

## Afet Yönetiminde İlaç ve Kimyasal Maddelerin Güvenli Yönetimi

Şahin Yıldırım<sup>1</sup>

İbrahim Furkan Sarkım<sup>2</sup>

### Özet

Afetler; depremler, volkanik hareketler, seller, kasırgalar gibi doğa olayları veya insan kaynaklı büyük kazalar sonucunda halk sağlığı ve çevreye hasar veren kriz durumlarıdır. Afet sırasında ilaç ve kimyasal maddelerin güvenli yönetimi afetlere hazır olmanın gerekliliği aynı zamanda toplum ve çevre sağlığını koruma açısından önemli bir konudur. Tehlikeli maddelerin üretimi, depolanması ve taşınması sürekli bir kaza riski taşır. Afet durumlarında bu riskler katlanarak artar ve iyi yönetilemedikleri takdirde katastrofik sonuçlara yol açarlar. Bu yüzden afetlere müdahale ve hazır olmak için acil durum müdahale planları yapılması gerekir. Geçmişteki başarısız müdahalelerden dersler çıkarılması afetlerde ilaç ve kimyasal maddelerin güvenli yönetimi için planların oluşturulmasına katkı sağlar. Türkiye’de yaşanan Kahramanmaraş ve İzmit depremleri, Güney Kore’de meydana gelen Gu-mi hidroflorik asit sızıntısı felaketi, dünyanın çeşitli yerlerindeki kasırgalar ve depremler hem ülkemizde hem de dünyada çok sayıda can kayıplarına yol açan COVID-19 salgını afetlere hazır olmanın gerekliliğini vurgulamakla kalmayıp aynı zamanda afet öncesi ve afet sırasında yapılması gerekenler hakkında fikir vermektedir. Büyük çaplı afetlerde sağlık uzmanları ilaç ve kimyasal maddelerin nasıl güvenli yönetileceği konusunda bilgi birikimine sahip olmalıdır. Afetlerde ilaçların uygun depolama ve dağıtım koşullarının değerlendirilmesi sağlık profesyonellerinin görevidir. Kimyasal ve farmasötik maddelerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki potansiyel risklerinin belirlenerek tıbbi atıkların, kimyasalların ve radyofarmasötiklerin bilimsel kılavuzlar eşliğinde yönetimi tüm canlılar için hayati önemdedir. Doğru yönetilemeyen atıklar dirençli patojenlerin gelişmesine, gıda toksisitesine, biyoçeşitliliğin azalmasına,

1 Prof. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı 58140 Sivas, email: ysahin@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-1312-7283

2 Arş. Gör. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı 58140 Sivas, email: isarkim@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: 0009-0000-9904-9530

ciddi kronik hastalıklara, kanser ve genetik hasarlara sebebiyet vermektedir. Sonuç olarak afetlerde ilaç ve kimyasal güvenliğinin gerekli alt yapı koşullarıyla birlikte sağlanması bu maddelerin iyi yönetilememesine bağlı ikincil halk sağlığı afetlerinin yaşanmamasını sağlayacaktır.

## 1. Giriş

Afetler; depremler, volkanik hareketler, seller, kasırgalar gibi doğa olayları veya insan kaynaklı büyük kazalar sonucunda topluluklar üzerinde fiziksel, ekonomik ve sosyal açıdan yıkıcı hasarlar bırakan kamu ve sağlık hizmetlerinin sunumunu ciddi şekilde sekteye uğratan kriz durumlarıdır (Chaudhary & Piracha, 2021). Afet sırasında ilaç ve kimyasal maddelerin güvenli yönetimi afetlere hazır olmanın olmazsa olmaz bir parçası aynı zamanda toplum ve çevre sağlığını koruma açısından kritik öneme sahip bir konudur (Şahin & Üçgül, 2019). Tehlikeli kimyasallar için düzenli risk değerlendirmeleri yapmak olası fiziksel ve kimyasal tehlikeleri belirlemek ve önleyici tedbirleri planlamak afete hazır olmanın bir gereğidir (Alomi et al., 2024). Afete hazırlıklı olmak afet yönetiminin en önemli parçalarından biridir ve afet bilincinin oluşmasıyla sağlanır. Afet yönetimi afet öncesi, sırası ve sonrası planlama şeklinde ele alınabildiği gibi, önleme ve zarar azaltma, afetlere karşı hazırlık, kurtarma ve ilk yardım, iyileştirme ile yeniden inşa evrelerinden oluşan bir planlama süreci olarak tanımlanabilir (Şahin & Üçgül, 2019). İlaç ve kimyasalların idaresi ve tedarikinden sorumlu paydaşların katılımıyla hem afet öncesinde hem de afet sırasında ilaç ve kimyasal maddelerin nasıl güvenli şekilde yönetilmesi gerektiğine dair planlar hazırlanması afet yönetimine katkı sağlayan önemli süreçlerdir (Uzun et al., 2024). Planlama sürecinde uygulama, eğitim, tatbikat, bakım ve iyileştirme prosedürlerine mutlaka yer verilmelidir. Bu planlar ışığında periyodik olarak afete hazırlık durumu kontrol edilmeli gerektiğinde tatbikatlar yapılmalıdır (Khanizade et al., 2025). Afetlerin hemen ardından barınma, gıda ve güvenlik gibi temel ihtiyaçların yanı sıra sağlık hizmetlerinin ve güvenli ilaç kimyasal yönetiminin kesintisiz bir şekilde devam ettirilmesi sağlanmalıdır. Bu da afet öncesi hazırlık süreçlerinin etkin yürütülmesi ve afet sırasında hem ilaçların hem de kimyasal maddelerin güvenli yönetimi ile mümkündür (Stratton, 2016).

## 2. Afet Yönetiminde İlaç ve Kimyasal Maddelerin Güvenli Yönetimi

Afetler; depremler, volkanik hareketler, seller, kasırgalar gibi doğa olayları veya insan kaynaklı büyük kazalar sonucunda topluluklar üzerinde fiziksel, ekonomik ve sosyal açıdan yıkıcı hasarlar bırakan kamu ve sağlık hizmetlerinin sunumunu ciddi şekilde sekteye uğratan kriz durumlarıdır (Chaudhary &

Piracha, 2021). Afet sırasında ilaç ve kimyasal maddelerin güvenli yönetimi afetlere hazır olmanın olmazsa olmaz bir parçası aynı zamanda toplum ve çevre sağlığını koruma açısından kritik öneme sahip bir konudur (Şahin & Üçgül, 2019). Tehlikeli kimyasallar için düzenli risk değerlendirmeleri yapmak olası fiziksel ve kimyasal tehlikeleri belirlemek ve önleyici tedbirleri planlamak afete hazır olmanın bir gereğidir (Alomi et al., 2024). Afete hazırlıklı olmak afet yönetiminin en önemli parçalarından biridir ve afet bilincinin oluşmasıyla sağlanır. Afet yönetimi afet öncesi, sırası ve sonrası planlama şeklinde ele alınabildiği gibi, önleme ve zarar azaltma, afetlere karşı hazırlık, kurtarma ve ilk yardım, iyileştirme ile yeniden inşa evrelerinden oluşan bir planlama süreci olarak tanımlanabilir (Şahin & Üçgül, 2019). İlaç ve kimyasalların idaresi ve tedarikinden sorumlu paydaşların katılımıyla hem afet öncesinde hem de afet sırasında ilaç ve kimyasal maddelerin nasıl güvenli şekilde yönetilmesi gerektiğine dair planlar hazırlanması afet yönetimine katkı sağlayan önemli süreçlerdir (Uzun et al., 2024). Planlama sürecinde uygulama, eğitim, tatbikat, bakım ve iyileştirme prosedürlerine mutlaka yer verilmelidir. Bu planlar ışığında periyodik olarak afete hazırlık durumu kontrol edilmeli gerektiğinde tatbikatlar yapılmalıdır (Khanizade et al., 2025). Afetlerin hemen ardından barınma, gıda ve güvenlik gibi temel ihtiyaçların yanı sıra sağlık hizmetlerinin ve güvenli ilaç kimyasal yönetiminin kesintisiz bir şekilde devam ettirilmesi sağlanmalıdır. Bu da afet öncesi hazırlık süreçlerinin etkin yürütülmesi ve afet sırasında hem ilaçların hem de kimyasal maddelerin güvenli yönetimi ile mümkündür (Stratton, 2016).

Afetler farklı şekillerde gerçekleşerek sağlık kuruluşları, petrokimya tesisleri ve radyoaktif atıkların da bulunabildiği atık depolama merkezleri gibi çeşitli alanları etkileyebilmektedir. Örneğin; son yıllarda iklim değişikliği ve dünya genelinde artan sanayileşmeyle birlikte doğal afetlerin endüstriyel tesislere zarar vererek teknolojik kazalara neden olduğu “Natech” (Natural Hazards Triggering Technological Disasters-Teknolojik Felaketleri Tetikleyen Tabiat Tehlikeleri) olaylarının etkileri gerek halk sağlığı gerek de çevre sağlığı açısından önemli risklerin tanımlanmasına ve bu risklerin bertaraf edilmesine yönelik çalışmaların kapsamının genişletilmesine imkan tanımıştır (Gomez et al., 2020). Doğal afetler sonucunda sanayi tesislerinde meydana gelen kimyasal sızıntılar, patlamalar, yangın, radyasyon ve zehirli gazlar içeren dumanlar acil tahliyeleri geciktirmekte can ve mal kayıplarına sebebiyet vermektedir (Kim & Cho, 2020). 2021 yılında Amerika Birleşik Devletleri’ni vuran Kategori 4 seviyesindeki Ida Kasırgası, Louisiana’daki petrol rafinerilerinin birçoğunun önlem amacıyla kapatılmasına, üretime ara vermesine ve uluslararası petrol tedarik zincirinde aksamalara neden olmuştur (Tullo, 2021). Benzer şekilde Katrina ve Florence gibi büyük kasırgaların yol açtığı taşkın suları; endüstriyel

atık tesislerinden ve tarım alanlarından Poliklorlu Bifeniller (PCB), Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH), ağır metaller (arsenik, kurşun vb.) ve pestisitler gibi kalıcı organik kirleticilerin (POPs) geniş alanlara yayılmasına yol açmıştır (Aly et al., 2021). Ülkemizde 1999 yılında meydana gelen Mw 7.4 büyüklüğündeki İzmit Depremi, Türkiye'nin en sanayileşmiş bölgelerinde ciddi tahribat oluşturmuş ve bir petrol rafinerisinde büyük çaplı bir yangın çıkmasına neden olmuştur (Giuliani et al., 2017). Deprem sonrasında yapılan ölçümler özellikle petrokimya endüstrilerinden körfeze karışan çeşitli kimyasallar ve petrokimya yan ürünleri sebebiyle PAH ve PCB gibi kirletici seviyelerinde devasa artışlar olduğunu göstermiştir (Tolun et al., 2006). Deprem nedeniyle yıkılan eski binalardan çevreye yayılan asbest tozu ve silika parçacıklarının solunması, arama kurtarma ekipleri ile bölge halkında asbestoz, mezotelyoma ve silikozis gibi ölümcül solunum yolu hastalıklarının görülme riskini arttırabilmektedir (Bayram et al., 2023). Tehlikeli maddelerin üretimi, depolanması ve taşınması sürekli bir kaza riski taşır. Afet durumlarında bu riskler katlanarak artar ve iyi yönetilmedikleri takdirde katastrofik sonuçlara yol açarlar. Bu yüzden afetlere müdahale ve hazır olmak için acil durum müdahale planı yapılması gerekir. Tesislerde afet anında idareyi sağlayacak halk sağlığı, farmakoloji, güvenlik, mühendislik ve enfeksiyon kontrol uzmanları gibi profesyonellerden oluşan özel durumları değerlendirme grupları kurularak standardizasyon ve optimizasyon sağlanmalı, bu gruplar afet sonrası ilaç ve kimyasal güvenliğini yönetmelidir (Hudoshyna & Kurdil, 2024). Geçmişteki başarısız müdahalelerden dersler çıkarılması afetlerde ilaç ve kimyasal maddelerin güvenli yönetimi için çok önemlidir. Güney Kore'de yaşanan Gu-mi hidroflorik asit sızıntısı felaketi, afet yönetimindeki hataların nasıl katastrofik sonuçlara yol açabileceği açısından örnek oluşturmaktadır. Gu-mi hidroflorik asit sızıntısı felaketinde müdahale ekiplerinin kimyasal maddelerin güvenli yönetimi hakkında yetersiz bilgiye sahip olması nedeniyle asidin üzerine su sıkmaları yangının ve toksik gazın daha da yayılmasına neden olmuş; ayrıca olay yerine giden yaklaşık 300 itfaiyeciden sadece 18'inin uygun kimyevi koruyucu teçhizatlarını giymesi durumu daha da vahim hale getirmiştir. Bu olay Güney Kore'de afet türlerine göre yönetim gruplarının belirlenmesi, afet yönetim merkezlerinin operasyonel sistemlerinin güçlendirilmesi, tehlikeli kazaların sorumluları için para cezasının limitlerinin yeniden tayini, kimyasal kaza müdahaleleriyle ilgili mevzuat değişikliği, kazalarda hazır tutulması gereken malzemelerin planlanması ve kimyasal kaza müdahale algoritmalarının yeniden düzenlenmesine yönelik çalışmalarla ciddi bir afet hazırlık revizyonuna gidilmesine neden olmuştur (Lee et al., 2016). Organizasyonel yönetimin yanı sıra afetlerde tıbbi acil servis personellerinin olay yerine vardıklarında KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer) ajanlarını hızla tanımları; olay yerini sıcak, ılık ve soğuk

bölgelere ayırmaları ve uygun kişisel koruyucu donanım ile kendi güvenliklerini sağlayarak dekontaminasyon çalışmalarını başlatmaları gerekmektedir (Razak et al., 2018). Son zamanlarda geliştirilmeye devam eden yüksek teknoloji ürünü sensör ağları ve IoT (Nesnelerin İnterneti) tabanlı akıllı algılama sistemleriyle kimyasal sızıntıların önceden tespit edilerek erken uyarı sistemlerinin daha yaygın kullanılmasına başlanması afet yönetimine katkı sağlayacaktır (Esposito et al., 2022).

Afet durumlarında kronik hastaların ilaçlara kesintisiz erişimi hayati önem taşımaktadır. Afet sırasında kronik hastaların ilaçlardan yoksun kalması hiperglisemi, hipoksi, kontrol edilemeyen epileptik nöbetler, hipertansif kriz, hemorajiler, körlük ve kalp krizi ile sakatlıklara ve ölümlere neden olabilir (Stratton, 2016). Afet durumunda serbest eczacılar ve hastane eczacılarının görevleri ilaçları raftan vermenin ötesinde olup klinik ve lojistik görevleri de üstlenmeleri gerekir. Eczacılık hizmetlerinde görev yapanların afet yönetimi döngüsü olan PPRR (Prevention/Önleme, Preparedness/Hazırlık, Response/Müdahale, Recovery/İyileştirme) modeli sağlık profesyonellerinin görev tanımlarını açıklamakla beraber eczacıların afet anında görevleri sadece bunlarla sınırlı değildir (Aburas & Alshammari, 2020). Önleme ve hazırlık protokolleri öncelikle afetten önce gerekli tedbirlerin alınması için gereklidir. Afet durumundan önce tehlike analizlerinin ve gerekli planlamaların yapılması sağlık profesyonellerinin öncelikli görevlerindedir. Örneğin; temel ilaçların ulusal bazda stratejik olarak stoklandığı depoların yerini ve erişim protokollerini bilmek bu ilaçlara afet anında eczacıların kolayca ulaşabilmelerini sağlayacaktır (Wang et al., 2020). Afet durumunda soğuk zincir hatlarını güvence altına alacak veya aşırı soğuklarda ilaçların zarar görmesini engelleyecek iklimlendirme koşulları için alternatif planlar hazırlamak ise kriz anında eczacılık hizmetlerinin hem çökmesini engelleyecek hem de ihtiyacı olan kişilere hızlı şekilde ilaç tedarikini sağlayacaktır (Kosari et al., 2018). Afet sırasında müdahale ve iyileştirme süreçleri ön plandadır. Büyük çaplı afetler sonucu oluşan kaos durumlarında acil durum ilaç kitlerini dağıtımına hazır hale getirmek ve dağıtmak, birinci basamak triyaj işlemlerini yapmak, hastaların kullanmak zorunda olduğu kronik rahatsızlık ilaçları için kısıtlı malzemeyi rasyonel şekilde paylaşmak ve stok yapılmasının önüne geçmek, sahra hastanelerinde doktorlara ilaç tedarikini sürdürmek ve elindeki stok seviyelerini düzenli kontrol edip hasarlı ilaçları prosedürlere uygun şekilde imha etmek ilaç ve kimyasal güvenliğini sağlamaya katkı sunacaktır (Aburas & Alshammari, 2020).

Afetlerde eczane operasyonlarının etkili yönetimi; ihtiyaçların tespiti, talep tahminlerinin oluşturulması, lojistik değerlendirme, tedarik, bağış yönetimi, ilaçların seçimi, hazırlanması, depolanması, tedariki, dağıtımı ve sürveyans olmak üzere 11 ana bileşenden oluşmaktadır. (Hamdi et al., 2024). 2018 yılında

İran'ın Kirmanşah bölgesinde yaşanan deprem sonrası yapılan araştırmalar göstermektedir ki, afetlerde ilaç tedarik zincirini en çok sekteye uğratan faktörlerden biri zaman ve kaynak israfıdır. Afet bölgesindeki dağıtım yönetimi, güncel olmayan bilgi sistemleri ve gerçek ihtiyaçlar analiz edilmeden bölgeye düzensizce yığılan ve kısa raf ömürlü bağış ilaçları karışıklığa nihayetinde lojistik bir tıkanmaya yol açarak afet yönetimini zorlaştırmaktadır (Bastani et al., 2023). İlaç bağışlarının kalitesini artırmak için bağışlar akılcı ve gerekli ilaçlar gözetilerek yapılmalıdır. “Ne kadar çok ilaç bağışlanırsa o kadar iyi olur.” düşüncesiyle fazladan bağışlanan ilaçlar, durumu zorlaştırarak ikincil bir afet riskine yol açabilir. Bağışlanan tıbbi ekipman ve ilaçların yanında diğer en önemli husus bu bağışların yönetimidir. Bağışlanan malzemeler, doğru kişiye, doğru yerde, doğru zamanda iletilmelidir. Yapılan yardım malzemelerinin organizasyonu, korunması, sınıflandırılması ve depolanması için lojistik faaliyet esasları göz önünde bulundurulmalıdır. 6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye’de meydana gelen ve 11 ili derinden sarsarak 50 binden fazla can kaybına yol açan Kahramanmaraş merkezli depremler (Mw 7.8 ve 7.6), sağlık sistemlerinin afetler karşısındaki hazırlık seviyesi hakkında önemli bilgiler vermiştir. Bölgedeki bazı hastanelerin ağır hasar alması ve eczanelerin yıkılması hastaların diyabet, astım ve hipertansiyon gibi rahatsızlıkları için rutin kullandıkları oral ilaçlara erişimi zorlaştırmış buna binaen kamu kurumlarının afet yönetim birimleri ve Türk Eczacıları Birliği öncülüğünde bölgeye giden gönüllü eczacılar hızla konteyner ve çadır mobil eczaneler kurarak ücretsiz ilaç hizmeti vermişler ve bu sayede birçok hayat kurtulmuştur (Hussain et al., 2023; Balaban et al., 2024). Doktorların yaralılarına yardıma yetişmeye çalışması ve afet ortamı nedeniyle, eczacılar antibiyotik ve psikiyatrik ilaçları dahi sadece hastaların beyanlarına ve klinik bilgilerine dayanarak reçetesiz olarak vermek zorunda kalmıştır (Uzun et al., 2024). Sahada ilaçların ve kimyasalların güvenli yönetimine dair ciddi sıkıntılar yaşanmasına rağmen afete hazırlıklı ve öngörülü müdahaleler sayesinde birçok insan ilaçlarına ulaşabilmiştir. Bu da afet yönetiminde önceden hazırlığın önemine vurgu yapmaktadır. Eczacıların olağanüstü afetler gibi durumlarda yasal güvencelerine dair bilgi birikimine sahip olmaları ve düzenli eğitimler ile bilgilerini güncel tutmaları kontrole tabi ilaçları afetlere bağılı zaruriyet hallerinde nasıl yönetecekleri konusunda hızlı ve doğru karar vermelerini sağlayacaktır.

İlaçların güvenli yönetimi sadece ilacın fiziksel olarak hastaya ulaştırılması demek değildir; aynı zamanda afetin sebep olduğu iklim şartlarında ilacın kimyasal bütünlüğünün korunmasıdır. Çoğu ilaç genellikle üretici tarafından “kontrollü oda sıcaklığında” (20-25°C) saklanmak üzere tasarlanmıştır ancak afet durumları yaşanan bölgelerde kış şartlarında gece sıcaklıkları donma noktasının altına düştüğünde yeterli ısıtmanın olmadığı yerlerde saklanmaya

çalışılan ilaçlar zarar görerek etkinliklerini yitirebilir. Askeri operasyonlar ve afet müdahaleleri için yapılan bir laboratuvar araştırmasında, aralarında adrenalin, propofol, traneksamik asit, sodyum bikarbonat ve kalsiyum klorürün bulunduğu kriz anlarında hayati önem taşıyan 15 temel ilacın 90 güne kadar dondurucu soğuklara (-40°C ile -51°C) maruz bırakılması incelenmiştir. Çalışma sonucunda; sodyum bikarbonat, traneksamik asit ve kalsiyum klorür flakonlarının camlarının basınçtan ötürü parçalandığı; anestezi ilacı olan propofolün ise emülsiyon formunu kaybederek kimyasal bozunmaya uğradığı tespit edilmiştir (McMullan et al., 2025). Bu nedenle derin dondurucu şartların olduğu bölgelere söz konusu ilaçların ekstra ısıtıcı-koruyucu yalıtım donanımları olmadan sevk edilmemesi ilacın etken moleküllerinin stabilitesinin korunması açısından önemlidir. Hayati niteliğe sahip ilaçların afet anında saklanılabilir koşullarda tutulabilmesi çok önemli olup bunun için gerekli teçhizat ve bu teçhizatı kullanabilecek eğitimli personelin afete hazır olması gereklidir. Özellikle enerji nakil hatlarının çöktüğü afetlerde jeneratörlerin çalışmaması, aşırı sıcak ortamlarda soğuk zincir gerektiren insülin ve doğum sonrası kanamaları durdurmak için kullanılan oksitosin gibi ilaçların kısa sürede bozulması kalıcı sakatlıklara veya ölümcül sonuçlara neden olduğu için halk sağlığı uzmanları afetlere bağlı elektrik kesintilerinde bozulma riskine karşı oksitosin yerine ısıya dayanıklı molekül olan karbetosin gibi inovatif ve dirence sahip alternatiflerin stoklama çalışmalarını yürütmektedir (Nguyen et al., 2019). Afet tahliyeleri esnasında panikle evlerini terk eden bireylerin rutin kullandıkları ilaçları yanlarına alamamaları tıbbi krizlere neden olmaktadır. Bunun önüne geçebilmek adına halkın tıbbi kayıtlarını, acil durum reçetelerini ve mutlaka kullanması gereken ilaçlarını içeren acil durum çantaları hazırlamaları ve bu çantaları evi terk ederken kolaylıkla ulaşabilecekleri bir yerde muhafaza etmeleri gerekmektedir (Ochi et al., 2014). Afet zamanlarında, meydana gelen tehlikeli durumları hızlıca hastane ve eczane personeline iletmek için uluslararası “Renk Kodları” uygulamalarının prosedürlere eklenmesi afet yönetimine katkı sağlar. Örneğin Suudi Arabistan Eczacılık Afet Yönetimi kılavuzlarında; eczane içine veya dışına kimyasal, radyolojik veya nükleer bir maddenin dökülmesi/yayılması durumlarında uyarıcı nitelikte “Turuncu Kod (Orange Code)” veya “Sarı Kod (Yellow Code)” verilerek dekontaminasyon sürecine geçilmesi hedeflenir. Doğal afetler olan fırtına veya sel tehlikesinde ise su baskınlarına karşı eczanedeki tüm tıbbi malzemelerin izole edilmesi amacıyla “Gri Kod (Grey Code)” uygulanır. Bu tip uygulamaların afet süreçlerinde ilaç ve kimyasal güvenliğini sağlamak için kolaylaştırıcı nitelikte olduğu düşünülmektedir (Alomi et al., 2024).

Kimyasal maddelerin olduğu gibi enfeksiyöz tıbbi atıkların yönetimi de afet tıbbının ayrılmaz bir parçasıdır. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayımladığı genelgeler uyarınca, bu tür kişisel hijyen atıklarının mutlak surette

tıbbi atık statüsünde yönetilmesi ve normal atıklara karışmasının engellenmesi için gerekli tedbirlerin alınması zorunlu tutulmuştur (Konyalıoğlu et al., 2024). Yukarıda sunulan kapsamlı kanıtların tamamı göstermektedir ki; afet yönetiminde ilaç ve kimyasal maddelerin idaresi, son derece önemli, disiplinli ve planlı bir süreçtir. Doğal afetlerin sadece binaları değil, tehlikeli madde barındıran sanayi tesislerini (Natech) ve sağlık kuruluşlarının lojistik ağlarını aynı anda vurduğu unutulmamalıdır (Gomez et al., 2020). Güçlü iletişim sistemlerinin kurulması, ilaç tedarik zinciri için zaman israfını önleyecek dayanıklı bilgi sistemlerinin tasarlanması, ilaçların kimyasal ve fiziksel stabilitelerini doğa koşullarına karşı koruyacak iklimlendirilmiş depolama koşullarının geliştirilmesi; sağlık çalışanlarının sürekli tatbikatlar ve simülasyon eğitimleri ile KBRN kirleticilerine, ekstrem hava şartlarına ve tedarik eksikliklerine karşı hazırlanması, felaket anında can kaybını azaltacaktır (Hamdi et al., 2024).

## **2.1. Afet Bölgelerinde Kullanılan İlaçların Uygun Depolama ve Dağıtım Koşullarının Değerlendirilmesi**

Afet bölgelerinde kullanılan ilaçların depolama ve dağıtım koşulları ilaçların stabilitelerinin korunması, toksik yan ürünlerin oluşmaması, etkinliğin muhafazası, lojistik kabiliyetlerin sürdürülerek ilaç tedariklerinin kesintiye uğramaması için optimal olmalıdır (Salgar et al., 2023). Bu konuda görev alan sağlık mesleği mensuplarının afetlere hazırlık düzeylerinin üst düzey tutulması gerektiğinde yapılacak denetimlerle uygunsuz koşulların saptanarak düzeltilmesi afete hazırlık durumuna katkı sağlayacaktır.

### **2.1.1. Afet bölgelerinde kullanılan ilaçların depolama koşullarının değerlendirilmesi**

Afet bölgelerinde ilaçların güvenliğini ve etkinliğini korumak için uygun depolama koşullarının sağlanması kritik öneme sahiptir. İlaç kalitesini korumak amacıyla her türlü koşulda iyi depolama uygulamalarına bağlı kalınmalıdır.

Depolama koşullarında öne çıkan dikkat edilmesi gereken temel unsurlar başlıca fiziki güvenliğin yönetimi, iklimlendirme yönetimi ve kayıtların yönetimi şeklinde 3 başlık altında incelenebilir:

#### **2.1.1.1. Fiziki Güvenliğin Yönetimi**

Afet bölgelerinde ilaçların depolanmasında depolama alanlarının fiziki güvenliğinin sağlanması büyük önem taşır (Ching et al., 2023). Afet bölgelerinde eczanelerin yağmalanması, hırsızlık ve gasp gibi asayiş sorunları ortaya çıkabilmektedir (Fields & Shaw, 2020). Afet durumlarında ilaca ihtiyaç artacağından ilaç stoklarını yönetebilmek adına depolama kapasitelerinin

artırılması gerekir. Bu amaçla çok amaçlı alanların ilaç depolama alanlarına dönüştürülmesi, tedarikçiler veya üreticilerle işbirliği yapılarak alternatif depolama alanları kurulması, ilaç arabalarının, otomatik dağıtım dolaplarının ve buzdolaplarının güvenli yerlere taşınması gibi stratejiler uygulanır (Zuckerman et al., 2020). Koordinasyonu ve kontrolü kolaylaştırmak için sık kullanılan ilaçların envanterinin merkezileştirilmesi ve afet bölgelerine hızlı sevkiyat sağlayabilmek için ilaç stoklarının stratejik noktalarda konumlandırılması gereklidir (Sun et al., 2024).

#### 2.1.1.2. İklimlendirme Yönetimi

Özellikle sıcaklık değişimlerine duyarlı ve soğuk zincire tabi ilaçlar için optimum sıcaklıkların korunması en büyük gerekliliklerden biridir. Afetler sırasında yaşanan geniş çaplı elektrik kesintileri, soğuk zincirde muhafaza edilmesi gereken ilaçların bozulmasına ve eczanelerdeki tıbbi/elektrikli cihazların hasar görmesine neden olmaktadır (Kosari et al., 2018). Dolayısıyla buzdolaplarının elektrik kesintilerine hazır olması gerekir. Bunun için mobil güç istasyonları ve jeneratörler mutlaka kullanıma hazır olmalıdır. Bu cihazların acil durumlarda kullanımını bilen personele kolay ulaşabilmek ve bu personelin cihazları nasıl kullanılacaklarına dair dökümanların kolay ulaşılabilir ve eksiksiz olması önemlidir. Aşırı soğuklar da tıpkı aşırı sıcaklar gibi depolama koşullarını olumsuz etkilemektedir. Özellikle protein yapılı ilaçların donması yeniden çözünmesi ilacın stabilitesini bozmakta ve etkisini kaybetmesine neden olmaktadır (McMullan et al., 2025). Oda sıcaklığında saklanması gereken ilaçların aşırı soğuklara maruz kalması sıvı durumdaki ilaçlarda çökelti oluşumuna ve ilacı muhafaza eden cam ampülün çatlamasına sebebiyet vermektedir (Wood et al., 2024).

#### 2.1.1.3. Kayıtların Yönetimi

Afetzedelerin ilaç bilgileri güvende ve güncel tutulmalıdır. Afetzedelere ilaç bilgilerinin yazılı olarak mevcut olduğu evraklar fiziki ortamda sağlanmalıdır. Acil durumlarda meydana gelecek uygulama mevzuatı değişikliklerinden belediyelerin haberdar olması sağlanmalıdır. Acil durum planlarının yürütülmesini sağlayan toplum eczacıları tüm personeli plan konusunda bilgilendirmeli ve eğitmelidir (İstanbullu & Özoğlu, 2023).

### 2.1.2. Afet bölgelerinde kullanılan ilaçların dağıtım koşullarının değerlendirilmesi

İlaçların afetzedelere ulaştırılmasında dağıtım ve tedarik zincirinin etkili, kesintisiz ve iyi koordine edilmiş bir şekilde çalışması gerekmektedir (Hamdi et al., 2024). Dağıtım koşullarında yaşanacak problemler stokların kaybına,

gereksiz stoklamanın depolama maliyetlerini arttırmasına, hastaların ilaç stoklamasına ve lojistik imkanların verimsiz kullanılmasına sebebiyet verecektir (Miah et al., 2024).

Dağıtım süreçleri başlıca lojistik değerlendirme, koordinasyon eksikliklerinin önlenmesi, mobil eczaneler, hasta davranışlarının değerlendirilmesi ve ilaç sevkiyatının izlemi başlıkları altında incelenecektir.

#### 2.1.2.1. Lojistik Değerlendirme

Dağıtımın planlanabilmesi için öncelikle mevcut ilaç envanterinin, tedarik zincirinin durumunun, afet bölgesine giden ulaşım altyapısı ve rotalarının, ayrıca depo kapasitelerinin hızla değerlendirilmesi gerekmektedir (Rothkopf et al., 2023). Tedariğin sağlanabilmesi için iyi dağıtım uygulamalarına uyulmalı ve afet bölgesine erişim için zorunlu kalınmadığı takdirde yetkililerden özel izin ve yetkilendirmeler alınmalıdır (Rezapour et al., 2025).

#### 2.1.2.2. Koordinasyon Eksikliklerinin Önlenmesi

Afetlerde bölgeye kontrolsüz bir şekilde, ihtiyaç dışı pek çok malzemenin gönderilmesi ve ilaçların eczacı olmayan yetkisiz kişilerce dağıtılması ihtiyaç duyulmayan malzemelerin takibi, depolanması ve geri gönderilmesi gibi ekstra operasyonel yükler doğurur (Zhu et al., 2025). Sağlık profesyonelleri personelin, ilaçların ve diğer tıbbi malzemelerin uygun şekilde yönetimini ve dağıtımını sağlamalıdır. Sağlık kayıtlarının doğru tutulması ve değişen koşullara bağlı olarak ilaç ve diğer tıbbi malzemelerin güvenli şekilde saklanması sağlık profesyonellerinin görevidir. İlaçların doğru şekilde ve doğru yerlere ulaştırılmasında kamu kurumları, meslek örgütleri ve sağlık profesyonelleri uyum içinde çalışmalıdır. İlaç ve tıbbi malzeme temini sırasında oluşabilecek gecikmeler ve rota değişikliklerine hızlı yanıt verebilmek için gerekli önlemler alınmalıdır. Afetlerin neden olduğu duruma özgü müdahale planları önceden hazırlanmalı ve afet sırasında bu planlar gecikmeden uygulanmalıdır. (İstanbul & Özoğlu, 2023).

#### 2.1.2.3. Mobil Eczaneler

Eczanelerin fiziksel olarak yıkılması veya hasar görmesi durumunda, eczacılar afet koşullarında kurulan mobil eczaneler üzerinden ilaç dağıtımını sürdürmeye çalışmaktadır (Egawa et al., 2019). Ancak bu mobil alanlarda elektrik ve internet bağlantısının olmaması ile hava karardıktan sonra ilaç bulma zorluğu stokların yönetimini, soğuk zincir koşullarında saklanması gereken ilaçların stabilitesini ve dağıtım operasyonlarını ciddi sekteye uğratmaktadır (Melin & Diaz, 2018).

#### 2.1.2.4. Hasta Davranışlarının Değerlendirilmesi

Afetzedelerin panik veya belirsizlik hissiyle aynı ilaçtan gereğinden fazla talep etmesi bir diğer deyişle ilaç stoklama davranışı, dağıtım planlamasını zorlaştıran hasta davranışları arasındadır. Bu tür durumlarda akılcı ilaç kullanımı adına yönlendirmeler gerekir (Miah et al., 2024).

#### 2.1.2.5. İlaç sevkiyatının izlenmesi

İlaç kıtlıklarını erken tespit etmek ve doğru yönetmek için hukuki alt yapıdan da destek alınarak acil durum malzemelerinin planlanması, yönetimi, depolanması, konuşlandırılması ve dağıtımına yönelik ulusal programlar geliştirilmeli; bu programların etkin şekilde uygulanmasını sağlamak amacıyla kurumsal düzenlemelerde kurumların ve gönüllü bireylerin görevleri net olarak belirlenmelidir (Wang et al., 2020). Gönüllülerin sürece dahil edilmesi ilaç dağıtımına katkı sağlayan faktörlerdendir (WHO Libr Cat Data, 2011). Acil durum ilaçlarının çok hızlı tükenmesi nedeniyle stokların sık sık gözden geçirilmesi ve hayati önem taşıyan ilaçların yüksek ihtiyaç duyulan bölgelere hızlı gönderilmesi ilaç sevkiyatındaki hedeflerdir (An & Zhuo, 2023).

## 2.2. Kimyasal ve Farmasötik Maddelerin Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Potansiyel Risklerinin Belirlenmesi

Hızla artan küresel nüfus, sanayileşme ve iklim değişikliği günümüzde kimyasal ve farmasötik maddelerin üretimini, tüketimini ve doğaya salınımını dramatik biçimde artırmıştır. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre yalnızca toksik kimyasallara maruz kalmak, küresel hastalık yükünün önemli bir parçasını oluşturmakta ve her yıl milyonlarca ölüme neden olmaktadır (Clark et al., 2024). Özellikle doğal afetlerin tetiklediği endüstriyel kazalar, tıbbi/radyoaktif atıkların yanlış yönetimi, farmasötiklerin çevrede bozularak oluşturduğu etken maddeden çok daha toksik dönüşüm ürünleri ve afet durumlarında sağlık tedarik zincirinin çökmesi ciddi sonuçları beraberinde getirir (Maculewicz et al., 2021).

Modern tıp ve veterinerlik uygulamalarında kullanılan farmasötik maddeler, atık su arıtma tesislerinden, hastane tahliyelerinden ve tarım kanallarından tam olarak arıtılmadan yer altı ve yer üstü su kaynaklarına karışmaktadır (Li et al., 2024). Farmasötik kirliliğin zaman zaman göz ardı edilen başka bir boyutu, kimyasal ve ilaçlara bağlı toksisitenin çevrede tek bir etken madde olarak değil onlarca farklı molekülün bir araya gelmesiyle oluşan farmasötik karışımlardan kaynaklanmasıdır (Iavicoli et al., 2021). Her biri tek başına güvenli seviyelerde veya çok düşük etki seviyelerinde olan kimyasallar, bir araya geldiklerinde toksisitelerini dramatik şekilde artırabilmektedir. NSAIİ

(steroid olmayan anti-inflamatuvar) grubu ilaçların (diklofenak, ibuprofen, naproksen) karışımları, su piresi (*Daphnia magna*) üzerinde katlanarak artan toksik etkiler yaratmakta ve üreme ile vücut boyu üzerinde yıkıcı hasarlar bırakmaktadır (Cleuvers, 2004). İlginç bir şekilde, düşük konsantrasyonlardaki farmasötik karışımlarının bazı organizmalarda geçici büyüme uyarımı yapması olarak bilinen hormesis (hormetik etki) de gözlemlenmiş olup bu durum uzun vadeli risk tahminlerini zorlaştırmaktadır (Iavicoli et al., 2021).

COVID-19 pandemisi gibi olağanüstü dönemler, tıbbi atık yönetim kapasitelerinin sınırlarını test etmiş ve bu tesislerin kapasitelerinde zorlanmalara neden olmuştur. Örneğin, Türkiye'nin yoğun nüfuslu bir şehrinde yapılan bir çalışmada, pandemi ile birlikte tıbbi atık miktarının aylık %48 oranında (yatac başına günde 0.86 kg'dan 1.34 kg'a) arttığı ve 2040'lı yıllarda beklenen atık yüküne sadece iki yıl içinde ulaşıldığı tespit edilmiştir (Hanedar et al., 2022).

Özellikle onkoloji ve nükleer tıp birimlerinden kaynaklanan radyoaktif tıbbi atıkların yasal mevzuata uygun olmayan şekilde çevreye dökülmesi, sızıntısı veya standart altı depolanması, insan ve çevre sağlığı için ciddi bir radyasyon tehdidi oluşturmaktadır. Radyoaktif materyaller yer altı ve yer üstü sularına sızdığına, içme suyu sistemlerini doğrudan kirletir (Menon & Kumar, 2019). İyonlaştırıcı radyasyona kronik veya akut maruziyet; hücresel DNA'da tek veya çift sarmal kırıklarına yol açarak mutasyonlara, genetik hasarlara ve özellikle lösemi ve tiroid kanserine neden olmaktadır (Azzam et al., 2012). Radyoaktif kirliliğe bağlı Trityum-3, Kobalt-60, İyodin-134, Sezyum-137, Stronsiyum-90 ve Radyum-226 gibi izotoplar akut olarak kemik iliği supresyonu, hematopoetik kök hücre hasarı ve lenfopeniye gibi ciddi yan tesirlere yol açabilirken kronik toksisitesiyle yıkıcı gen mutasyonlarına ve genetik tahribata yol açarlar. (Zhu & Qian, 2024). Radyoaktif atıkların yönetimi, çevresel salınımı ve dolayısıyla insan maruziyetini en aza indirmek amaçlanarak bilimsel ve yasal kılavuzlara uygun şekilde gerçekleştirilmelidir (Menon & Kumar, 2019).

Küresel iklim değişikliği ve fay hatlarındaki hareketlilikler, endüstriyel tesisleri ve kimyasal depolama alanlarını büyük bir risk altına sokmaktadır (Gomez et al., 2020). İran'ın Tahran bölgesi için yapılan Rapid-N modelli bir risk değerlendirmesi çalışmasında; 7.5 büyüklüğündeki olası bir depremin, bir kimyasal tesisteki H<sub>2</sub>S (Hidrojen Sülfür) gazı proses ünitelerini parçalamasıyla toksik gazın stabil atmosferik koşullarda tam 6.59 kilometrelik bir yarıçapa yayılabileceği ve on binlerce insanı zehirleyebileceği kanıtlanmıştır (Moghaddam et al., 2024). 6 Şubat depremlerinde altyapının almış olduğu büyük hasar temiz su kaynaklarına erişimi kısıtlanmış ve bu durum çeşitli su kaynaklı hastalıkların yayılmasına sebebiyet vermiştir (Kişi et al., 2025).

Risk değerlendirme süreçleri, farmasötikleri ve kimyasalları sadece tekil madde olarak değil bozunma ürünleri ve çevre ekosistemde oluşturdukları etkileşimleri de hesaba katarak değerlendirmelidir (Iavicoli et al., 2021). Kimyasal maddeler, farmasötikler ve bunların endüstriyel süreçlerinin yönetilemeyen riskleri hem ekosistemler hem de insanlar için geri döndürülemez felaketlere neden olmaktadır. Bu yüzden kimyasal ve farmasötik maddelerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki potansiyel risklerinin belirlenerek yönetilmesi önem taşımaktadır.

### **2.3. Uygun olmayan ilaç ve kimyasal kullanımına bağlı çevresel risklerin değerlendirilmesi**

Kimyasal ve farmasötik maddeler ekosistemlerde ve insan sağlığında ciddi hasarlar bırakma potansiyeline sahiptir. Uygun olmayan ilaçların endikasyon dışı aşırı reçetelenmesi bu ilaçların ev ortamında atık olarak muamele görmesine ve kontrolsüz şekilde doğaya salınmasına sebebiyet verebilmektedir. Geçmişte çevresel risk değerlendirmeleri yalnızca ilaçların etken maddelerine odaklanırken, güncel araştırmalar çevrede fotoliz, hidroliz ve biyolojik bozunma sonucu ortaya çıkan dönüşüm ürünlerinin ya da metabolitlerin bazen asıl etken maddeden çok daha tehlikeli boyutlarda çevresel kirliliğe sebep olabileceğini bizlere göstermektedir. Örneğin, antikanser ilaçlarından gemcitabine'in metaboliti olan 20-deoxy-20,20-difluorouridine, hastane atıklarında ana bileşikten çok daha yüksek konsantrasyonlarda ölçülmüştür (De Oliveira Klein, 2020). Bir steroid olmayan anti-inflamatuvar ilaç olan ve yaygın olarak kullanılan diklofenak, doğada mikrobiyal yollarla p-benzoquinone imine formuna dönüşmekte; bu ürün ise tortu ve biyofilmlere yüksek oranda tutunarak ekosistemde kalıcı hale gelmektedir (Ivshina et al., 2019). Non-steroid anti inflamatuvar ilaçların kullanım sıklığı göz önünde bulundurulduğunda bu ilaçların endikasyon dışı ve aşırı kullanımının insan sağlığına olduğu kadar atık ilaç olarak ve sekonder kimyasal ürünlerinin doğada bıraktığı zararların boyutlarının da bilinmesi gereklidir. Antiepileptik bir ilaç olan karbamazepin, doğada ağır şekilde metabolize olarak 30'a yakın yeni kimyasal forma dönüşür ve bu kimyasallar sucul organizmalar üzerinde ana bileşikten çok daha yüksek toksisite göstererek çevresel kirlenmelere neden olur (Riemenschneider et al., 2017).

Akarsu ve deniz yataklarında birikmiş, nispeten aktif olmayan durumdaki eski kirlilik yükleri, şiddetli fırtına ve taşkınlar sırasında yeniden harekete geçerek geniş alanlara taşınır. Örneğin ABD'de Harvey ve Florence kasırgalarında yaşanan aşırı yağışlar sonucu sel baskınları; kömür külü depolama havuzlarının, kimyasal tesislerin ve çok yüksek toksik atık içeren sahalarının taşmasına neden olmuştur (Aly et al., 2021; Berberian et al., 2024). Afet bölgelerinden alınan toprak ve su numunelerinde, yoğun kanserojen etkiye sahip PAH'ların,

ağır metallerin (arsenik, kurşun, civa) ve PCB'lerin normalin çok üzerinde konsantrasyonlara ulaştığı saptanmıştır (Bera et al., 2019). Aşırı sıcaklar gıda ve su hijyenini etkileyerek gıda zehirlenmelerini artırır ve gastrointestinal hastalıklarının yayılımını hızlandırır. Sıcaklık ve nem artışlarına bağlı olarak ilaç etkinliği bozulur ve mikotoksinler gibi toksik ara ürünlerin oluşum hızı artar (Zingales et al., 2022). İklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışlarının *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumoniae* gibi patojenlerde antimikrobiyal direnç gelişimini arttırdığına dair bilimsel kanıtlar afetlere farmakolojik yaklaşımda yönetilmesi gereken başka bir problemdir (MacFadden et al., 2017). İlaçların çevresel degradasyonu sonucu oluşan düşük ve subterapötik dozlardaki antibiyotik kirliliği de doğadaki bakterilerde mutasyon seçilimine neden olarak küresel antibiyotik direnci krizini körüklemektedir (Iavicoli et al., 2021). Kimyasal maddeler ve farmasötiklerin, atık yönetimi ve tedarik zinciri gibi endüstriyel süreçlerinin afet sırasında sağlıklı bir şekilde işlemesi halk sağlığını korumak açısından çok önemlidir ve yönetilemeyen risk faktörleri hem çevre sağlığı hem de insan sağlığı açısından büyük kayıplara neden olma potansiyeline sahiptir. Endüstriyel alanlar, atık su arıtma tesisleri, tıbbi atık depoları ve nükleer tıp merkezleri için sismik, sel ve kasırga risk faktörlerini birleştiren çoklu tehlike haritaları çıkarılmalıdır (Bathrellos et al., 2016). Son zamanlarda yeni teknolojik ürünler olarak geliştirilen olası bir afette kimyevi ve radyoaktif sızıntı alanlarını anlık olarak simüle eden nesnelerin interneti (IoT) teknolojileriyle destekli erken uyarı sistemlerinin afete hazırlık süreçlerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Rajendran et al., 2023).

Afet öncesi gerçekleştirilen risk değerlendirme süreçlerinde farmasötikler ve kimyasallar her zaman saflığını muhafaza etmiş tekil maddeler olarak değerlendirilmemelidir. Bu kimyasalların çevre koşullarında sekonder metabolitler bir diğer deyişle kimyasal karışımlar oluşturabilecekleri mutlaka hesaba katılmalıdır. Afet şartlarında saflığını ve etkinliğini yitirmiş ilaçlar sadece istenilen etkiyi göstermeyerek değil aynı zamanda ciddi toksisitelere sebebiyet verebilecek zararlı yan ürünler oluşturarak çevre ve insan sağlığını önemli ölçüde bozma potansiyeline sahiptir (Riemenschneider et al., 2017).

## Sonuç

Ülkemizde 17 Ağustos depremi, COVID-19 pandemisi ve 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri çok sayıda can kaybına sebebiyet vermiştir. Bu afetlerden çıkarılan dersler ve tecrübeler sağlık tesislerinin, belediyelerin ve ilgili tüm kurumların ilaç yönetimi ve kimyasal atık sistemlerinin afetlere bağlı ani kapasite artışlarını kaldırabilecek potansiyelde olması gerektiğini göstermektedir. Geçmiş tecrübelerden dersler çıkararak eğitim ve teçhizatla donatılmış personeli iyileştirilmiş altyapıyla afete hazır olması ilaç ve kimyasal

güvenliği açısından önemlidir. Aksi takdirde kriz anında etkili tedariki sağlanamayan, uygun şartlarda depolanmayan, doğaya dökülen ilaçlar ve kimyevi atıklar hali hazırdaki afet durumunu şiddetlendiren yeni bir halk sağlığı afetine yol açacaktır.

## Kaynakça

- Aburas, W., & Alshammari, T. (2020). Pharmacists' roles in emergency and disasters: COVID-19 as an example. *Saudi Pharmaceutical Journal : SPJ*, 28, 1797 - 1816. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2020.11.006>.
- Alomi, Y., Alamri, N., Alrasheedi, B., Sabah, M., Otaibi, A., Hakami, M., Alzaid, S., Kenani, R., Al Abdullatif, A., Jasser, A., & Mughira, I. (2024). Pharmacy Safety and Occupational Health: Crisis and Disaster Management. *International Journal of Pharmacology and Clinical Sciences*. <https://doi.org/10.5530/ijpcs.2023.12.16>.
- Aly, N., Casillas, G., Luo, Y., McDonald, T., Wade, T., Zhu, R., Newman, G., Lloyd, D., Wright, F., Chiu, W., & Rusyn, I. (2021). Environmental impacts of Hurricane Florence flooding in Eastern North Carolina: Temporal analysis of contaminant distribution and potential human health risks. *Journal of exposure science & environmental epidemiology*, 31, 810 - 822. <https://doi.org/10.1038/s41370-021-00325-5>.
- An, J., & Zhuo, B. (2023). Transportation and Reserve of Emergency Medical Supplies during Public Health Events. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app131810171>.
- Azzam, E., Jay-Gerin, J., & Pain, D. (2012). Ionizing radiation-induced metabolic oxidative stress and prolonged cell injury.. *Cancer letters*, 327 1-2, 48-60 . <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2011.12.012>.
- Balaban, M., Doğulu, C., Akdede, N., Akoglu, H., Karakayalı, O., Yılmaz, S., Yılmaz, S., Ajobiwe, T., Güzel, S., İkizer, G., Akin, M., Ünal, Y., & Karancı, A. (2024). Emergency response, and community impact after February 6, 2023 Kahramanmaraş Pazarcık and Elbistan Earthquakes: reconnaissance findings and observations on affected region in Türkiye. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 23, 1053 - 1081. <https://doi.org/10.1007/s10518-024-01867-3>.
- Bastani, P., Sadeghkhani, O., Bikine, P., Mehralian, G., Samadbeik, M., & Ravangard, R. (2023). Medication supply chain resilience during disasters: exploration of causes, strategies, and consequences applying Strauss and Corbin's approach to the grounded theory. *Journal of Pharmaceutical Policy and Practice*, 16. <https://doi.org/10.1186/s40545-023-00604-6>.
- Bathrellos, G., Skilodimou, H., Chousianitis, K., Youssef, A., & Pradhan, B. (2016). Suitability estimation for urban development using multi-hazard assessment map.. *The Science of the total environment*, 575, 119-134 . <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.025>.
- Bayram, H., Rastgeldi Dogan, T., Şahin, Ü.A. and Akdis, C.A. (2023), Environmental and health hazards by massive earthquakes. *Allergy*, 78: 2081-2084. <https://doi.org/10.1111/all.15736>
- Bera, G., Camargo, K., Sericano, J., Liu, Y., Sweet, S., Horney, J., Jun, M., Chiu, W., Rusyn, I., Wade, T., & Knap, A. (2019). Baseline data for distribution

- of contaminants by natural disasters: results from a residential Houston neighborhood during Hurricane Harvey flooding. *Heliyon*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02860>.
- Berberian, A., Morello-Frosch, R., Karasaki, S., & Cushing, L. (2024). Climate Justice Implications of Natech Disasters: Excess Contaminant Releases during Hurricanes on the Texas Gulf Coast. *Environmental Science & Technology*, 58, 14180 - 14192. <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c10797>.
- Chaudhary, M. T., & Piracha, A. (2021). Natural Disasters—Origins, Impacts, Management. *Encyclopedia*, 1(4), 1101-1131. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia1040084>
- Ching, C., Fuzail, M., Zaman, M., & Wirtz, V. (2023). Compliance of good storage practices of pharmacies and medicine outlets: a scoping review. *Journal of Pharmacy Practice and Research*, 53. <https://doi.org/10.1002/jppr.1854>.
- Clark, S., Anenberg, S., & Brauer, M. (2024). Global Burden of Disease from Environmental Factors.. Annual review of public health. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-071823-105338>.
- Clevers, M. (2004). Mixture toxicity of the anti-inflammatory drugs diclofenac, ibuprofen, naproxen, and acetylsalicylic acid.. *Ecotoxicology and environmental safety*, 59 3, 309-15 . [https://doi.org/10.1016/s0147-6513\(03\)00141-6](https://doi.org/10.1016/s0147-6513(03)00141-6).
- De Oliveira Klein, M., Serrano, S., Santos-Neto, Á., Da Cruz, C., Brunetti, I., Lebre, D., Gimenez, M., Reis, R., & Silveira, H. (2020). Detection of anti-cancer drugs and metabolites in the effluents from a large Brazilian cancer hospital and an evaluation of ecotoxicology. *Environmental pollution*, 115857 . <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115857>.
- Egawa, T., Watanabe, A., Nakano, T., Kubo, T., Nawata, R., Hayashida, Y., Raisen, N., Kataoka, Y., Kondo, H., & Koido, Y. (2019). Pharmaceutical Relief Activities at Western Japan Torrential Rain Disaster. *Prehospital and Disaster Medicine*, 34, s157 - s157. <https://doi.org/10.1017/s1049023x19003558>.
- Esposito, M., Palma, L., Belli, A., Sabbatini, L., & Pierleoni, P. (2022). Recent Advances in Internet of Things Solutions for Early Warning Systems: A Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22. <https://doi.org/10.3390/s22062124>.
- Fields, H., & Shaw, T. (2020). Looting during a time of civil unrest affects pharmacies on the South Side of Chicago. *Journal of the American Pharmacists Association*, 60, e39 - e40. <https://doi.org/10.1016/j.japh.2020.07.020>.
- Giuliani, S., Bellucci, L., Çağatay, M., Polonia, A., Piazza, R., Vecchiato, M., Pizzini, S., & Gasperini, L. (2017). The impact of the 1999 Mw 7.4 event in the İzmit Bay (Turkey) on anthropogenic contaminant (PCBs, PAHs and PBDEs) concentrations recorded in a deep sediment core.. *The Science of the total environment*, 590-591, 799-808 . <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.051>.

- Hamdi, A., Hatah, E., Bakry, M., Basari, A., & Hamdi, A. (2024). Operations management of pharmaceutical supply during preparedness and disaster response: A scoping review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104296>.
- Hanedar A, Çifçi Dİ, Zafer N, Görgün E. The impact of COVID-19 pandemic in medical waste amounts: a case study from a high-populated city of Turkey. *J Mater Cycles Waste Manag*. 2022;24(5):1760-1767. doi: 10.1007/s10163-022-01428-3. Epub 2022 May 23. PMID: 35645611; PMCID: PMC9125539.
- Health Product Policy and Standards Medicines Selection IP and Affordability. Guidelines for Medicine Donations Revised 2010. *WHO Libr Cat Data*. Published online 2011. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241501989>
- Hudoshyna, O., & Kurdil, N. (2024). Optimization and standardization of the work of a health care facility during a chemical accident. *Medicni perspektivi*. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2024.2.307700>.
- Hussain, E., Kalaycioglu, S., Milliner, C., & Çakır, Z. (2023). Preconditioning the 2023 Kahramanmaraş (Türkiye) earthquake disaster. *Nature Reviews. Earth & Environment*, 4, 287 - 289. <https://doi.org/10.1038/s43017-023-00411-2>.
- Iavicoli, I., Fontana, L., Agathokleous, E., Santocono, C., Russo, F., Vetrani, I., Fedele, M., & Calabrese, E. (2021). Hormetic dose responses induced by antibiotics in bacteria: A phantom menace to be thoroughly evaluated to address the environmental risk and tackle the antibiotic resistance phenomenon.. *The Science of the total environment*, 798, 149255 . <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149255>.
- Ivshina, I., Tyumina, E., Kuzmina, M., & Vikhareva, E. (2019). Features of diclofenac biodegradation by *Rhodococcus ruber* IEGM 346. *Scientific Reports*, 9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45732-9>.
- İstanbullu ve Turunç Özoğlu, Afetlerde eczacılık İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi 2023;8(2): 735-739
- Khanizade, A., Moslehi, S., Dowlati, M., Moradimajd, P., & Moradian, M. (2025). Preparedness dimensions and components of emergency medical services in chemical hazards: a systematic review. *BMC Emergency Medicine*, 25. <https://doi.org/10.1186/s12873-025-01180-5>.
- Kim, M., & Cho, G. (2020). Influence of Evacuation Policy on Clearance Time under Large-Scale Chemical Accident: An Agent-Based Modeling. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249442>.
- Konyalıoğlu, A., Bereketli, I., Ozcan, ., & Shabani, M. (2024). A novel spherical fuzzy AHP method to managing waste from face masks and glo-

- ves: an Istanbul-based case study. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 22, 4229 - 4248. <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05871-7>.
- Kosari, S., Walker, E., Anderson, C., Peterson, G., Naunton, M., Martinez, E., Garg, S., & Thomas, J. (2018). Power outages and refrigerated medicines: The need for better guidelines, awareness and planning. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 43, 737 - 739. <https://doi.org/10.1111/jcpt.12716>.
- Lee, K., Kwon, H., Cho, S., Kim, J., & Moon, I. (2016). Improvements of safety management system in Korean chemical industry after a large chemical accident. *Journal of Loss Prevention in The Process Industries*, 42, 6-13. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2015.08.006>.
- Li, X., Shen, X., Jiang, W., Xi, Y., & Li, S. (2024). Comprehensive review of emerging contaminants: Detection technologies, environmental impact, and management strategies.. *Ecotoxicology and environmental safety*, 278, 116420 . <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116420>.
- MacFadden, D., McGough, S., Fisman, D., Santillana, M., & Brownstein, J. (2017). Antibiotic Resistance Increases with Local Temperature. *Open Forum Infectious Diseases*, 4, S179 - S179. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0161-6>.
- Maculewicz, J., Kowalska, D., Świacka, K., Toński, M., Stepnowski, P., Białk-Bielińska, A., & Dołżonek, J. (2021). Transformation products of pharmaceuticals in the environment: Their fate, (eco)toxicity and bioaccumulation potential. *Science of the total environment*, 802, 149916 . <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149916>.
- McMullan, J., Droege, C., Blakeman, T., Fowler, J., Mueller, E., Smith, M., & Foertsch, M. (2025). Physical and pharmacostability of 15 essential medications in cold and ultracold environments.. *The journal of trauma and acute care surgery*. <https://doi.org/10.1097/ta.0000000000004648>.
- Melín, K., & Rodríguez-Díaz, C. (2018). Community Pharmacy Response in the Aftermath of Natural Disasters: Time-Sensitive Opportunity for Research and Evaluation. *Journal of Primary Care & Community Health*, 9. <https://doi.org/10.1177/2150132718813494>.
- Menon, S., & Kumar, L. (2019). Weaponizing Radioactive Medical Waste - The Looming Threat. *International Journal of Nuclear Security*. <https://doi.org/10.7290/ijns050104>.
- Merve Kişi, Elif Akdemir, Aslı Metin Afet ve Risk Dergisi Cilt: 8 Sayı: 2, 2025 (496-512) e-ISSN: 2636-8390 DOI: 10.35341/afet.1526155
- Mesa-Gómez, A., Casal, J., & Muñoz, F. (2020). Risk analysis in Natech events: State of the art. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104071>.

- Miah, M., Mamun, M., Saif-Ur-Rahman, K., Rabby, A., & Zakaria, A. (2024). A qualitative exploration of purchasing, stockpiling, and use of drugs during the COVID-19 pandemic in an urban city of Bangladesh. *Public Health in Practice*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.puhip.2024.100477>.
- Nguyen, T., Lambert, P., Minhas, R., McEvoy, C., Deadman, K., Wright, P., Pranker, R., Mogatle, S., & Mcintosh, M. (2019). Temperature stability of oxytocin ampoules labelled for storage at 2°C–8°C and below 25°C: an observational assessment under controlled accelerated and temperature cycling conditions. *BMJ Open*, 9. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-029083>.
- Ochi, S., Hodgson, S., Landeg, O., Mayner, L., & Murray, V. (2014). Disaster-Driven Evacuation and Medication Loss: a Systematic Literature Review. *PLoS Currents*, 6.
- Rajendran, S., Jadhav, S., Praba, J., Muthukumar, D., Kiran, K., & Sharma, S. (2023). Leveraging the Internet of Things (IoT) for Disaster Management: Enhancing Resilience, Early Warning System in a Globally Connected World. 2023 9th International Conference on Smart Structures and Systems (ICSSS), 1-6. <https://doi.org/10.1109/icsss58085.2023.10407362>.
- Razak, S., Hignett, S., & Barnes, J. (2018). Emergency Department Response to Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosive Events: A Systematic Review. *Prehospital and Disaster Medicine*, 33, 543 - 549. <https://doi.org/10.1017/s1049023x18000900>.
- Rezapour, R., Doroudi, T., Azami-Aghdash, S., Jafarzadeh, D., & Derakhshani, N. (2025). Developing a conceptual framework for relief goods distribution during disasters: a multi-method qualitative study. *Journal of Health, Population, and Nutrition*, 44. <https://doi.org/10.1186/s41043-025-01016-9>.
- Riemenschneider, C., Seiwert, B., Moeder, M., Schwarz, D., & Reemtsma, T. (2017). Extensive Transformation of the Pharmaceutical Carbamazepine Following Uptake into Intact Tomato Plants.. *Environmental science & technology*, 51(11), 6100-6109. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b06485>.
- Rothkopf, A., Acimovic, J., & Goentzel, J. (2023). The impact of transportation capacity in pre-positioning humanitarian supplies. *Decis. Sci.*, 55, 456-473. <https://doi.org/10.1111/dec.12610>.
- Salgar, B., Bais, K., & Pawar, M. (2023). Review on Good Distribution Practices. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-8371>.
- Shafiei-Moghaddam, P., Jahangiri, K., & Hassani, N. (2024). Chemical release risk assessment in earthquake: Natech event scenario. *Heliyon*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28797>.
- Stratton, S. (2016). Access to Essential Medications During Disaster Events. *Prehospital and Disaster Medicine*, 31, 579 - 580. <https://doi.org/10.1017/s1049023x16001035>.

- Sun, H., Yao, J., Long, Z., Luo, R., Wang, J., Liu, S., Tang, L., & Wu, M. (2024). A new parameter for quantitatively characterizing antibiotic hormesis: QSAR construction and joint toxic action judgment.. *Journal of hazardous materials*, 479, 135767 . <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135767>.
- Şahin Ş, Üçgül İ Türkiye’de Afet Yönetimi ve İş Sağlığı Güvenliği 2(1), 2019, (43-63) *Journal of Disaster and Risk e-ISSN: 2636-8390*
- Tolun, L., Martens, D., Okay, O., & Schramm, K. (2006). Polycyclic aromatic hydrocarbon contamination in coastal sediments of the Izmit Bay (Marmara Sea): case studies before and after the Izmit Earthquake.. *Environment international*, 32 6, 758-65 . <https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.03.014>.
- Tullo, A. (2021). Hurricane Ida slams the US Gulf Coast. *C&EN Global Enterprise*. <https://doi.org/10.1021/cen-09932-buscon2>.
- Uzun, M., Gülpınar, G., & Iqbal, A. (2024). Exploring Volunteer Pharmacists’ Experiences in Responding to 2023 Türkiye Earthquakes: A Qualitative Phenomenological Study. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 18. <https://doi.org/10.1017/dmp.2024.48>.
- Wang, X., Zhang, X., & He, J. (2020). Challenges to the system of reserve medical supplies for public health emergencies: reflections on the outbreak of the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic in China.. *Bioscience trends*. <https://doi.org/10.5582/bst.2020.01043>.
- Wood, F., Hicks, J., Wilkinson, R., Hartley, R., & Lowe, J. (2024). Orientation affects the integrity of glass ampoules of 1 in 1000 adrenaline on exposure to very low temperatures. *International Journal of Circumpolar Health*, 83. <https://doi.org/10.1080/22423982.2024.2309756>.
- Zhu, A., Wang, X., Fan, Y., & Liang, L. (2025). Value-based disposal mechanism for relief supply returns in post-disaster humanitarian logistics. *Journal of the Operational Research Society*, 76, 2169 - 2182. <https://doi.org/10.1080/01605682.2025.2460659>.
- Zhu, H., & Qian, H. (2024). Healthful nutrition as a prevention and intervention paradigm to promote radiation resistance and human health. *Food Frontiers*. <https://doi.org/10.1002/fft2.331>.
- Zingales, V., Taroncher, M., Martino, P., Ruiz, M., & Caloni, F. (2022). Climate Change and Effects on Molds and Mycotoxins. *Toxins*, 14. <https://doi.org/10.3390/toxins14070445>.
- Zuckerman, A., Patel, P., Sullivan, M., Potts, A., Knostman, M., Humphreys, E., O’Neal, M., Bryant, A., Torr, D., Lobo, B., Peek, G., Kelley, T., Manfred, J., Tomichek, J., Crothers, G., Catlin, R., Brumagin, H., Hughes, L., & Hayman, J. (2020). From natural disaster to pandemic: A health-system pharmacy rises to the challenge. *American Journal of Health-System Pharmacy: AJHP*, 77, 1986 - 1993. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxaa180>.

