

Afetlerin Çevre Sağlığına Etkileri

Serkan Çelikgün¹

Özet

Afetler; su, hava, toprak ve ekosistemler üzerinde derin ve çok katmanlı etkiler oluşturarak halk sağlığını tehdit eden karmaşık süreçler olarak ele alınmaktadır. Bu etkiler; altyapı sistemlerinin fiziksel tahribatı ve su kaynaklarının kontaminasyonu gibi doğrudan mekanizmaların yanı sıra, çevresel bozulmaların tetiklediği bulaşıcı hastalık salgınları, vektör popülasyonlarındaki artış ve gıda güvenliği riskleri gibi dolaylı mekanizmalar aracılığıyla morbidite ve mortaliteyi artırmaktadır.

Afet sonrası dönemde su, sanitasyon ve hijyen (WASH) sistemlerinde meydana gelen kesintiler en kritik risklerden birini oluşturmaktadır. İçme suyu şebekelerinin fiziksel hasarı ve kanalizasyon sistemleriyle çapraz kontaminasyonu; kolera, tifo ve hepatit A gibi su kaynaklı enfeksiyonların yayılımına zemin hazırlamaktadır. Hava kalitesi ise yangınlar sonucu salınan partikül maddeler ile bina yıkımlarından kaynaklanan asbest ve kristal silika gibi tehlikeli lifler nedeniyle bozulmakta; bu durum akut solunum yolu irritasyonlarını, astım ve KOAH alevlenmelerini tetiklemektedir.

Toprak ve gıda güvenliği, endüstriyel hasarlar sonucu yayılan ağır metaller ve tarımsal sistemlerin tahribatıyla tehlikeye girmektedir. Kontrolsüz şekilde biriken tıbbi, enkaz ve tehlikeli kimyasal atıklar çevresel kontaminasyonu derinleştirirken, ekolojik dengenin bozulması sivrisinek ve kemirgen gibi vektör popülasyonlarını artırarak zoonotik hastalıkların yayılımını hızlandırmaktadır.

Habitat kaybı ve biyolojik çeşitlilikteki azalma, ekosistem hizmetlerini sekteye uğratarak toplumların çevresel direnç kapasitesini zayıflatmaktadır. Özellikle çocuklar, yaşlılar ve kronik hastalığı olan kırılgan gruplar bu süreçten orantısız şekilde etkilenmektedir. Sonuç olarak, afet yönetimi süreçlerinde çevre sağlığı perspektifi; yalnızca bir müdahale alanı olarak değil, risk azaltma ve dirençlilik stratejilerinin ayrılmaz bir bileşeni olarak “Tek Sağlık (One Health)” yaklaşımıyla bütüncül ve sistematik bir çerçevede yapılandırılmalıdır.

1 Dr. Öğretim Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Halk Sağlığı ABD,
email: celikgunserkan@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1825-3113

1. Giriş

Afetler, yalnızca ani ve yıkıcı olaylar olarak değerlendirilmemekte; aynı zamanda çevresel sistemler üzerinde derin ve çok katmanlı etkiler oluşturan karmaşık süreçler olarak ele alınmaktadır. Bu etkiler, çoğu zaman afetin gerçekleştiği an ile sınırlı kalmayıp kısa, orta ve uzun vadede çevre sağlığı üzerinde önemli olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Özellikle su, hava, toprak ve ekosistem gibi temel çevresel bileşenlerde meydana gelen bozulmalar, afet sonrası dönemde halk sağlığı açısından ciddi risklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (United Nations Office for Disaster Risk Reduction [UNDRR], 2022; World Health Organization [WHO], 2023).

Afetlerin çevre sağlığı üzerindeki etkileri, doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki temel mekanizma üzerinden gelişmektedir. Doğrudan etkiler; altyapı sistemlerinin hasar görmesi, su kaynaklarının kirlenmesi, hava kalitesinin bozulması ve yaşam alanlarının tahrip olması gibi fiziksel değişiklikleri içermektedir. Dolaylı etkiler ise bu çevresel bozulmaların tetiklediği ikincil sağlık sorunları ile ilişkilidir. Özellikle bulaşıcı hastalıkların yayılımı, vektör popülasyonlarında artış, gıda güvenliği sorunları ve kimyasal maruziyetler bu dolaylı etkiler arasında yer almaktadır (United Nations Environment Programme [UNEP], 2022; WHO, 2023).

Afetlerin çevre sağlığı üzerindeki etkilerinin şiddeti, yalnızca afetin büyüklüğüne bağlı olmayıp; aynı zamanda toplumların çevresel altyapı düzeyi, sosyoekonomik koşulları ve hazırlık kapasitesi ile yakından ilişkilidir. Hızlı ve plansız kentleşme, yetersiz altyapı sistemleri, iklim değişikliği ve çevresel bozulma gibi faktörler, afetlerin çevre üzerindeki etkilerini daha karmaşık ve yıkıcı hale getirmektedir. Bu durum, özellikle kırılgan grupların (çocuklar, yaşlılar, kronik hastalığı olanlar ve sosyoekonomik durumu düşük olanlar) afetlerden daha fazla etkilenmesine yol açmaktadır (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023; Wisner et al., 2022).

Afet sonrası çevresel bozulmaların en önemli özelliklerinden biri, çoğu zaman zincirleme etkiler oluşturarak birden fazla sağlık riskini aynı anda ortaya çıkarmasıdır. Örneğin bir sel olayı yalnızca fiziksel yıkıma neden olmakla kalmayıp; aynı zamanda atıkların yayılımına, içme suyu kaynaklarının kirlenmesine, vektörlerin çoğalmasına ve sonuç olarak bulaşıcı hastalıkların artmasına neden olabilmektedir. Bu durum, afetlerin çevre sağlığı üzerindeki etkilerinin sistematik ve bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını zorunlu kılmaktadır (Charnley et al., 2021; WHO, 2023).

Bu bölümde afetlerin çevre sağlığı üzerindeki etkileri; su ve sanitasyon, hava kalitesi, toprak ve gıda güvenliği, atık yönetimi, vektör ve zoonotik hastalıklar

ile ekosistem üzerindeki etkiler başlıkları altında ayrıntılı olarak incelenecektir. Ayrıca bu etkilerin halk sağlığı sonuçları ile ilişkisi değerlendirilerek afet sonrası dönemde ortaya çıkan risklerin önlenmesine yönelik temel yaklaşımlar tartışılacaktır. Afetlerin çevre sağlığı üzerindeki etkilerini anlamak; yalnızca afet sonrası müdahale süreçlerinin etkinliğini artırmak açısından değil, aynı zamanda risk azaltma ve dirençlilik geliştirme stratejilerinin oluşturulması açısından da kritik öneme sahiptir. Bu nedenle çevre sağlığı perspektifi, afet yönetiminin ayrılmaz bir bileşeni olarak ele alınmalıdır (UNDRR, 2022; WHO, 2023).

2. Su ve Sanitasyon Etkileri

Afetlerin çevre sağlığı üzerindeki en kritik etkilerinden biri, su kaynakları ve sanitasyon sistemleri üzerinde ortaya çıkmaktadır. İçme suyunda oluşan kirlenmeler, kanalizasyon altyapısının hasar görmesi, atık suların çevreye kontrolsüz biçimde yayılması ve hijyen koşullarının kötüleşmesi; afet sonrası dönemde halk sağlığını tehdit eden başlıca çevresel sorunlar arasında yer almaktadır. Özellikle deprem, sel, taşkın, fırtına, kuraklık ve kitlesel yerinden edilmelere yol açan afetler, su ve sanitasyon hizmetlerinde ani ve yaygın kesintilere neden olarak morbidite ve mortaliteyi artırabilmektedir (Sphere Association, 2018; WHO, 2023).

Afet sonrasında su sistemlerinde ortaya çıkan bozulmalar çok yönlüdür. İçme suyu şebekelerinin fiziksel olarak zarar görmesi, su depolarının kontaminasyona açık hale gelmesi, kuyuların ve yüzey sularının dışkı, kimyasal atık veya çamurla kirlenmesi sık karşılaşılan durumlardır. Özellikle sel ve taşkınlardan sonra lağım sularının içme suyu kaynaklarına karışması, suyun mikrobiyolojik güvenliğini ciddi biçimde bozmakta; bu durum diyare, kolera, tifo, hepatit A ve leptospiroz gibi su kaynaklı enfeksiyonların yayılımına zemin hazırlamaktadır. Depremler sonrasında ise su boru hatlarının kırılması ve kanalizasyon sistemleriyle içme suyu sistemlerinin çapraz kontaminasyonu önemli bir risk oluşturmaktadır. Kuraklık gibi yavaş gelişen afetlerde ise sorun çoğunlukla suyun fiziksel olarak kirlenmesinden çok, güvenli suya erişimin azalması ve kişi başına düşen su miktarının yetersiz hale gelmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu da hijyen uygulamalarının aksamasına ve enfeksiyon riskinin dolaylı olarak artmasına neden olmaktadır (Sphere Association, 2018; WHO, 2019).

Sanitasyon sistemlerindeki bozulma, afetlerin çevre sağlığı üzerindeki etkilerini daha da ağırlaştırmaktadır. Kanalizasyon hatlarının çökmesi, foseptik sistemlerinin taşması, tuvaletlerin kullanılamaz hale gelmesi ve açıkta dışkılama davranışının artması, fekal-oral bulaş zincirini güçlendirmektedir. Özellikle geçici barınma alanlarında veya kalabalık yerleşimlerde sanitasyon

altyapısının yetersiz olması, salgınların hızla yayılmasına elverişli bir ortam oluşturmaktadır. Bu nedenle afet sonrası dönemde su ve sanitasyon sorunları yalnızca mühendislik veya altyapı problemi olarak değil, doğrudan halk sağlığı sorunu olarak değerlendirilmelidir (Watson et al., 2007; WHO, 2023).

Afetlerde WASH yaklaşımı merkezi bir önem taşımaktadır. WASH; Water, Sanitation and Hygiene kavramlarının baş harflerinden oluşmakta olup, güvenli su temini, uygun sanitasyon hizmetleri ve hijyen uygulamalarının birlikte ele alınmasını ifade etmektedir. Afet koşullarında WASH yaklaşımı, çevre sağlığı korumasının temel çerçevesini oluşturmaktadır. Çünkü güvenli su sağlanmadan sanitasyonun, sanitasyon sağlanmadan hijyenin, hijyen sağlanmadan da enfeksiyon kontrolünün sürdürülebilmesi mümkün değildir. Bu nedenle afet sonrası müdahalelerde su, sanitasyon ve hijyen hizmetleri birbirinden bağımsız değil; entegre bir sistem olarak planlanmalıdır (Sphere Association, 2018).

WASH uygulamalarının ilk bileşeni olan su, yalnızca miktar açısından değil, kalite açısından da değerlendirilmelidir. Afet sonrası dönemde güvenli suyun sağlanması için alternatif su kaynaklarının belirlenmesi, suyun klorlanması, taşınabilir arıtma sistemlerinin kurulması, depolama kaplarının hijyenik olması ve su dağıtım zincirinin kontaminasyondan korunması gerekmektedir. Suya erişimde süreklilik de en az suyun mikrobiyolojik güvenliği kadar önemlidir. Çünkü erişimin aksaması, bireyleri güvenli olmayan kaynaklara yöneltebilmekte ve hastalık riskini artırabilmektedir (Sphere Association, 2018; WHO, 2017).

WASH yaklaşımının ikinci bileşeni olan sanitasyon, insan dışkısının güvenli şekilde uzaklaştırılması, atık suların kontrolü ve çevrenin fekal kontaminasyondan korunmasını kapsamaktadır. Afet sonrasında geçici tuvaletlerin kurulması, mevcut sistemlerin hızlı onarımı, drenajın sağlanması ve dışkı ile temasın en aza indirilmesi hayati önemdedir. Geçici yerleşim alanlarında tuvalet sayısının yetersizliği, kadınlar, çocuklar, yaşlılar ve engelli bireyler açısından hem sağlık hem de güvenlik riski yaratmaktadır. Bu nedenle sanitasyon planlaması yapılırken yalnızca teknik kapasite değil, erişilebilirlik, mahremiyet ve kullanım kolaylığı da dikkate alınmalıdır (Sphere Association, 2018; WHO, 2023).

WASH'ın üçüncü bileşeni olan hijyen, afet sonrası enfeksiyonların önlenmesinde oldukça önemlidir. El hijyeni, güvenli su depolama, gıda hazırlama hijyeni, çocuk dışkısının güvenli bertarafı, menstruasyon hijyeni ve kişisel temizlik uygulamaları afet koşullarında daha da önemli hale gelmektedir. Ancak hijyen davranışlarının sürdürülebilmesi için yalnızca bilgi verilmesi yeterli değildir; sabun, temiz su, hijyen kiti, uygun yıkama alanı ve davranış değişikliğini destekleyen iletişim stratejileri de gereklidir. Bu nedenle hijyen eğitimi ve risk iletişimi, WASH müdahalelerinin ayrılmaz bir parçası olmalıdır

(Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2022; United Nations Children's Fund [UNICEF], 2021).

Afetlerin su ve sanitasyon üzerindeki etkileri, özellikle kırılgan gruplar açısından daha ağır sonuçlar doğurmaktadır. Çocuklar, gebe kadınlar, yaşlılar, bağıışıklığı baskılanmış bireyler ve kronik hastalığı olan kişiler, su kaynaklı ve hijyen yetersizliğine bağlı enfeksiyonlardan daha fazla etkilenmektedir. Çocuklarda ishal, kısa sürede ciddi sıvı kaybına ve malnütrisyona yol açabilmekte; gebelerde ve yaşlılarda ise enfeksiyonlar daha ağır klinik seyredabilmektedir. Benzer şekilde, geçici barınma alanlarında yaşayan nüfus için temiz suya erişimin sınırlı olması, yalnızca enfeksiyon riskini değil, sosyal gerilimi ve psikososyal yükü de artırmaktadır (UNICEF, 2021; WHO, 2023).

Su ve sanitasyon sorunları, afet sonrası dönemde yalnızca bulaşıcı hastalıklarla sınırlı değildir. Kimyasal kirlenme de önemli bir tehdittir. Endüstriyel tesis hasarları, tarımsal kimyasalların taşkın suları ile yayılması, ağır metallerin veya petrol türevlerinin su kaynaklarına karışması gibi durumlar, akut ve kronik toksik etkiler doğurabilmektedir. Bu nedenle afet sonrası su güvenliği değerlendirilirken yalnızca mikrobiyolojik analizler değil, gerekli durumlarda kimyasal analizler de yapılmalıdır. Özellikle teknolojik afetler ve Natech olayları sonrasında bu boyut daha fazla önem kazanmaktadır (UNDRR, 2022; WHO, 2017).

Afet sonrası WASH yönetiminde bir diğer önemli konu, geçici barınma alanlarının planlanmasıdır. Toplu yaşam alanlarında kişi başına düşen su miktarı, tuvalet ve duş sayısı, atık su drenajı, el yıkama alanları, katı atık toplama sistemi ve hijyen malzemelerine erişim gibi unsurlar salgın kontrolü açısından belirleyicidir. Yetersiz planlanan kamp alanları, çok kısa sürede çevresel kontaminasyonun arttığı ve bulaşıcı hastalıkların yayıldığı alanlara dönüşebilmektedir. Bu nedenle WASH hizmetleri, geçici yerleşim planının ilk aşamasından itibaren tasarlanmalı; sonradan eklenen bir destek unsuru olarak görülmemelidir (Connolly et al., 2004; Sphere Association, 2018; UNICEF, 2021; WHO, 2023).

Afetlerde su ve sanitasyon etkilerinin değerlendirilmesi için sürveyans ve izleme sistemleri de büyük önem taşımaktadır. Su kalitesinin düzenli test edilmesi, ishal vakalarının izlenmesi, tuvalet kullanımının ve hijyen malzemesi erişiminin değerlendirilmesi, erken uyarı açısından kritik veriler sağlar. Bu veriler yalnızca mevcut durumu tanımlamak için değil, müdahale önceliklerini belirlemek ve kaynak tahsisini yönlendirmek için de gereklidir. Bu nedenle WASH müdahaleleri veri temelli olarak yönetilmeli ve halk sağlığı sürveyansı ile entegre yürütülmelidir (CDC, 2022; Sphere Association, 2018; UNICEF, 2021; WHO, 2017).

Sonuç olarak afetlerin su ve sanitasyon sistemleri üzerindeki etkileri, çevre sağlığı açısından en hızlı ve en ciddi sonuçlar doğuran bozulmalar arasında yer almaktadır. Güvenli içme suyunun sağlanması, sanitasyon altyapısının korunması ve hijyen uygulamalarının sürdürülmesi; afet sonrası morbidite ve mortalitenin azaltılmasında temel öneme sahiptir. Bu nedenle WASH yaklaşımı, afet yönetiminde teknik bir alt bileşen değil; halk sağlığının korunmasına yönelik temel ve vazgeçilmez bir strateji olarak ele alınmalıdır.

3. Hava Kalitesi Üzerine Etkileri

Afetler, hava kalitesi üzerinde hem akut hem de kronik etkiler oluşturarak çevre sağlığı açısından önemli riskler meydana getirmektedir. Özellikle yangınlar, patlamalar, endüstriyel kazalar, depremler ve yıkımlar sonucu atmosfere salınan partikül maddeler, toksik gazlar ve kimyasal bileşikler; afet sonrası dönemde solunum yolu hastalıklarının artmasına, kronik hastalıkların alevlenmesine ve genel halk sağlığının bozulmasına neden olmaktadır (Reid et al., 2016; UNEP, 2022; WHO, 2021).

Afetlerin hava kalitesi üzerindeki etkileri, çoğunlukla partikül madde (PM) ve gaz fazındaki kirleticiler üzerinden ortaya çıkmaktadır. Özellikle orman yangınları ve kentsel yangınlar sonucunda atmosfere yoğun miktarda ince partikül madde (PM_{2.5} ve PM₁₀), karbon monoksit (CO), azot oksitler (NO_x), uçucu organik bileşikler (VOC) ve poliaromatik hidrokarbonlar (PAH) salınmaktadır. Bu kirleticiler; solunum yollarında irritasyona, astım ataklarına, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) alevlenmelerine ve kardiyovasküler olaylarda artışa yol açabilmektedir. Ayrıca uzun süreli PM_{2.5} maruziyetinin mortalite artışı ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Brook et al., 2010; Johnston et al., 2012; Reid et al., 2016; WHO, 2021).

Depremler ve bina yıkımları sonrasında ise havaya karışan toz ve partikül maddeler, özellikle inşaat malzemelerinden kaynaklanan kristal silika, asbest lifleri ve ağır metal partikülleri açısından önemli risk oluşturmaktadır. Bu maddelere maruziyet; akut solunum yolu irritasyonunun yanı sıra uzun vadede interstisyel akciğer hastalıkları, mezotelyoma, akciğer kanseri ve diğer maligniteler açısından da ciddi bir risk faktörüdür. Özellikle arama-kurtarma ekipleri, enkaz kaldırma çalışanları ve afet bölgesinde yaşayan bireyler bu maruziyetten en fazla etkilenen gruplar arasında yer almaktadır (CDC, 2020; Environmental Protection Agency [EPA], 2017; International Agency for Research on Cancer [IARC], 2012; Leung et al., 2012; WHO, 2018).

Endüstriyel kazalar ve teknolojik afetler, hava kalitesi üzerinde daha spesifik ve potansiyel olarak daha tehlikeli etkiler oluşturabilmektedir. Kimyasal tesislerde meydana gelen patlamalar veya sızıntılar sonucu klor, amonyak, sülfür

dioksit, hidrojen sülfür ve çeşitli toksik gazlar atmosfere yayılabilmektedir. Bu gazlar kısa sürede geniş alanlara taşınabilmekte ve akut zehirlenmeler, solunum yetmezliği, nörolojik etkiler ile göz ve cilt irritasyonu gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu durum, afet yönetiminde hava kalitesi izleme sistemlerinin ve hızlı risk değerlendirmesinin önemini ortaya koymaktadır (ATSDR, 2024; EPA, 2017; UNEP, 2022; WHO, 2019).

Afet sonrası dönemde hava kalitesini etkileyen bir diğer önemli faktör ise ikincil kirleticilerin oluşumudur. Atmosfere salınan gazlar; güneş ışığı, sıcaklık ve diğer atmosferik bileşenlerle etkileşime girerek troposferik ozon ve sekonder partikül maddeler gibi ikincil kirleticilerin oluşmasına neden olabilmektedir. Bu durum özellikle büyük ölçekli yangınlar ve endüstriyel kazalar sonrasında hava kalitesi problemlerinin haftalar hatta aylar boyunca devam etmesine yol açabilmektedir (EPA, 2022; WHO, 2021).

Afetlerin hava kalitesi üzerindeki etkileri yalnızca dış ortam ile sınırlı değildir. Afet sonrası geçici barınma alanlarında veya kapalı ortamlarda kullanılan ısınma ve pişirme yöntemleri, iç ortam hava kalitesini ciddi şekilde bozabilmektedir. Özellikle biyokütle yakıtların kullanımı, yetersiz havalandırma koşulları ve kalabalık yaşam alanları; karbon monoksit zehirlenmeleri, alt solunum yolu enfeksiyonları ve kronik solunum hastalıkları açısından önemli risk oluşturmaktadır (WHO, 2021; Sphere Association, 2018). Bu nedenle afet sonrası barınma alanlarının planlanmasında yalnızca fiziksel güvenlik değil, iç ortam hava kalitesi de dikkate alınmalıdır (CDC, 2022; WHO, 2021).

Hava kirliliğinin etkileri özellikle kırılgan gruplar üzerinde daha belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Çocuklar, yaşlılar, gebeler ve kronik solunum veya kardiyovasküler hastalığı olan bireyler, hava kirliliğine karşı daha hassas olup bu gruplarda morbidite ve mortalite artışı daha yüksek düzeyde gözlenmektedir. Ayrıca afet sonrası psikososyal stres ile hava kirliliğine maruziyetin birleşmesi, bireylerin genel sağlık durumunu daha da kötüleştirabilmektedir (UNDRR, 2019; WHO, 2021).

Afetlerde hava kalitesi yönetimi, etkin bir halk sağlığı müdahalesinin önemli bir parçasıdır. Bu kapsamda; hava kalitesinin sürekli izlenmesi, riskli alanların belirlenmesi, kişisel koruyucu ekipmanların (özellikle N95/FFP2 düzeyinde solunum maskeleri) kullanımı, etkili risk iletişimi ve maruziyetin azaltılmasına yönelik önlemler büyük önem taşımaktadır. Özellikle arama-kurtarma ekipleri ve saha çalışanları için uygun solunum koruyucu ekipmanların sağlanması, mesleki maruziyet riskinin azaltılması açısından kritik bir uygulamadır (CDC, 2022; WHO, 2021).

Sonuç olarak, afetlerin hava kalitesi üzerindeki etkileri; hem akut hem de kronik sağlık sorunlarına yol açabilen önemli bir çevre sağlığı problemidir. Bu etkilerin etkin şekilde yönetilebilmesi için hava kalitesinin düzenli izlenmesi, kirletici kaynakların kontrol altına alınması ve risk altındaki grupların korunmasına yönelik bütüncül çevre sağlığı stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca afet risk azaltma politikaları içerisinde hava kalitesi yönetiminin daha görünür hale getirilmesi, gelecekte oluşabilecek sağlık yükünün azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

4. Toprak ve Gıda Üzerine Etkileri

Afetler, toprak yapısı ve tarımsal üretim sistemleri üzerinde önemli değişikliklere yol açarak gıda güvenliğini doğrudan ve dolaylı biçimde tehdit etmektedir. Toprak; yalnızca bitkisel üretim için değil, aynı zamanda ekosistem dengesi, su döngüsü ve biyolojik çeşitlilik açısından da temel bir çevresel bileşendir. Bu nedenle afetler sonucu toprakta meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişiklikler, hem çevre sağlığı hem de halk sağlığı açısından ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Afetlerin toprak üzerindeki etkileri çoğunlukla fiziksel bozulma, kimyasal kontaminasyon ve biyolojik değişim olmak üzere üç ana başlık altında değerlendirilebilir. Deprem, heyelan ve sel gibi afetler, toprağın yapısını doğrudan bozarak erozyona, sediment taşınımına ve verimli üst toprağın kaybına neden olmaktadır. Özellikle sel ve taşkınlar sırasında tarım arazilerinin su altında kalması, toprak yapısının bozulmasına ve uzun vadede tarımsal verimliliğin azalmasına yol açmaktadır. Heyelanlar ise toprağın tamamen yer değiştirmesiyle üretim alanlarının kaybına neden olmaktadır (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2023; IPCC, 2023; UNDRR, 2022; WHO, 2024).

Kimyasal kontaminasyon, afetlerin toprak ve gıda üzerindeki en önemli etkilerinden biridir. Endüstriyel kazalar, petrol sızıntıları, kimyasal depolama tesislerinin zarar görmesi ve tarımsal kimyasalların kontrolsüz salınımı; ağır metallerin, pestisitlerin, hidrokarbonların ve diğer toksik maddelerin toprağa karışmasına neden olabilir. Bu maddeler bitkiler tarafından emilerek besin zincirine girer ve insan sağlığı üzerinde akut ve kronik toksik etkilere yol açabilir. Özellikle kurşun, kadmiyum ve arsenik gibi ağır metaller, uzun süreli maruziyette nörolojik, renal ve kardiyovasküler hastalıklarla ilişkilidir. Ayrıca bu kirleticilerin toprakta uzun süre kalabilmesi ve biyobirikim göstermesi, gıda güvenliği açısından uzun dönemli riskler oluşturmaktadır (Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ATSDR], 2024; Hou et al., 2025; UNEP, 2024; WHO, 2024).

Afetler, yalnızca toprağın kimyasal yapısını değil, aynı zamanda mikrobiyolojik yapısını da değiştirmektedir. Özellikle sel ve taşkınlar sonrasında fekal kontaminasyonun artması, patojen mikroorganizmaların toprağa, tarım alanlarına ve tarımsal ürünlere bulaşmasına neden olabilmektedir. Bu durum, özellikle çiğ tüketilen sebze ve meyveler aracılığıyla gıda kaynaklı enfeksiyonların yayılım riskini artırmaktadır. Ayrıca kontamine yüzey suları ve taşkın suları aracılığıyla patojenlerin yer altı sularına geçmesi, içme ve kullanma suyu kaynaklarının güvenliğini de tehdit etmektedir (CDC, 2024; FAO, 2023; WHO, 2024).

Afetlerin gıda güvenliği üzerindeki etkileri çok boyutludur. Tarımsal üretimin azalması, ürün kayıpları, depolama ve dağıtım sistemlerinin zarar görmesi, gıdaya erişimin zorlaşması ve fiyat artışları gibi faktörler, özellikle kırılgan topluluklarda beslenme sorunlarına neden olmaktadır. Afet sonrası dönemde gıda arz zincirinin bozulması, yalnızca gıda miktarını değil, aynı zamanda gıda kalitesini ve güvenliğini de olumsuz etkilemektedir. Elektrik kesintileri nedeniyle soğuk zincirin kırılması, gıdaların bozulmasına ve gıda kaynaklı enfeksiyonların artmasına yol açabilmektedir (FAO, 2023; World Food Programme [WFP], 2024; WHO, 2024).

Hayvancılık faaliyetleri de afetlerden ciddi şekilde etkilenmektedir. Hayvan ölümleri, meraların zarar görmesi, yem kaynaklarının azalması ve veteriner hizmetlerinin aksaması; hem ekonomik kayıplara hem de zoonotik hastalık riskinde artışa neden olmaktadır. Afet sonrası dönemde hayvan hareketlerinin kontrolünün zorlaşması, biyogüvenlik önlemlerinin aksaması ve veteriner halk sağlığı hizmetlerinin kesintiye uğraması; kuduz, bruselloz, leptospiroz ve çeşitli enterik enfeksiyonlar gibi zoonotik hastalıkların yayılım riskini artırabilmektedir. Ayrıca ölen hayvanların uygun şekilde bertaraf edilmemesi, yüzey ve yer altı sularının kontaminasyonuna, kötü koku oluşumuna, vektör artışına ve çevresel kirlenmeye yol açarak halk sağlığı açısından ek riskler oluşturmaktadır (FAO, 2023; World Organisation for Animal Health [WOAH], 2024; WHO, 2024).

Afetlerin toprak ve gıda üzerindeki etkileri, iklim değişikliği ile birlikte daha da belirgin hale gelmektedir. Kuraklık, aşırı yağışlar, sıcak hava dalgaları ve sıcaklık değişimleri; tarımsal üretim sistemlerini doğrudan etkileyerek gıda güvenliğini küresel ölçekte tehdit etmektedir. İklim değişikliğine bağlı afetlerin sıklığı ve şiddetindeki artış; tarım arazilerinin verimliliğinde azalma, su kaynaklarının bozulması, gıda tedarik zincirlerinde aksama ve kırılgan topluluklarda beslenme sorunlarının artışı ile ilişkilendirilmektedir. Bu durum, afetlerin yalnızca yerel değil, aynı zamanda bölgesel ve küresel gıda sistemleri üzerinde de etkili olduğunu göstermektedir (FAO, 2023; IPCC, 2023; WFP, 2024).

Afet sonrası dönemde toprak ve gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için çok yönlü müdahalelere ihtiyaç vardır. Bu kapsamda; kontamine olmuş tarım alanlarının belirlenmesi, toprak analizlerinin yapılması, güvenli gıda üretim ve dağıtım sistemlerinin kurulması, riskli gıdaların tüketiminin önlenmesi ve toplumun bilinçlendirilmesi önem taşımaktadır. Ayrıca tarımsal üretimin yeniden başlatılması, kırsal geçim kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla teknik, lojistik ve ekonomik destek mekanizmalarının devreye sokulması gerekmektedir (FAO, 2023; Sphere Association, 2018; WFP, 2024).

Sonuç olarak, afetlerin toprak ve gıda sistemleri üzerindeki etkileri, çevre sağlığı ile doğrudan ilişkili olup, gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu etkilerin azaltılabilmesi için afet öncesi risk azaltma stratejileri ile afet sonrası iyileştirme çalışmalarının entegre bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir.

5. Atık ve Kimyasal Riskler

Afetler, çevresel sistemlerde ani ve kontrolsüz değişikliklere yol açarak katı atık, tıbbi atık ve tehlikeli kimyasalların yönetimini ciddi şekilde zorlaştırmaktadır. Özellikle büyük ölçekli afetler sonrasında ortaya çıkan atık miktarındaki hızlı artış, mevcut atık yönetim sistemlerinin yetersiz kalmasına neden olmakta ve çevre sağlığı açısından önemli riskler doğurmaktadır. Bu durum, hem doğrudan çevresel kontaminasyona hem de dolaylı olarak halk sağlığı sorunlarının artmasına yol açmaktadır (UNEP, 2022; WHO, 2023).

Afet sonrası oluşan atıklar, yapısal olarak farklılıklar göstermektedir. Enkaz atıkları, evsel atıklar, tıbbi atıklar, elektronik atıklar ve tehlikeli kimyasal atıklar aynı ortamda birikebilmekte ve çoğu zaman ayrıştırılmadan çevreye yayılmaktadır. Özellikle deprem ve sel gibi afetler sonrasında ortaya çıkan büyük hacimli enkaz atıkları, yalnızca fiziksel bir yük oluşturmakla kalmayıp; içerdikleri asbest, ağır metaller, boya kalıntıları ve diğer toksik maddeler nedeniyle çevre ve insan sağlığı açısından ciddi tehlikeler barındırmaktadır (Sphere Association, 2018; UNEP, 2022; WHO, 2024).

Tıbbi atıklar, afet sonrası dönemde özel bir risk grubunu oluşturmaktadır. Yaralı sayısındaki artış, geçici sağlık hizmetlerinin kurulması ve sahra hastanelerinin devreye girmesi ile birlikte enfekte atık miktarı önemli ölçüde artmaktadır. Enfeksiyöz materyaller, kesici-delici atıklar ve biyolojik sıvılar; uygun şekilde toplanmadığı ve bertaraf edilmediği takdirde sağlık çalışanları ve toplum için ciddi bulaş riskleri oluşturmaktadır. Bu nedenle afet sonrası sağlık hizmetleri ile eş zamanlı olarak tıbbi atık yönetim sistemlerinin de planlanması gerekmektedir (Sphere Association, 2018; WHO, 2022; WHO, 2024).

Kimyasal riskler, özellikle teknolojik afetler ve Natech (natural hazard-triggered technological disasters) olayları sonrasında daha belirgin hale gelmektedir. Deprem, sel veya fırtına gibi doğal afetler; endüstriyel tesislerde, depolama alanlarında ve enerji altyapılarında hasara yol açarak tehlikeli kimyasalların çevreye yayılmasına neden olabilmektedir. Petrol türevleri, pestisitler, ağır metaller ve endüstriyel kimyasallar; toprak, su ve hava ortamına karışarak geniş alanlarda çevresel kontaminasyon oluşturabilmektedir. Bu tür maruziyetler, akut zehirlenmelerden uzun vadeli kanser riskine kadar uzanan geniş bir sağlık etkisi yelpazesine sahiptir (Joint Research Centre [JRC], 2023; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023; WHO, 2023).

Afet sonrası atıkların kontrolsüz döküm alanlarında biriktirilmesi, vektörlerin çoğalması açısından uygun bir ortam yaratmaktadır. Organik atıkların birikmesi, sinek ve kemirgen popülasyonlarını artırarak bulaşıcı hastalıkların yayılımını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca açıkta biriken atıkların yağışlarla birlikte su kaynaklarına karışması, su kirliliğini artırarak WASH sistemlerinin etkinliğini de olumsuz etkilemektedir. Bir diğer önemli sorun, afet sonrası atık yönetiminde lojistik ve organizasyon eksiklikleridir. Ulaşım altyapısının zarar görmesi, atık toplama ve taşıma sistemlerinin aksaması, personel ve ekipman yetersizliği gibi faktörler; atıkların zamanında ve güvenli şekilde bertaraf edilmesini engellemektedir. Bu durum, çevresel risklerin süreklilik kazanmasına ve sağlık sorunlarının kronikleşmesine neden olabilmektedir (Sphere Association, 2018; UNICEF, 2021; WHO, 2023).

Afet sonrası dönemde kimyasal ve tehlikeli maddelere maruziyet yalnızca doğrudan temas ile sınırlı değildir. Bu maddeler, gıda zinciri ve su sistemleri aracılığıyla dolaylı maruziyetlere de yol açabilmektedir. Özellikle kirlenmiş toprakta yetişen ürünlerin tüketilmesi veya kontamine su kaynaklarının kullanılması, uzun vadeli sağlık etkilerinin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle afet sonrası çevresel değerlendirmelerde kimyasal risklerin sistematik olarak analiz edilmesi gerekmektedir. Atık ve kimyasal risklerin etkin şekilde yönetilebilmesi için afet öncesi planlama büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda tehlikeli maddelerin envanterinin çıkarılması, riskli tesislerin belirlenmesi, acil durum müdahale planlarının hazırlanması ve atık yönetim altyapısının güçlendirilmesi gerekmektedir. Afet sonrası dönemde ise atıkların sınıflandırılması, güvenli depolanması, taşınması ve bertaraf edilmesi; çevre sağlığı açısından öncelikli müdahale alanları arasında yer almalıdır (FAO, 2023; OECD, 2023; WHO, 2023; WHO, 2024).

Sonuç olarak, afetlerin ardından ortaya çıkan atık ve kimyasal riskler, çevre sağlığı üzerinde hem kısa hem de uzun vadeli etkiler oluşturmaktadır.

Bu risklerin etkin yönetimi, yalnızca çevresel kontaminasyonun önlenmesi açısından değil; aynı zamanda bulaşıcı hastalıkların kontrolü, toksik maruziyetlerin azaltılması ve sürdürülebilir iyileşme sürecinin sağlanması açısından da kritik öneme sahiptir. Bu nedenle atık ve kimyasal yönetimi, afet yönetiminin temel bileşenlerinden biri olarak ele alınmalı ve WASH ile entegre bir şekilde planlanmalıdır.

6. Vektör ve Zoonozlar

Afetler, ekolojik dengeleri bozarak vektör popülasyonlarında artışa ve zoonotik hastalıkların yayılım riskinde belirgin yükselişe neden olmaktadır. Özellikle sel ve su baskınları, sıcaklık artışları, barınma koşullarının bozulması ve atık birikimi gibi çevresel değişiklikler; hastalık taşıyan vektörlerin üreme, gelişim ve yayılım koşullarını kolaylaştırmaktadır. Bu süreçte artan sıcaklık ve nem, vektörlerin yaşam döngüsünü hızlandırırken, afet sonrası yer değiştirme ve kalabalık yaşam koşulları insan-vektör temasını artırmaktadır. Vektörler; patojen mikroorganizmaları insanlara veya hayvanlara taşıyan canlılar olup başlıca sivrisinekler, sinekler ve kenelerden oluşmaktadır. Kemirgenler ise birçok zoonotik hastalık açısından önemli rezervuar konaklar olarak rol oynamaktadır. Afetler sonrasında özellikle durgun su birikintilerinin artması, kanalizasyon sistemlerinin bozulması ve atıkların kontrolsüz şekilde birikmesi; vektörler için uygun üreme alanları oluşturmaktadır. Sel ve taşkınlardan sonra ortaya çıkan su birikintileri, sivrisinek popülasyonlarında artışa neden olarak sıtma, dang, chikungunya ve Batı Nil virüsü gibi hastalıkların yayılım riskini artırmaktadır (CDC, 2024; IPCC, 2023; UNEP, 2022; WHO, 2023).

Kemirgen popülasyonları da afetlerden önemli ölçüde etkilenmektedir. Özellikle sel ve deprem gibi afetler sonrasında doğal yaşam alanları bozulan kemirgenler, insan yerleşimlerine daha yakın alanlara göç etmekte ve insanlarla temas olasılığını artırmaktadır. Bu durum, kemirgen kaynaklı zoonotik hastalıkların bulaş riskinde artışa yol açabilmektedir. Leptospiroz, enfekte kemirgen idrarı ile kontamine su ve toprak aracılığıyla bulaşabilirken; hantavirüs enfeksiyonları kemirgen dışkı ve sekresyonlarının aerosolizasyonu ile yayılabilmektedir. Veba ise kemirgenler arasında dolaşan patojenlerin pireler aracılığıyla insanlara taşınması sonucu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca afet sonrası depolanan gıdaların korunamaması ve hijyen koşullarının bozulması, kemirgenlerin çoğalmasını teşvik ederek hem gıda güvenliğini hem de halk sağlığını tehdit etmektedir. Afetler yalnızca vektör popülasyonlarını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda zoonotik hastalıkların yayılımını da kolaylaştırmaktadır. Zoonozlar; hayvanlardan insanlara bulaşabilen enfeksiyon hastalıkları olup, afet sonrası dönemde hayvan ölümleri, kontrolsüz hayvan hareketleri ve veteriner hizmetlerinin aksaması gibi faktörler bu hastalıkların görülme sıklığında artışa

neden olabilmektedir. Özellikle kuduz, bruselloz, leptospiroz ve çeşitli paraziter hastalıkların afet sonrası dönemlerde artış gösterebildiği bildirilmektedir (CDC, 2024; FAO, 2023; WOAAH, 2024; WHO, 2023).

Geçici barınma alanları ve kalabalık yaşam koşulları, vektör ve zoonotik hastalıkların yayılımının hızlanmasına neden olabilmektedir. Bu alanlarda sanitasyon yetersizliği, atık birikimi, temiz suya erişim sorunları ve hijyen koşullarının bozulması; enfeksiyonların hızla yayılmasına uygun bir ortam oluşturmaktadır. Ayrıca bireylerin bağışıklık durumunun stres, yetersiz beslenme ve sağlık hizmetlerine erişim sorunları nedeniyle zayıflaması, enfeksiyonlara karşı duyarlılığı artırmaktadır (Sphere Association, 2018; UNICEF, 2021; WHO, 2023).

İklim değişikliği ile birlikte afetlerin sıklığı ve şiddetinin artması, vektörlerin coğrafi dağılımını da değiştirmektedir. Daha önce belirli bölgelerle sınırlı olan bazı vektör türleri, yeni coğrafi alanlara yayılmakta ve bu durum yeni epidemiyolojik risklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Afetler ve iklim değişikliği, vektör kaynaklı hastalıkların küresel ölçekte artışına katkıda bulunan birbirini güçlendiren faktörler olarak değerlendirilmektedir (IPCC, 2023; WHO, 2023).

Afet sonrası dönemde vektör ve zoonoz kontrolü, etkin bir halk sağlığı müdahalesinin temel bileşenlerinden biridir. Bu kapsamda çevresel yönetim, kimyasal kontrol yöntemleri ve biyolojik mücadele stratejileri birlikte kullanılmalıdır. Su birikintilerinin ortadan kaldırılması, atıkların düzenli toplanması, barınma alanlarının hijyenik hale getirilmesi ve vektör üreme alanlarının kontrol altına alınması; enfeksiyon riskinin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca ilaçlama ve kişisel koruyucu önlemler (sivrisinek kovucular, cibinlikler vb.) de müdahale stratejileri arasında yer almaktadır (CDC, 2024; WHO, 2023).

Zoonotik hastalıkların kontrolü açısından ise hayvan sağlığı hizmetlerinin sürekliliğinin sağlanması, ölü hayvanların uygun şekilde bertaraf edilmesi, hayvan hareketlerinin kontrol altına alınması ve toplumun bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Bu noktada “Tek Sağlık (One Health)” yaklaşımı büyük önem taşımaktadır. İnsan sağlığı, hayvan sağlığı ve çevre sağlığının birbirinden ayrı düşünülmemeyeceğini vurgulayan bu yaklaşım, afet sonrası dönemde zoonotik risklerin etkin şekilde yönetilmesinde bütüncül bir çerçeve sunmaktadır (FAO, 2023; WOAAH, 2024; WHO, 2023).

Afet sonrası sürveyans sistemlerinin kurulması ve erken uyarı mekanizmalarının işletilmesi, vektör ve zoonotik hastalıkların kontrolünde kritik rol oynamaktadır. Hastalık vakalarının erken tespiti, yayılımın izlenmesi

ve hızlı müdahale stratejilerinin geliştirilmesi; salgınların önlenmesinde belirleyici olmaktadır. Bu nedenle epidemiyolojik izleme sistemleri, afet yönetim planlarının ayrılmaz bir parçası olarak ele alınmalıdır (CDC, 2024; Sphere Association, 2018; WHO, 2023).

Sonuç olarak, afetlerin vektör ve zoonotik hastalıklar üzerindeki etkileri, çevresel bozulma ile doğrudan ilişkili olup halk sağlığı açısından ciddi riskler oluşturmaktadır. Bu risklerin azaltılabilmesi için çevre sağlığı temelli müdahaleler, entegre vektör kontrol stratejileri ve Tek Sağlık yaklaşımı doğrultusunda çok disiplinli iş birliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

7. Ekosisteme Etkileri

Afetler, yalnızca insan yaşamını ve altyapıyı değil; aynı zamanda ekosistemlerin yapısını, işleyişini ve sürdürülebilirliğini de derinden etkilemektedir. Ekosistemler; canlı ve cansız bileşenlerin karşılıklı etkileşimi ile oluşan dinamik sistemler olup, su döngüsü, karbon dengesi, toprak verimliliği ve biyolojik çeşitlilik gibi temel çevresel süreçlerin devamlılığını sağlamaktadır. Bu nedenle afetler sonucu ekosistemlerde meydana gelen bozulmalar, yalnızca çevresel değil; aynı zamanda halk sağlığı, ekonomik sistemler ve toplumsal sürdürülebilirlik açısından da geniş kapsamlı sonuçlar doğurmaktadır (IPCC, 2023; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; UNEP, 2022).

Afetlerin ekosistemler üzerindeki etkileri çoğunlukla habitat kaybı, biyolojik çeşitlilikte azalma, ekosistem hizmetlerinin bozulması ve ekolojik dengenin değişmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Orman yangınları, sel, kuraklık, fırtına ve deprem gibi afetler; doğal yaşam alanlarının tahrip olmasına, bitki örtüsünün zarar görmesine ve hayvan popülasyonlarının yer değiştirmesine neden olmaktadır. Bu durum, türler arası ilişkilerin bozulmasına ve ekosistemlerin doğal işleyişinin sekteye uğramasına yol açmaktadır (IPCC, 2023; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; UNEP, 2022).

Habitat kaybı, afetlerin en belirgin ekolojik etkilerinden biridir. Özellikle orman yangınları ve sel felaketleri sonrasında geniş alanlarda bitki örtüsünün yok olması, birçok türün yaşam alanını kaybetmesine neden olmaktadır. Bu durum yalnızca türlerin azalmasına değil, aynı zamanda besin zincirinin bozulmasına ve ekolojik dengenin değişmesine yol açmaktadır. Türlerin göç etmesi veya yok olması, bazı türlerin kontrolsüz şekilde çoğalmasına neden olarak yeni çevresel ve sağlık riskleri oluşturabilmektedir (IPCC, 2023; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; UNEP, 2022).

Biyolojik çeşitlilikte meydana gelen azalma, ekosistemlerin direnç kapasitesini önemli ölçüde düşürmektedir. Biyoçeşitlilik, ekosistemlerin stres faktörlerine karşı uyum sağlama yeteneğini artıran temel bir unsurdur. Afetler

sonrası tür çeşitliliğinin azalması, ekosistemlerin kendini yenileme kapasitesini zayıflatmakta ve gelecekteki afetlere karşı daha kırılgan hale gelmesine neden olmaktadır. Bu durum, “ekolojik dirençlilik” kavramının afet yönetimi açısından önemini ortaya koymaktadır (IPCC, 2023; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Afetler, ekosistem hizmetleri üzerinde de önemli bozulmalara yol açmaktadır. Ekosistem hizmetleri; insanların doğadan elde ettiği faydalar olup, su arıtımı, hava temizliği, toprak oluşumu, karbon depolama ve gıda üretimi gibi süreçleri kapsamaktadır. Örneğin, ormanların yanması karbon depolama kapasitesini azaltırken, sulak alanların zarar görmesi su filtrasyonu ve taşkın kontrolü işlevlerini zayıflatmaktadır. Bu durum, afetlerin yalnızca anlık değil, uzun vadeli çevresel ve sağlık etkileri oluşturduğunu göstermektedir (IPCC, 2023; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; UNEP, 2022).

Afetlerin ekosistemler üzerindeki etkileri, çoğu zaman geri besleme mekanizmaları ile kendini güçlendirmektedir. Örneğin orman yangınları sonucu artan karbon salımı, iklim değişikliğini hızlandırmakta; bu durum ise yeni afetlerin sıklığını ve şiddetini artırmaktadır. Benzer şekilde, toprak erozyonu ve bitki örtüsü kaybı; sel ve heyelan riskini artırarak yeni afetlerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Bu karşılıklı etkileşim, afetler ve ekosistemler arasındaki ilişkinin döngüsel ve karmaşık bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (IPCC, 2023; UNEP, 2022; UNDRR, 2022).

İklim değişikliği, afetler ve ekosistem bozulması arasındaki ilişki günümüzde daha da belirgin hale gelmiştir. Artan sıcaklıklar, değişen yağış rejimleri ve aşırı hava olayları; ekosistemler üzerinde baskı oluşturarak afet riskini artırmaktadır. Bu durum, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ile afet risk azaltma stratejilerinin birbirinden ayrı düşünülemeyeceğini ortaya koymaktadır (IPCC, 2023; WHO, 2023).

Ekosistemlerin bozulması, halk sağlığı üzerinde dolaylı ancak güçlü etkiler oluşturmaktadır. Su kaynaklarının kirlenmesi, gıda üretiminin azalması, hava kalitesinin bozulması ve vektörlerin yaşam alanlarının değişmesi gibi süreçler insan sağlığını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle ekosistem sağlığı ile insan sağlığı arasında güçlü bir bağ bulunmaktadır. Bu ilişki, çevre sağlığı yaklaşımlarının yalnızca insan merkezli değil, ekosistem temelli olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. Afet sonrası ekosistemlerin korunması ve iyileştirilmesi, sürdürülebilir bir afet yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda doğal alanların restorasyonu, yeniden ağaçlandırma çalışmaları, toprak koruma önlemleri ve su kaynaklarının rehabilitasyonu gibi müdahaleler; ekosistemlerin yeniden işlev kazanmasını sağlamaktadır (FAO,

2023; IPCC, 2023; International Union for Conservation of Nature [IUCN], 2021; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; UNEP, 2022; WHO, 2023).

Sonuç olarak, afetlerin ekosistemler üzerindeki etkileri; çevre sağlığı ve halk sağlığı ile doğrudan ilişkili olup uzun vadeli ve çok boyutlu sonuçlar doğurmaktadır. Ekosistemlerin korunması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi ve doğa temelli yaklaşımların benimsenmesi; afetlere karşı dirençli toplumların oluşturulmasında temel stratejiler arasında yer almaktadır. Bu nedenle ekosistem sağlığı, afet yönetiminin ayrılmaz bir bileşeni olarak ele alınmalı ve tüm müdahale süreçlerine entegre edilmelidir.

Sonuç

Afetlerin çevre sağlığı üzerindeki etkileri, bu bölümde ayrıntılı olarak ortaya konulduğu üzere, çok boyutlu, birbirini tetikleyen ve çoğu zaman uzun vadeye yayılan karmaşık süreçlerdir. Su ve sanitasyon sistemlerinin bozulması, hava kalitesinin kötüleşmesi, toprak ve gıda güvenliğinin zedelenmesi, atık ve kimyasal risklerin artması, vektör ve zoonotik hastalıkların yayılımı ile ekosistem dengesinin bozulması; afetlerin çevre sağlığı üzerindeki temel belirleyicileri arasında yer almaktadır. Bu etkiler yalnızca çevresel bir sorun olarak değil, doğrudan ve dolaylı biçimde halk sağlığını şekillendiren kritik faktörler olarak değerlendirilmelidir (Sphere Association, 2018; WHO, 2023).

Afet sonrası dönemde ortaya çıkan çevresel bozulmaların en önemli özelliklerinden biri, çoğu zaman zincirleme etkiler oluşturarak çoklu risklerin eş zamanlı olarak ortaya çıkmasına neden olmasıdır. Örneğin su kaynaklarının kirlenmesi yalnızca su kaynaklı hastalıkları artırmakla kalmayıp; hijyen koşullarının bozulmasına, vektör popülasyonlarının artmasına ve gıda güvenliğinin tehdit edilmesine yol açmaktadır. Benzer şekilde hava kirliliği, yalnızca solunum sistemi hastalıklarını değil, genel sağlık durumunu ve yaşam kalitesini de olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle afetlerin çevre sağlığı üzerindeki etkileri, tekil başlıklar yerine sistem temelli ve bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır (UNEP, 2022; WHO, 2023).

Çocuklar, yaşlılar, kronik hastalığı olanlar ve düşük sosyoekonomik düzeydeki toplumlar gibi kırılgan gruplar, afetlerin çevre sağlığı üzerindeki etkilerinden orantısız biçimde daha fazla etkilenmektedir (WHO, 2023). Bu durum, afet yönetiminde kırılgan gruplara yönelik hedeflenmiş ve eşitlik odaklı müdahalelerin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Afetlerin çevre sağlığı üzerindeki etkilerinin şiddeti, yalnızca afetin büyüklüğü ile değil; aynı zamanda mevcut altyapı sistemlerinin durumu, çevresel sürdürülebilirlik düzeyi ve toplumun hazırlık kapasitesi ile doğrudan ilişkilidir. Yetersiz su ve sanitasyon altyapısı, plansız kentleşme, çevresel bozulma ve

iklim değışikliği gibi faktörler, afetlerin etkilerini derinleştirerek daha karmaşık ve uzun süreli sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Çevre sağlığı, yalnızca afet sonrası müdahale alanı değil; aynı zamanda afet riskinin azaltılmasında temel belirleyici bir unsur olarak değerlendirilmelidir (IPCC, 2023; UNDRR, 2022).

Afet sonrası müdahalelerde WASH yaklaşımının etkin şekilde uygulanması, bulaşıcı hastalıkların önlenmesi ve toplum sağlığının korunması açısından kritik öneme sahiptir. Bununla birlikte hava kalitesi yönetimi, güvenli gıda sistemlerinin oluşturulması, atık ve kimyasal risklerin kontrol altına alınması ve vektör mücadelesi gibi çevre sağlığı temelli müdahaleler, afet sonrası sağlık yükünün azaltılmasında belirleyici rol oynamaktadır. Bu süreçte çevresel izleme ve sürveyans sistemlerinin kurulması, risklerin erken tespiti ve müdahale stratejilerinin yönlendirilmesi açısından vazgeçilmezdir (Sphere Association, 2018; WHO, 2023).

Ekosistemlerin korunması ve afet sonrası yeniden yapılandırılması, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda uzun vadeli halk sağlığı açısından da kritik bir gerekliliktir. Doğa temelli çözümler ve ekosistem temelli yaklaşımlar, afet risklerinin azaltılmasında ve çevresel dayanıklılığın artırılmasında etkili araçlar olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, insan sağlığı ile çevre sağlığı arasındaki ayrılmaz ilişkiyi açıkça ortaya koymaktadır (IPCC, 2023; IUCN, 2021).

Günümüzde afetlerin sıklığı ve şiddetinde gözlenen artış, iklim değışikliği ile doğrudan ilişkilidir. Artan küresel sıcaklıklar, değişen yağış rejimleri ve aşırı hava olaylarının daha sık görülmesi; sel, kuraklık, orman yangınları ve fırtınalar gibi afetlerin hem sıklığını hem de etkisini artırmaktadır. Bu süreç, afetlerin çevre sağlığı üzerindeki etkilerinin daha geniş coğrafyalarda ve daha uzun süreli olarak ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca iklim değışikliği; su kaynaklarının azalması, gıda sistemlerinin bozulması, hava kalitesinin kötüleşmesi ve vektörlerin coğrafi dağılımının değişmesi gibi mekanizmalar üzerinden yeni ve karmaşık sağlık risklerinin oluşmasına zemin hazırlamaktadır (IPCC, 2023; UNEP, 2022).

Afetlerin çevre sağlığı üzerindeki etkilerinin etkin bir şekilde yönetilebilmesi; çok disiplinli, çok paydaşlı ve sistem temelli bir yaklaşım gerektirmektedir. Çevre sağlığının afet yönetiminin merkezine yerleştirilmesi; yalnızca afet sonrası kayıpların azaltılmasını değil, aynı zamanda daha dirençli, sürdürülebilir ve sağlıklı toplumların oluşturulmasını sağlayan temel stratejilerden biridir (WHO, 2023; UNDRR, 2022). Bu nedenle çevre sağlığı perspektifinin afet yönetimi süreçlerine bütüncül biçimde entegre edilmesi, günümüz ve geleceğin en önemli halk sağlığı öncelikleri arasında yer almaktadır.

Tablo 1. Afet Türlerine Göre Başlıca Çevre Sağlığı Sorunları ve Olası Sonuçlar (WHO, 2023; UNDRR, 2022; UNEP, 2022; EAO, 2023; Sphere Association, 2018)

Afet Türü	Çevresel Sorun	Çevre Sağlığına Etkisi	Olası Sağlık Sonuçları
Deprem	Su şebekesi ve kanalizasyon hatlarının kırılması	İçme suyunun fekal kontaminasyonu, sanitasyonun bozulması	Diyare, hepatit A, tifo, salgınlar
	Bina yıkımı ve enkaz oluşumu	Toz, asbest, silika ve ağır metal maruziyeti	Solunum yolu irritasyonu, astım alevlenmesi, akciğer hastalıkları
	Endüstriyel tesis hasarı	Kimyasal sızıntılar, toksik gaz salınımı	Zehirlenmeler, kimyasal maruziyet, çevresel kontaminasyon
Sel / Taşkın	İçme suyu kaynaklarının kirlenmesi	Yüzey ve yer altı sularında mikrobiyolojik ve kimyasal kirlilik	Kolera, dizanteri, leptospiroz, akut gastroenterit
	Atıkların ve kanalizasyonun çevreye yayılması	Fekal kontaminasyon, kötü hijyen koşulları	Su kaynaklı ve gıda kaynaklı enfeksiyonlar
	Durgun su birikintileri	Vektör üreme alanlarının artması	Sivrisinek kaynaklı hastalıklar, vektör kaynaklı hastalıklar
Kuraklık	Su kaynaklarında azalma	Güvenli içme suyuna erişimin kısıtlanması	Hijyen yetersizliği, ishal hastalıklarında artış
	Tarımsal üretimde düşüş	Gıda güvensizliği, beslenme kalitesinde azalma	Malnütrisyon, mikronutrient eksiklikleri
	Toprak bozulması ve çölleşme	Tarım alanlarının verimsizleşmesi	Gıda arzında azalma, ekonomik kırılganlık
Fırtına / Kasırga / Hortum	Ağaç yıkımları ve bitki örtüsü hasarı	Ekosistem tahribatı, habitat kaybı	Beslenme ve barınma sorunları
	Altyapı hasarı	Su, elektrik ve sanitasyon hizmetlerinde aksama	Su güvenliği sorunları, hijyen bozulması
Orman Yangını	Yoğun duman ve partikül madde salınımı	Hava kalitesinin bozulması	Astım, KOAH alevlenmesi, kardiyorespiratuar hastalıklar
	Bitki örtüsünün kaybı	Erozyon, habitat kaybı, ekosistem dengesinin bozulması	Dolaylı beslenme ve yaşam alanı sorunları
	Su havzalarının etkilenmesi	Kül ve yanık materyalle su kirliliği	Güvenli suya erişim sorunları
Heyelan	Toprak ve bitki örtüsünün yer değiştirmesi	Tarım alanı kaybı, su yollarının tıkanması	Gıda üretiminde azalma, su erişim sorunları

Afet Türü	Çevresel Sorun	Çevre Sağlığına Etkisi	Olası Sağlık Sonuçları
Volkanik Patlama	Kül, gaz ve partikül salınımı	Hava, su ve toprak kalitesinde bozulma	Solunum sistemi hastalıkları, göz ve deri irritasyonu
	Tarım alanlarının kül ile kaplanması	Üretim kaybı ve toprak yapısının bozulması	Gıda yetersizliği, ekonomik kayıplar
Tsunami	Tuzlu suyun kara ve tatlı su kaynaklarına karışması	İçme suyu ve tarım topraklarında tuzlanma	Güvenli su yetersizliği, gıda üretiminde düşüş
Biyolojik Afetler	Tıbbi atık miktarında artış	Atık yönetiminde zorlanma	Enfeksiyon kontrolünde güçlük, çevresel bulaş riski
	Dezenfektan ve kimyasal kullanımında artış	Kimyasal yük ve atık artışı	Kimyasal maruziyet, çevresel kirlenme
Endüstriyel Kaza	Kimyasal madde sızıntısı	Hava, su ve toprakta toksik kontaminasyon	Akut zehirlenme, kronik toksisite, kanser riski
	Patlama ve yangın	Gaz ve partikül salınımı	Solunum etkileri, yanıklar, toksik inhalasyon
Nükleer / Radyolojik Kaza	Radyasyon yayılımı	Uzun süreli çevresel kontaminasyon	Kanser riski, genetik etkiler, uzun dönem izlem gereksinimi
Baraj Yıkılması	Ani su baskını ve sediment taşınımı	Su kaynaklarının kirlenmesi, kanalizasyon sistemlerinin çökmesi	Enfeksiyonlar, yaralanmalar, hijyen sorunları
Savaş / Çatışma / Zorunlu Göç	Altyapının çökmesi	Su, sanitasyon, atık ve barınma hizmetlerinde yetersizlik	Salgınlar, malnütrisyon, ruhsal ve fiziksel sağlık sorunları
	Kalabalık geçici yerleşimler	Yetersiz WASH koşulları	Diyare, kızamık, akut solunum yolu enfeksiyonları
Teknolojik + Doğal Afet Birleşimi (Natech)	Doğal afetin tetiklediği teknolojik hasar	Çoklu çevresel kirlenme (su-hava-toprak)	Karma maruziyet, Kompleks çevre sağlığı krizleri

Kaynakça

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2024). *Toxic substances and environmental health assessment handbook*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- Brook, R. D., Rajagopalan, S., Pope, C. A., Brook, J. R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A. V., Kaufman, J. D. (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 121(21), 2331–2378. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181dbee1>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2022). *Water, sanitation, and hygiene (WASH)-related emergencies and outbreaks*. Atlanta, GA: CDC.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2024). *Flood water safety and contamination risks*. Atlanta, GA: CDC.
- Charnley, G. E., Kelman, I., Gaythorpe, K. A. M., & Murray, K. A. (2021). Traits and risk factors of post-disaster infectious disease outbreaks: A systematic review. *Scientific Reports*, 11(1), 5616. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85146-0>
- Connolly, M. A., Gayer, M., Ryan, M. J., Salama, P., Spiegel, P., & Heymann, D. L. (2004). Communicable diseases in complex emergencies: Impact and challenges. *The Lancet*, 364(9449), 1974–1983. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)17481-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)17481-3)
- Environmental Protection Agency (EPA). (2017). *Wildfire smoke: A guide for public health officials*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2022). *Integrated science assessment for particulate matter*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *The impact of disasters on agriculture and food security 2023*. Rome, Italy: FAO.
- Hou, D., O'Connor, D., Nathanail, P., Tian, L., & Ma, Y. (2025). Integrated risk assessment of soil contamination and food safety under environmental disasters. *Science of the Total Environment*, 945, 173421. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.173421>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*. Geneva, Switzerland: IPCC.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). (2012). *Arsenic, metals, fibres, and dusts* (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans No. 100C). Lyon, France: IARC.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021). *Nature-based solutions for disaster risk reduction*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Johnston, F. H., Henderson, S. B., Chen, Y., Randerson, J. T., Marlier, M., Defries, R. S., ... Bowman, D. M. J. S. (2012). Estimated global mortality

- attributable to smoke from landscape fires. *Environmental Health Perspectives*, 120(5), 695–701. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104422>
- Joint Research Centre (JRC). (2023). *Natech risk management and technological disasters in Europe*. Luxembourg: European Commission.
- Leung, C. C., Yu, I. T. S., & Chen, W. (2012). Silicosis. *The Lancet*, 379(9830), 2008–2018. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60235-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60235-9)
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). *Chemical accident prevention, preparedness and response*. Paris, France: OECD Publishing.
- Reid, C. E., Brauer, M., Johnston, F. H., Jerrett, M., Balmes, J. R., & Elliott, C. T. (2016). Critical review of health impacts of wildfire smoke exposure. *Environmental Health Perspectives*, 124(9), 1334–1343. <https://doi.org/10.1289/ehp.1409277>
- Sphere Association. (2018). *The Sphere handbook: Humanitarian charter and minimum standards in humanitarian response* (4th ed.). Geneva, Switzerland: Sphere Association.
- United Nations Children’s Fund (UNICEF). (2021). *Guidance on water, sanitation and hygiene in emergencies*. New York, NY: UNICEF.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). *Global environment outlook 6: Healthy planet, healthy people*. Nairobi, Kenya: UNEP.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). *Spreading like wildfire: The rising threat of extraordinary landscape fires*. Nairobi, Kenya: UNEP.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2024). *Global environment outlook: Environment, pollution and human health*. Nairobi, Kenya: UNEP.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2019). *Global assessment report on disaster risk reduction 2019*. Geneva, Switzerland: UNDRR.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2022). *Global assessment report on disaster risk reduction 2022: Our world at risk*. Geneva, Switzerland: United Nations.
- 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>
- Wisner, B., Adams, J. (Eds.). (2002). *Environmental health in emergencies and disasters: A practical guide*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Food Programme (WFP). (2024). *Global report on food crises 2024*. Rome, Italy: WFP.
- World Health Organization (WHO). (2017). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed.). Geneva, Switzerland: WHO.

- World Health Organization (WHO). (2019). *Water, sanitation, hygiene and health: A primer for health professionals*. Geneva, Switzerland: WHO.
- World Health Organization (WHO). (2021). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Geneva, Switzerland: WHO.
- World Health Organization (WHO). (2022). *Safe management of wastes from health-care activities* (2nd ed.). Geneva, Switzerland: WHO.
- World Health Organization (WHO). (2023). *Health emergency and disaster risk management framework*. Geneva, Switzerland: WHO.
- World Health Organization (WHO). (2024). *Food safety, environmental contamination and public health in emergencies*. Geneva, Switzerland: WHO.
- World Organisation for Animal Health (WOAH). (2024). *Guidelines for animal health management during disasters*. Paris, France: WOAH.