir: reaktif stabilitesi, numune taşıma zinciri ve teknik personel ihtiyacı. Bu kısıtlamaların aşılmasında liyofilize reaktiflerin kullanımı ve 'ham örnekten yanıt' (raw-sample-in answer-out) konseptiyle tasarlanan entegre sistemler belirleyici bir rol oynamaktadır. Antimikrobiyal direncin belirlenmesi açısından ise sahaya uyarlanmış genotipik direnç gen tarama panelleri, kültür temelli duyarlılık testlerini tamamlayan önemli bir araç olarak giderek daha fazla ilgi görmektedir.

4.4. Antimikrobiyal Direnç Takibi ve Laboratuvar Entegrasyonu

Afet ortamları, antimikrobiyal direnç (AMR) açısından son derece elverişsiz koşullar yaratır. Antibiyotiklerin kontrolsüz kullanımı, tedavilerin yarıda kesilmesi, yetersiz sterilizasyon imkânları ve kirlenmiş çevrenin direnç genlerini taşıyan mikroorganizmalarla dolu olması; direncin hızla seçilmesini ve yayılmasını kolaylaştırmaktadır. 2024'te Güney Brezilya'da yaşanan büyük sel felaketinin ardından gerçekleştirilen bir çalışma, taşkın sularında Enterobacteriaceae üyeleri ve karbapenemaz genlerinin varlığını doğrulayarak AMR'nin yalnızca bir klinik değil aynı zamanda çevresel bir tehdit olduğunu vurgulamıştır (Santos ve ark., 2025).

Klinik mikrobiyoloji laboratuvarı, afet ortamında da antimikrobiyal yönetim programının işlevsel merkezi olmayı sürdürmelidir. Hızlı organizmaların tanımlanması ve duyarlılık testi sonuçlarının sahaya iletilmesi, ampirik antibiyotik seçimini iyileştirerek gereksiz geniş spektrum kullanımını azaltır. Bu süreçte MALDI-TOF MS, gerçek zamanlı PCR ve tüm genom dizileme

gibi ileri tanı araçlarının da referans laboratuvar düzeyinde entegre edilmesi, direnç profillerinin zamanında belirlenmesine katkı sağlar.

4.5. Çevresel Örnekleme ve Su Kalitesi İzleme

Su kaynaklı salgınların önlenmesinde çevresel mikrobiyoloji vazgeçilmez bir rol üstlenmektedir. 2023 Kahramanmaraş depremi sonrasında uygulanan yaklaşım, bu açıdan önemli bir örnek teşkil etmektedir. Afet bölgesinde 8.379 noktada bakiye klor ölçümü yapılmış, halk sağlığı laboratuvarlarında 2.632 su örneği analiz edilmiştir; bu örneklerin yalnızca %77'si mikrobiyolojik açıdan uygun bulunmuştur (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2023). Bu oran, afet bölgelerinde içme suyu izlemesinin ne denli kritik olduğunu çarpıcı biçimde gözler önüne sermektedir.

Çevresel örnekleme protokolü; fekal gösterge mikroorganizmaların (*E. coli*, toplam koliform), patojen bakterilerin (*Vibrio cholerae*, *Salmonella* spp.), su kaynaklı parazitlerin (*Cryptosporidium*, *Giardia*) ve virüslerin (norovirüs, hepatit A) aranmasını içermelidir. Öte yandan sel sularındaki leptospira varlığının saptanması da özellikle yaralanmaya maruz kalan kurtarma ekipleri açısından büyük önem taşımaktadır. Çevresel sürveyans verileri, klinik salgın bildirimleriyle bütünleştirildiğinde bulaşma kaynağının çok daha hızlı ve güvenilir biçimde belirlenebilmesine olanak tanır (Watson ve ark., 2007).

Su analizi için kullanılan membran filtrasyon yöntemi, minimal altyapıyla sahada uygulanabilmektedir. Bu yöntemin taşınabilir inkübatörlerle birlikte kullanılması, yeterli büyük sağlık merkezlerinin bulunmadığı afet bölgelerinde bile kültür temelli su kalitesi değerlendirmesini mümkün kılmaktadır. Dijital PCR ve hızlı çevresel DNA (eDNA) yöntemlerinin gelişimi ise çevresel mikrobiyolojide yeni ve umut verici kapılar aralamaktadır (American Public Health Association [APHA], American Water Works Association [AWWA] ve Water Environment Federation [WEF], 2017).

5. Epidemiyolojik Sürveyans: Afet Koşullarında Erken Uyarı

Epidemiyolojik sürveyans, afet sonrası enfeksiyon yönetiminin temel taşıdır. Etkin bir sürveyans sistemi olmaksızın, salgınları öngörmek, kaynağını saptamak ve müdahaleyi doğru biçimde yönlendirmek güçleşir.

5.1. Sürveyansın Temel Bileşenleri

Afet bölgelerinde işlevsel bir sürveyans sisteminin birkaç temel unsuru bulunmaktadır: Tanımlama, bildirim, doğrulama, analiz ve yanıt. Bu süreçlerin hızla devreye alınabilmesi için afet öncesinde hazırlık planlarının yapılmış olması ve sağlık bilgi akışının kesintisiz sürdürülmesi büyük önem taşımaktadır.

Sürveyans, hastalık yükünü değerlendirmede kişi, yer ve zaman eksenlerini bir arada ele alır (Arda, 2009).

Nüfus hareketleri, bölgeye daha önce maruz kalınmamış enfeksiyon ajanlarının girişini ve toplumun bağışıklık düzeyinin düşmesini beraberinde getirebileceğinden, bölge dışı kaynaklı salgınların saptanması için güçlü bir epidemiyolojik sürveyans yürütülmesi gerekmektedir (TTB, 2017).

5.2. Dijital ve Akıllı Sürveyans Sistemleri

Modern afet sürveyansı; mobil uygulamalar, coğrafi bilgi sistemleri ve gerçek zamanlı veri aktarım platformlarıyla desteklenmektedir. Bu araçlar, vaka kümelerinin hızla tespit edilmesini ve müdahale ekiplerinin afet bölgesinde doğru koordinasyonla yönlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Türkiye’de 2023 depremi döneminde kullanılan İZCİ (İzleme, Çevre ve Kontrol İnfomasyon) sistemi, enfeksiyon sürveyansının dijital altyapıyla desteklenmesinin somut bir örneği olarak değerlendirilebilir (T.C.Sağlık Bakanlığı, 2023).

5.3. Uluslararası İşbirliği ve Raporlama

Afet bölgelerindeki salgın riskleri, ulusal sınırları aşan bir kamu sağlığı meselesi haline gelebilir. WHO, ECDC ve diğer uluslararası sağlık kuruluşları, salgın bildirimini standart bir biçimde yapılmasını ve uluslararası teknik desteğin koordinasyonunu üstlenir. Uluslararası Sağlık Tüzüğü (IHR 2005) çerçevesinde hükümetlerin bildirme yükümlülükleri, bu koordinasyonun yasal çerçevesini oluşturmaktadır.

6. Enfeksiyon Kontrolüne Yönelik Mikrobiyolojik Müdahaleler

Afet dönemlerinde enfeksiyon kontrolü, hem bireysel hem de toplumsal ölçekte birbiriyle uyumlu müdahalelerin eş zamanlı yürütülmesini gerektiren çok katmanlı bir süreçtir.

6.1. Su Güvenliği ve Sanitasyon

Su kaynaklı enfeksiyonların önlenmesinde en etkili müdahale, içme suyunun güvenli hale getirilmesidir. Klorlama, kaynatma ve UV bazlı arıtma sistemleri bu amaçla kullanılan başlıca yöntemlerdir. Afet bölgelerinde dağıtılan su miktarının yanı sıra kalitesinin de sürekli izlenmesi, bakiye klor ölçümleri ve mikrobiyolojik analizlerle desteklenmelidir. Açık alanlar için saha tipi tuvalet ve el yıkama istasyonlarının kurulması, dışkı-ağız bulaşma döngüsünü kırmada kritik bir öneme sahiptir.

6.2. Vektör Kontrolü

Vektör kaynaklı hastalıkların önlenmesinde çevre düzenlemesi ve kimyasal mücadele birlikte uygulanmalıdır. Su birikintilerinin giderilmesi, larvasit uygulamaları, sivrisinek kovalayıcı kullanımı ve kişisel koruyucu ekipman (sinek ağı, uzun kollu giysiler) afet bölgelerinde standart protokollerin parçası olmalıdır. Vektör ve patojen aktivitesinin ekosistemde düzenli olarak izlenmesi, riski azaltmak için yeterli zamanda müdahaleye olanak tanır (Doğruel ve Ak, 2020).

6.3. Aşılama Kampanyaları

Afet bölgelerinde rutin aşı programlarının aksamaması ve gerektiğinde acil toplu aşılama kampanyalarının organize edilmesi büyük önem taşır. Kolerayı önlemeye yönelik oral kolera aşısı (OCV), kızamık aşısı ve tetanoz toksoid uygulamaları, afet sonrası dönemde öncelikli aşılama müdahaleleri arasında yer almaktadır. Mevcut aşı örtüsünün korunması, salgın önlenmesinde kilit bir unsur olmayı sürdürmektedir (Kartal, 2010).

6.4. İzolasyon ve Enfeksiyon Kontrol Önlemleri

Yüksek bulaşıcılık potansiyeline sahip vakaların (örn. kolera, dizanteri, kızamık) belirlenmesi ve gerektiğinde izole edilmesi, toplu salgınları önlemenin temel adımlarından biridir. Sağlık çalışanları için kişisel koruyucu ekipman kullanımı, el hijyeni protokolleri ve tıbbi atıkların güvenli bertarafı, afet koşullarında enfeksiyon kontrolünün vazgeçilmez bileşenleridir (Esen, 2010; Yılmaz, 2008).

6.5. Antimikrobiyal Yönetim

Afet ortamlarında antibiyotiklerin kontrolsüz kullanımı, antimikrobiyal direncin hızla gelişmesi ve yayılmasına zemin hazırlar. Bu nedenle afet dönemlerinde de antimikrobiyal yönetim programlarının sürdürülmesi ve saha ekiplerinin bu konuda bilinçlendirilmesi kritik önem taşımaktadır. Saha koşullarında gerçekleştirilen mikrobiyolojik tanı, ampirik tedavi kararlarını destekleyerek gereksiz geniş spektrumlu antibiyotik kullanımını azaltır.

7. Özel Afet Senaryolarında Enfeksiyon Yönetimi

7.1. Deprem Sonrası

Deprem sonrasında enfeksiyonlar belirli bir zaman çizelgesi izleme eğilimindedir: İlk günlerde yaralanmaya bağlı deri ve yumuşak doku enfeksiyonları, birkaç gün içinde ise solunum yolu, su ve gıda kaynaklı

enfeksiyonlar, vektör kaynaklı enfeksiyonlar ve yara enfeksiyonları sahneye çıkar (Çalışkan ve Özcebe, 2020). Enkaz altından kurtarılan bireylerde crush sendromuna eşlik edebilen anaerobik deri ve kas enfeksiyonlarına dikkat edilmelidir. Deprem sonrası enfeksiyonlar, sıklıkla ikinci haftadan itibaren belirginleşmeye başlamaktadır. İlk iki hafta içinde acil kurtarma operasyonlarının hemen ardından seyyar laboratuvarların kurulması ve eğitilmiş sağlık personelinin yönlendirilmesi son derece önemlidir (Timurkaynak, 2023).

7.2. Sel ve Taşkın Sonrası

Taşkınlar, hem su kaynaklı hem de vektör kaynaklı hastalıklar açısından en yüksek enfeksiyon riskini taşıyan afet tipidir. Leptospiroz, kirlenmiş su veya ıslak toprakla temas yoluyla, özellikle gıda alanında çalışanlar ve kurtarma ekiplerinde ciddi hastalığa yol açabilir. 2011'de Marsilya'da yaşanan sel ve grev olayları sırasında leptospiroz salgını belgelenmiştir (Socolovschi ve ark., 2011, aktaran: Davoudi-Monfared ve ark., 2023). Su kaynaklı cryptosporidium ve giardia, halk sağlığı surveyansında ihmal edilmemesi gereken patojenler arasında yer almaktadır.

7.3. Çatışma ve İnsani Kriz Ortamları

Çatışma bölgelerinde kalabalık, sanitasyonsuz ve uzun süreli yer değiştirme koşulları; hem enfeksiyonların ortaya çıkmasına hem de antimikrobiyal direnç profillerinin dönüşmesine yol açar. Nitekim savaş kaynaklı afetlerde ortaya çıkan ve yeniden ortaya çıkan enfeksiyon hastalıklarının kapsamlı bir şekilde dokümanite edildiği görülmektedir (Davoudi-Monfared ve ark., 2023). Bu ortamlarda sağlık personelinin güvenliği ve sağlık tesislerine ulaşımın sağlanması, mikrobiyolojik müdahalelerin etkinliği açısından temel belirleyici faktörlerdir.

Sonuç

Afetler, toplumların en savunmasız olduğu anlarda mikrobiyolojik tehditleri harekete geçiren karmaşık olaylardır. Enfeksiyon riskini artıran etkenler çok boyutludur ve aynı anda çalışmaktadır: Altyapı çöküşü, nüfus hareketleri, bağışıklık zafiyeti ve değişen vektör ekolojisi bir araya gelerek ciddi salgın potansiyeli oluşturmaktadır.

Bununla birlikte, bu tehditlere karşı çok da çaresiz değiliz. Afet öncesi hazırlık, erken ve işlevsel bir surveyans sistemi, hızlı mikrobiyolojik tanı, kanıta dayalı enfeksiyon kontrol protokolleri ve çok sektörlü koordinasyon; salgın riskini belirgin biçimde azaltabilmektedir. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş

depremleri ve 2022 Pakistan selleri, bu hazırlığın ne denli hayati olduğunu bir kez daha gözler önüne sermiştir.

Mikrobiyoloji biliminin, afet tıbbıyla entegrasyonu; hem akademik araştırma hem de saha uygulamaları açısından güçlendirilmesi gereken bir alan olmaya devam etmektedir. Taşınabilir tanı teknolojilerinin gelişimi, dijital sürveyans platformlarının yaygınlaşması ve uluslararası iş birliği mekanizmalarının olgunlaşması; bu entegrasyonu her geçen gün daha etkin bir zemine oturtmaktadır.

Kaynakça

- Ahmad, F., Khan, S., Ali, S., & Rahman, Z. U. (2024). Disaster after disaster: The outbreak of infectious diseases following the 2022 Pakistan floods. *Annals of Medicine and Surgery*, 79, 104047. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000001609>
- American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). APHA.
- Arda, B. (2009). Enfeksiyon hastalıklarına giriş [Ders notları]. Ege Üniversitesi Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı.
- Bayraktar Saral, Ö. (2025). Sel felaketinden sonra üç leptospiroz olgusu. *FLO-RA İnfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji Dergisi*, 30(4), 523–529. doi:10.5578/flora.2025041365.
- Brown, L. M., Murray, V., & Spiteri, G. (2020). Natural disasters and infectious disease in Europe: A literature review to identify cascading risk pathways. *European Journal of Public Health*, 30(5), 843–849. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckaa128>
- Bulut, M., Fedakar, R., Akkose, S., Akgoz, S., Ozguc, H., & Tokyay, R. (2005). Medical experience of a university hospital in Turkey after the 1999 Marmara earthquake. *Emergency Medicine Journal*, 22(7), 494–498. doi:10.1136/emj.2004.016295
- Çalışkan, C., & Özcebe, H. (2020). Afetlerde enfeksiyon kontrol önlemleri. *Uluslararası Modern Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(1), 12–19.
- Çelebi, G. (2021). Afetlerde vektör kaynaklı bakteriyel ve viral enfeksiyon hastalıkları. In Ş. Köse (Ed.), *Afetler ve Enfeksiyonlar* (1st ed., pp. 95–98). Ankara: Türkiye Klinikleri.
- Davoudi-Monfared, E., Raoufi, M., & Mousavi Nasab, N. (2023). Impact of wars and natural disasters on emerging and re-emerging infectious diseases. *Frontiers in Public Health*, 11, 1215929. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1215929>
- Doğruel, H. İ., ve Ak, Ö. (2020). Afetlerde vektör kaynaklı bakteriyel ve viral enfeksiyon hastalıkları. *Türkiye Klinikleri Dergisi*, 13(Ek 1), 41–46.
- Esen, Ş. (2010). İzolasyon önlemleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Infectious Diseases – Special Topics*, 3, 62–66.
- Georgetown Medical Review. (2022). Outbreaks of vector-borne infectious disease following a natural disaster. *Georgetown Medical Review*, 6(1). <https://doi.org/10.52504/001c.38768>
- Haraoui, L.-P., & Valiquette, L. (2023). Antimicrobial-resistant infections after Turkey/Syria earthquakes, 2023. *Emerging Infectious Diseases*, 29(6), 1264–1266. <https://doi.org/10.3201/eid2906.230316>

- Hartmann, E. M., Hickey, R., Hsu, T., Souza, C. P., & Methé, B. A. (2022). Disaster microbiology—a new field of study. *mBio*, 13(4), e01680-22. <https://doi.org/10.1128/mbio.01680-22>
- Hiransuthikul, N., Tantisiriwat, W., Lertutsahakul, K., Vibhagool, A., & Bonoma, P. (2005). Skin and soft-tissue infections among tsunami survivors in southern Thailand. *Clinical Infectious Diseases*, 41(10), E93–E96. doi:10.1086/497372.
- Kartal, E. D. (2010). Sağlık personelinde aşılama ve kemoprofilaksi. *Türkiye Klinikleri Journal of Infectious Diseases – Special Topics*, 3, 54–61.
- Kazancıoğlu, R., Cagatay, A., Calangu, S., Korular, D., Türkmen, A., Aysuna, N., ... Sever, M. S. (2002). The characteristics of infections in crush syndrome. *Clinical Microbiology and Infection*, 8(4), 202–206. doi:10.1046/j.1469-0691.2002.00371.x
- Kılıç, S. (2017). Afetlerde bulaşıcı hastalıklar ve salgınlar. Ortadoğu Afet ve Hastane Öncesi Yönetim Kongresi, İstanbul.
- Kobziar, L. N., Pingree, M. R. A., Larson, H., Dreaden, T. J., Green, S., & Smith, J. A. (2018). Pyroaerobiology: the aerosolization and transport of viable microbial life by wildland fire. *Ecosphere*, 9(11), e02507. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2507>
- Kobziar, L. N., & Thompson, G. R. (2020). Wildfire smoke, a potential infectious agent. *Science*, 370(6518), 1408–1410. <https://doi.org/10.1126/science.abe8116>
- Linscott, A. J. (2007, April 15). Natural disasters — a microbe’s paradise. *Clinical Microbiology Newsletter*, 29(8), 57–62.
- Millie, M., Senkowski, C., Stuart, L., Davis, F., Ochsner, G., & Boyd, C. (2000). Tornado disaster in rural Georgia: Triage response, injury patterns, lessons learned. *The American Surgeon*, 66(3), 223–228.
- Neblett Fanfair, R., Benedict, K., Bos, J., Bennett, S. D., Lo, Y.-C., Adebajo, T., Etienne, K., Deak, E., Derado, G., Shieh, W.-J., Drew, C., Zaki, S., Sugerman, D., & the Joplin Mucormycosis Study Group. (2012). Necrotizing cutaneous mucormycosis after a tornado in Joplin, Missouri, in 2011. *The New England Journal of Medicine*, 367(23), 2214–2225. <https://doi.org/10.1056/NEJMoal204781>
- Öztürk, C. E., Şahin, İ., Yavuz, T., Öztürk, A., Akgünoğlu, M., & Kaya, D. (2004). Intestinal parasitic infection in children in post-disaster situations years after earthquake. *Pediatrics International*, 46(6), 656–662. doi:10.1111/j.1442-200X.2004.01982.x
- Roup, B. J., & Kelley, D. A. (2020). Implementing basic infection control practices in disaster situations. *Military Medicine*, 185(Suppl 1), 394–397. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz232>

- Santos, A. R., Lima, M. F., & Rodrigues, M. V. (2025). Bacteria that made history: Detection of Enterobacteriaceae and carbapenemases in the waters of southern Brazil's largest flood. *PLoS ONE*, 20(1), e0316204.
- Schneider, E., Hajjeh, R. A., Spiegel, R. A., Jibson, R. W., Harp, E. L., Marshall, G. A., ... Werner, S. B. (1997). A coccidioidomycosis outbreak following the Northridge, Calif, earthquake. *Journal of the American Medical Association*, 277(11), 904–908. <https://doi.org/10.1001/jama.1997.03540350054033>
- Schwartz, D., Levy, M., Riesenber, K., Saidel-Odes, L., & Bisharat, N. (2020). The spectrum of bacteria and mechanisms of resistance identified from the casualties treated in the Israeli field hospital after the earthquake in Nepal, 2015: A retrospective analysis. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 35, 101564. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101564>
- Şenoğlu, H., & Sürücüoğlu, S. (2024). Depremin tüberküloz epidemiyolojisi üzerine etkisi ve güncel tüberküloz verileri. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 54(3), 161–168. <https://doi.org/10.54453/TMCD.2024.17362>
- Tariq, S., Wang, J., Yazdi, M. D., Dearborn, D. G., Elliott, E. G., & Schwartz, J. D. (2023). Waterborne infectious diseases associated with exposure to tropical cyclonic storms, United States, 1996–2018. *Emerging Infectious Diseases*, 29(8), 1–10. <https://doi.org/10.3201/eid2908.221906>
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2023, 19 Şubat). *Sağlık Bakan Koca: Deprem bölgesinde bugüne kadar herhangi bir bulaşıcı hastalık salgını saptanmamıştır*. Anadolu Ajansı.
- Tunalı, V., Harman, M., & Özbilgin, A. (2023). Investigation of malaria, leishmaniasis, and scabies risk after earthquakes and recommendations for prevention. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 47(4), 249–255. <https://doi.org/10.4274/tpd.galenos.2023.26122>
- Turan Bayraktar, D. (2024). Afetlerde bulaşıcı hastalıklar ve enfeksiyon kontrol önlemleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 17(1), 18–30.
- Türk Tabipleri Birliği. (2017). Depremlerde sağlık hizmetleri. <https://www.ttb.org.tr>
- Türk Tabipleri Birliği. (2023, Şubat 8). 6 Şubat 2023 depremi bilgi notu – 8: Deprem sonrası ortaya çıkan bulaşıcı hastalıklar hakkında. https://www.ttb.org.tr/haber_goster.php?Guid=0ec14fe2-a9fb-11ed-b4b5-486b41055497
- Türk Tabipleri Birliği, (2004), Seller Ne Tür Sağlık Sorunlarına Yol Açabilir? Türk Tabipler Birliği Basın Açıklaması, Ağustos, <http://www.ttb.org.tr/data/haber/agustos04/seller.php>
- Tarsus Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi. (2023). Doğal afetler ve olağanüstü durumlarda görülen salgın hastalıkların yayılımı. *Dergi Parkı*. <https://dergipark.org.tr/pub/tauubf/issue/77001/1229314>
- Vahaboglu, H., Gundes, S., Karadenizli, A., Mutlu, B., Cetin, S., Kolayli, F., ... DüNDAR, V. (2000). Transient increase in diarrheal diseases after the

- devastating earthquake in Kocaeli, Turkey: Results of an infectious disease surveillance study. *Clinical Infectious Diseases*, 31(6), 1386–1389. doi:10.1086/317500.
- Viswanathan, R., Chakrabarty, A., & Basu, S. (2021). Active support after natural disasters: A review of a microbiologist's role. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 115(1), 110–116. <https://doi.org/10.1093/trstmh/traa099>
- Waring, S. C., & Brown, B. J. (2005). The threat of communicable diseases following natural disasters: A public health response. *Disaster Management & Response*, 3(2), 41–47.
- Watson, J. T., Gayer, M., & Connolly, M. A. (2007). Epidemics after natural disasters. *Emerging Infectious Diseases*, 13(1), 1–5. <https://doi.org/10.3201/eid1301.060779>
- World Health Organization. (2006). Communicable diseases following natural disasters: Risk assessment and priority interventions. WHO Press.
- Yılmaz, M. (2008). İzolasyon önlemleri ve çok ilaca dirençli bakteri enfeksiyonlarının önlenmesi ve kontrolü. *Hastane Enfeksiyonları: Korunma ve Kontrol Sempozyum Dizisi*, 60, 213–221.
- Zaidi, A. K. M., Ahmed, S., & Hussain, A. (2025). Hydrometeorological shocks to infectious-disease systems: Lessons from Pakistan's 2025 floods. *International Journal of Infectious Diseases*, 152, 107321.

