



**DIGITECH**  
DEİK/DİJİTAL TEKNOLOJİLER  
İŞ KONSEYİ

# AFET TEKNOLOJİLERİ RAPORU

Dünyada ve Türkiye'de  
Afet Teknolojilerinin Durumu ve Geleceği

EKİM 2024

## İÇİNDEKİLER

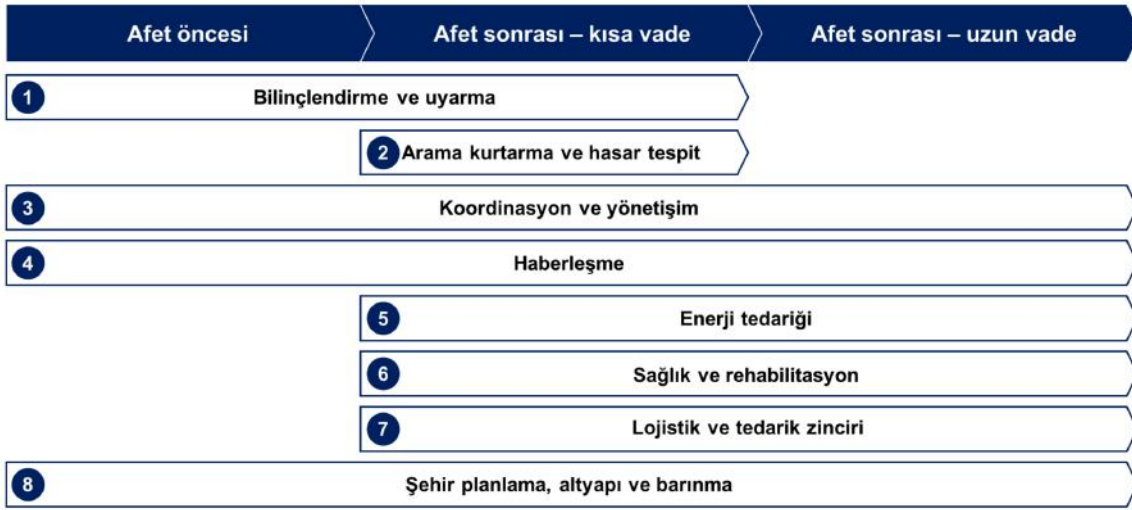
- 1. Yönetici özeti**
- 2. Giriş**
  - a. Raporun amacı
  - b. Katkıda bulunanlar – Teşekkür
- 3. Afetler ve Türkiye**
  - a. Türkiye'nin afet geçmişi
    - i. En sık görülen afetler
    - ii. Son 25 yılda görülen büyük afetler ve etkileri
    - iii. Afet yönetiminde ana odak alanları
  - b. Afet yönetim stratejisi
- 4. Afet Teknolojileri**
  - a. Afetlerde teknolojinin kullanımı ve önemi
  - b. Ana odak alanlarında öne çıkan afet teknolojileri
    - i. Bilinçlendirme ve uyarma
    - ii. Arama kurtarma ve hasar tespit
    - iii. Koordinasyon ve yönetim
    - iv. Haberleşme
    - v. Lojistik ve tedarik zinciri
    - vi. Enerji tedarigi
    - vii. Sağlık ve rehabilitasyon
    - viii. Şehir planlama, barınma ve altyapı
- 5. Sonuç**
- 6. Ekler**
- 7. Kaynakça**

## YÖNETİCİ ÖZETİ

Türkiye'nin jeolojik ve topografik konumu, ülkeyi doğal afetlere daha yatkın hale getirmektedir. Bu durum, afetler sonucunda ülkede önemli ölçüde can ve mal kaybına sebep olabilmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'deki kamu kurumları, sivil toplum kuruluşları ve özel sektör, afetlerle daha etkin bir mücadele ve afet sonrası tahribatın en aza indirilmesi için birlikte stratejiler geliştirmeye yönelik çaba sarf etmektedirler.

Bu stratejilerin başarılı bir şekilde hayata geçirilmesi, güçlü bir teknoloji altyapısına ve bu

teknolojileri etkin bir şekilde kullanabilecek insan kaynağına bağlıdır. Türkiye, bu bağlamda afet teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanılması için önemli adımlar atmaktadır. Afet teknolojilerinin incelenmesi sonucunda, bu teknolojilerin afet öncesi, afet sonrası kısa vade ve afet sonrası uzun vadede sekiz ana odak alanına evrildiği ve yirminin üzerinde farklı kullanım alanında rol aldığı görülmektedir. Bu teknolojilerin kullanım alanları incelendiğinde ise büyük oranda 'afet sonrası' durumlara odaklanıldığı gözlemlenmiştir.



Türkiye’de 10’un üzerinde farklı teknoloji, afetlerle mücadelede sıklıkla kullanılmakta olup, bunlardan özellikle yapay zekâ ile el ele gelişen robotik ve otomasyon teknolojileri gelişime öncelik edip her üç afete müdahale kullanım alanından birinde görülmektedir. Bu teknolojiler, verimliliği artırma, haritalama ve veri toplama süreçlerini hızlandırma ve doğrudan arama kurtarma süreçlerine dahil olup can kayıplarını en aza indirme olanağı sağlamaktadır.

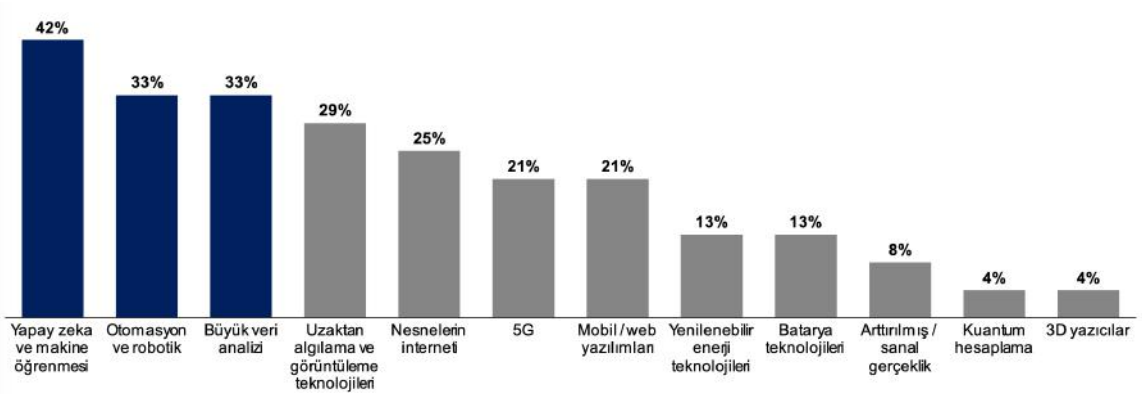
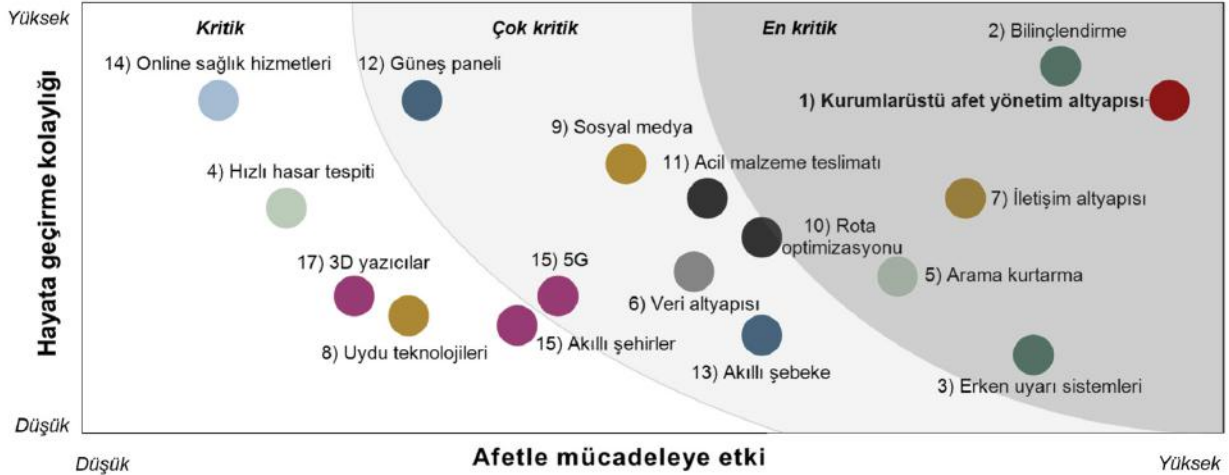
Afetlerle mücadelede yukarıda belirtilen teknolojiler global ölçekte farklı alanlarda kullanılmaktadır. Afet teknolojilerinin kullanıldığı 8 ana odak alanındaki global örnekler incelendiğinde bazıları göze çarpmaktadır:

Bilinçlendirme ve uyarma: Merkezi erken uyarı sistemlerinin ileri düzey yapay zekâ, nesnelerin interneti gibi teknolojilerle kuru-

larak afetlerin önceden saptanması ve önlem alınması. Örneğin, Amerika’da Pano AI şirketi tarafından ormanlara yerleştirilen akıllı sensörler ve yapay zekâ araçlarıyla oluşturulan hızlı analizlerle hayata geçirilmiş ve yangınların erkenden saptanıp aksiyon alınmasına katkıda bulunmuştur

Arama kurtarma ve hasar tespit: Afet sonrasında enkaz altının yapay zekâ ve robotik yardımıyla dışardan görüntülenmesi ve yaralıların tespiti. Örneğin, ülkemizde ve diğer ülkelerde kullanılan NASA Finder aracı, depremlerde göçük altında kalan insanları gönderdiği sinyallerle kalp atışlarından tespit ederek doğru lokasyon bilgisi sağlamaktadır

Koordinasyon ve yönetim: Merkezi ve efektif bir afet yönetim sisteminin oluşturulması ve tüm kamu paydaşlarıyla entegre





edilmesi. Örneğin, bu alanda önde gelen bir ülke olan Japonya, bütünsel afet yönetim sistemini içerisine dahil ettiği erken uyarı sistemi, coğrafi bilgi sistemleri, kriz haritalama sistemi, hasar tespit sistemi gibi yapılarla inşa etmiştir. Bu sistemler sayesinde, merkezi bir yapıda çeşitli paydaşlardan bilgi toplama ve bilgi alışverişi etkin şekilde sağlanmıştır. Japonya, afetlerde kriz yönetimini tek bir çatı altında toplamış, örneğin tüm belediyeleri sisteme aktif şekilde dahil ederek çok çeşitli kamu paydaşlarını sisteme entegre edebilmiştir.

**Haberleşme:** Yapay zeka sohbet robotları aracılığıyla afet sonrası anlık bilgi toplanması ve bu bilgilerin afetlere müdahalede kolaylaştırıcı / hızlandırıcı olarak kullanılması. Örneğin, afet durumunda sosyal medya kullanıcılarıyla etkileşime geçen ve kritik bilgilerin toplanıp analiz edilmesini sağlayan yapay zekâ destekli sohbet robotu SOCCA, Japonya'da depremlerden sonra kullanılmış ve afetzedelerden kritik bilgilerin hızla toplanıp analiz edilmesini sağlamıştır. Bu bilgiler sayesinde afetzedelerin konum ve risk bilgileri hızla toplanıp afete müdahaleye hız kazandırılmıştır.

**Lojistik ve tedarik zinciri:** Afet anında farklı teknolojiler (yapay zekâ, kuantum hesaplama teknikleri, vb.) kullanarak araçlar ve yayalar için en optimal rotanın / kaçış yollarının hesaplanması. Örneğin, İsviçreli Terre Quantum firması tarafından uygulanan Japonya'da depremlere karşı kaçış yolu simülasyonları geliştirilmiştir. Bu simülasyonda, kuantum hesaplama ve yapay zeka aracılığıyla çok farklı senaryolar aynı anda hesaplanarak kısa sürede bir kaçış rotası oluşturulabilmiştir.

**Enerji tedarigi:** Afet anında oluşan elektrik kesintilerinde önceden depoladıkları enerjiyi kullanıma sunan sabit bataryaların devreye alınması. Örneğin, Amerikan

elektrikli araç şirketi Tesla'nın Powerwall cihazı, evlerde bulunan güneş enerjisi veya genel elektrik şebekesine bağlı bulunur ve oluşabilecek ani kesintilere karşı depoladığı fazla enerjiyi kullanıma sunar. Bu sayede afetlerden sonra uzun süre dahi sabit batarya enerjisiyle elektrik ihtiyacı karşılanabilir.

**Sağlık ve rehabilitasyon:** Geleneksel sağlık uygulamalarına ilaveten, mobil uygulamalar ve internet aracılığıyla online sağlık ve terapi servislerinin ulaştırılması. Örneğin, Amerikan Teladoc Health gibi önde gelen şirketlerce afetzedelere hızlı ve online sağlık hizmeti verilmekte; böylece afetzedelerin ihtiyaç duyduğu acil hizmetler ivedilikle ulaştırılmaktadır. Depremzedelerin doğrudan sağlık hizmetleri dışında psikolojik ve sosyal desteğe de ihtiyaç duyduğu afet sonrasında online terapi ve destek hizmetleri bilhassa yararlı olmaktadır.

**Şehir planlama, barınma ve altyapı:** 5G teknolojisi ve nesnelerin internetinin binalara ve şehrin altyapısına entegre edilerek afetlerin şiddeti, yeri, zamanı hakkında daha doğru ve vakitli bilgi edinilmesi ve akıllı şehirlerin oluşturulması. Örneğin, Japonya hükümetinin NEC firmasıyla işbirliğinde deniz altı ve üstündeki yapılara (köprüler, yüksek binalar vb.) akıllı sensörler yerleştirmiştir. Böylece afetlerin yapılar üzerinde oluşturduğu etkinin farklı boyutlarda anlaşılmasıyla afet sonrasında hızlı ve otomatize aksiyonların alınması kolaylaştırılmıştır.

Globalde karşımıza çıkan bu örnekler, halihazırda Türkiye'de de kısmen veya tamamen kullanılan teknolojilere ilave olarak öne çıkmaktadır. Bu inovatif örnekler, ülkemizde gelecekteki afet teknolojileri uygulamalarına da ışık tutacak, afetle mücadele çabalarını destekleyecek ve Türkiye'yi bu alandaki en yetkin ülkelerden biri haline getirecektir.

## GİRİŞ

### RAPORUN AMACI

Ülkemiz Türkiye, yüzyıllardan beri deprem, sel, yangın gibi birçok doğal afete maruz kalan bir coğrafyada bulunmaktadır. Bu afetlerle mücadelede bugüne dek çeşitli yöntemler geliştirilmiş, uygulanmış ve birtakım sonuçlar alınmıştır. Teknoloji ise bu mücadelenin çeşitli aşamalarında kullanılmış ve kullanılmaya devam etmektedir. Günümüzde afetlerle mücadelenin en önemli unsurlarından birini oluşturan teknoloji ve teknolojinin doğru kullanımı, afetlerle mücadelenin gün geçtikçe etkisini daha da artırmaktadır. Dünyada ve ülkemizde teknolojinin doğru ve etkili kullanımı, afetlerde alınan hasarı ve karşılaşılan kayıpları büyük ölçüde azaltabilmekte ve binlerce insanın hayatına doğrudan etki edebilmektedir. Bu bağlamda, afet teknolojilerinin ne olduğunu ve bu teknolojilerin

en doğru kullanımını bilmek, afetlere hazırlık sürecinde ve afet sonrasında alınacak hızlı aksiyonlar ile uzun vadede toparlanma için hayati önem taşımaktadır.

“Afet Teknolojileri” raporuyla konu hakkında hem dünyada ve ülkemizde afetlerde kullanılan teknolojilerin neler olduğunu gün yüzüne çıkarıyor hem de ülkemizde bu teknolojilerin yaygınlaşmasında gördüğümüz fırsatları ortaya koyuyoruz. Bu fırsatların doğurduğu ihtiyaç ve riskleri de Türkiye perspektifinden değerlendiriyoruz. Afet Teknolojilerini teknolojiye gereksinim duyulan zaman ve kullanım alanlarına göre tasnif ederek dileyenlerin ulaşabileceği ve konu hakkında danışabileceği bir kitapçık oluşturuyoruz. Böylelikle raporun Afet Teknolojilerinin kullanım alanları ve en iyi örneklerini sağlam bir çerçeveye oturtup ülkemiz için de bir yol gösterici olmasını temenni ediyoruz.



## KATKIDA BULUNANLAR – TEŞEKKÜR



TÜRKİYE CUMHURİYETİ CUMHURBAŞKANLIĞI  
**DİJİTAL DÖNÜŞÜM OFİSİ**



**T.C. TİCARET BAKANLIĞI**



**T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI**



**T.C. MİLLÎ SAVUNMA  
BAKANLIĞI**

- Teknopark İstanbul
- Bilişim Vadisi
- İTÜ Arı Teknokent
- ODTÜ Teknokent
- Cumhuriyet Teknokent
- Van Wassenhove – INSEAD Üniversitesi
- Burcu Balcık - Özyeğin Üniversitesi
- Vishal Shete & Ayush Joshi Tripathi - Terrequantum

Değerli katkıları için Bain & Company İstanbul Ofisi'ne teşekkür ederiz.



## AFETLER VE TÜRKİYE

### TÜRKİYE’NİN AFET GEÇMİŞİ

#### En Sık Görülen Afetler

Afet, insanlar üzerinde maddi ve manevi yıkıma sebep olan olaylara verilen isimdir. Afetle daha çok doğal afetler kastedilmekte olup içerisinde bulunduğumuz coğrafya da doğal afetler açısından hareketli bir konumdadır. Türkiye, hem jeolojik afetler olan deprem, heyelan gibi afetlerin odağında olup hem de meteorolojik afetlerden olan yangın, sel, kuraklık, çığ gibi afetlerin de sıkça görüldüğü bir ülkedir. Ülkemiz, yüzyıllardan beri birçok afetten fazlasıyla etkilenmiş ve bu afetler sonucunda büyük mal ve can kayıpları yaşamıştır. Ancak bu afetler içerisinde gerek can kaybı gerek maddi hasarın büyüklüğü açısından ülkeyi en çok etkileyen ve hassasiyetle ele alınması gereken afetler öncelikli olarak deprem, sel ve yangınlardır.

Deprem, ülkemizde yarattığı maddi ve manevi hasar ve etki bakımından açık şekilde

en büyük paya sahip olan afettir. 2023 Şubat ayında yaşanan Kahramanmaraş depremleri ülkemizdeki deprem gerçeğini bir kez daha ortaya koymuş ve deprem konusunda çalışmalarına ne kadar ihtiyaç duyulduğunu acı bir şekilde göstermiştir. Depremin öncesinde hazır olması gereken altyapı sistemleri, koordinasyon sistemi, arama kurtarma ekipleri ve sonrasında hasar tespit, rehabilitasyon, altyapı güçlendirme, iletişim sistemleri gibi konuları ele alıp buralardaki en iyi teknolojik uygulamaları ortaya koymak büyük önem taşımaktadır. Gelecekte depremlerden ülkemizin daha az etkilenmesini, daha az kayıp vermesini sağlamak için deprem öncesi ve sonrasındaki teknolojik uygulamaları kullanmak bir gereklilik olmuştur. Bu minvalde, bu rapor deprem teknolojilerini ana odak olarak belirlemiş ve buradaki teknolojik gelişmeleri derinlemesine inceleyecektir.

Yangın, Türkiye’nin özellikle Akdeniz ve Ege kıyılarında etkili olan ve özellikle maddi



açıdan büyük hasara yol açan bir afettir. Son yıllarda iklim değişikliği ve hava sıcaklıklarının anormal derecede artışı da orman yangınlarını tetiklemektedir. Dünya yüzeyinin sıcaklığı son yüzyılda yaklaşık 1 °C artış göstermiştir. Bu artış anormal iklim şartlarını da tetiklemiş ve ülkemizde de orman yangınları sayısı artış göstermiştir. Her ne kadar orman yangınlarına insan etkisi de olabilse de yangınlar daha çok aşırı sıcaklarda ortaya çıkarlar. Bu sebeple orman yangınlarına önceden önlem alınmalı ve yangın sonrasında alınacak aksiyonları belirlenmelidir. Yangınlarla mücadelede teknolojinin kullanımı da hem yangın önleme hem yangına müdahalede kurtarıcı rol oynamaktadır. Bu alandaki teknolojik gelişmeleri belirlemek için raporda odaklanılacak bir diğer afet yangınlar olacaktır.

Sel, Türkiye'nin özellikle Karadeniz kıyılarında etkili olan bir afet olsa da son yıllarda ülkenin çeşitli yerlerinde de etkisini göstermeye baş-

lamıştır. Maddi ve manevi yüksek hasarlara yol açabilen sel felaketi doğru altyapı ve teknoloji kullanımıyla büyük oradan önlenebilir bir afettir. Bu sebeple doğru teknolojilerin kullanımı selin etkilerini minimuma indirebilir. Raporda son olarak ele alınacak afet de sel olup buradaki kazanımlar ve potansiyel teknolojiler de ele alınacaktır. Küresel ısınmanın bir sonucu olarak, Akdeniz, 2010-2021 yılları arasında 60 mm yükselmiştir. Uzun vadede bu trendin devam etmesi halinde, bölgede daha çok sel meydana riski bulunmaktadır.

### **Son 25 Yılda Görülen Büyük Afetler ve Etkileri**

Geçmişten beri afetlere alışkın olan Türkiye'de 21. yüzyılda afetlerin boyutları hem insan ihmaliyle hem küresel ısınma ve iklim değişikliği öngörülemez boyutlara ulaşmıştır. Hatırlatmak gerekirse, yakın zamanda Türkiye'de yaşanan ve büyük etki yaratan deprem, sel ve yangınlardan birkaçı şöyledir:



### **1999 Gölcük (Marmara) Depremi**

Bu yüzyıla hemen girmeden yaşanan 17 Ağustos Gölcük (Marmara) Depremi, cumhuriyet tarihinin gördüğü en büyük depremlerden biri olmuştur. 7.8 büyüklüğünde gerçekleşen deprem 17,000'den fazla insanın ölümüne yol açmış, on binlerce insanı da evsiz bırakmıştır. Marmara Depremi, Türkiye'deki deprem gerçeğini çok net bir biçimde ortaya koymuş ve kamuoyunda deprem konusunda bilincin artması gerekliliğini göstermiştir. Gölcük Depremi, Türkiye'nin deprem riski taşıyan bölgelerinde yapı stokunun güçlendirilmesi ve binaların depreme dayanıklı hale getirilmesi gerekliliğini vurgulamıştır. Deprem sonrasında Türkiye'de afet yönetimi, acil müdahale ve afet hazırlığı gibi alanlarda çalışmalar artmış ve bu alanlarda düzenlemeler yapılması hızlandırılmıştır. Deprem bilincinin artırılması için eğitim kampanyaları ve deprem konusunda halka yönelik farkındalık çalışmaları daha da önem kazanmıştır.

### **1999 Düzce Depremi**

Büyük Marmara Depreminin yaraları bölgede henüz sarılmaya başlanırken yaklaşık 3 ay sonra 12 Kasım 1999'da gerçekleşen Düzce Depremi, Türkiye'ye ikinci bir büyük şok yaşattır. 7.5 büyüklüğünde gerçekleşen deprem sonucunda 700'den fazla insan hayatını kaybederken binlerce insan yaralanmıştır. Düzce Depremi, Marmara Depreminin beraber 199 yılını depremler senesi olarak Türkiye tarihine kazımıştır.

### **2011 Van Depremleri**

Van ve çevresinde meydana gelen 23 Ekim 2011 tarihli Van-Erciş merkezli deprem ile 9 Kasım 2011 tarihli Van-Edremit merkezli deprem, oldukça şiddetli bir şekilde hissedilmiş ve bölgedeki yapı stoğu nedeniyle büyük yıkıma ve çok sayıda can kaybına neden olmuştur. Bu iki depremde toplam 644 kişi hayatını kaybetmiş, 1.966 kişi yaralanmış ve

252 kişi enkazlardan kurtarılmıştır. Depremle beraber Van il sınırları içinin aynı zamanda heyelan, su baskını, kaya düşmesi ve çığ düşmesi gibi afetler için riskli bölgeler olduğu ortaya konulmuştur. Depremlerin çevre illerde aynı büyüklükte hissedilmemesi daha büyük kayıpların oluşmasını önlemiş olsa da Van depremleri Türkiye'nin gördüğü en büyük depremlerden biri olarak tarihe geçmiştir.

### **2021 Manavgat Orman Yangınları**

28 Temmuz 2021 tarihinde Antalya'nın Manavgat ilçesinde başlayan yangın, Akseki, Alanya, Gazipaşa, Gündoğmuş ve Taşığıl bölgelerinde de etkili olmuş ve yaklaşık 60 bin hektarlık alan zarar görmüştür. Türkiye tarihinin gördüğü en büyük yangın olarak nitelendirilen Manavgat yangını ancak 10 günlük bir sürede söndürülebilmştir. Türkiye'nin yangınlara karşı daha etkin ve çevik hareket etmesinin gerekliliği bu yangınla iyice ön plana çıkmıştır.

### **2021 Kastamonu Sel Felaketi**

Türkiye tarihinin en büyük felaketlerinden biri olan, Kastamonu Sinop ve Bartın illerinde büyük hasara yol açan sel felaketinde 97 vatandaşımız hayatını kaybetmiştir. Özellikle Kastamonu'nun Bozkurt ilçesinde etkili olan seller özellikle kırsal bölgelerde birçok evin, köprü'nün, yolların yıkılmasına sebep olmuştur. İlçede bulunan Ezine Çayı'nın taşmasıyla çay boyunca yapılan yapılarda yıkılmalar ve göçükler meydana gelmiştir. Kastamonu'da yaşanan sel, Türkiye'de son dönemde yaşanan en büyük sel felaketi ve en yüksek can kaybına yol açan sel olmuştur.

### **2023 Kahramanmaraş Depremleri**

Cumhuriyet tarihinin en yıkıcı depremleri olarak kayda geçen 2023 Kahramanmaraş depremleri, 6 Şubat 2023 tarihinde, aralarında dokuz saatlik bir farkla olmak üzere, sırasıyla Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde meydana gelmiştir. Türkiye'de en az 50 bin kişi hayatını kay-

betmiş, toplamda 122 binden fazla kişi yaralanmıştır. Depremleri takip eden süreçte, büyüklüğü 6,7 Mw 'e kadar varan 38 binden fazla artçı sarsıntı yaşanmıştır. Kahramanmaraş depremi, Türkiye'de 21. yüzyılın en büyük depremi olmuştur. Deprem sonrasında sosyal medya arama kurtarma çalışmalarında büyük rol oynamış, teknolojik cihazlarla arama kurtarma çalışmalarına destek verilmiştir. Profesyonel gazetecilerin yanı sıra, vatandaşlar da bilgi üretim sürecine katkıda bulunmuş ve bilginin yayılmasında hem geleneksel medya hem de sosyal medya platformları önemli bir rol oynamıştır. Özellikle Kahramanmaraş, Gaziantep, Şanlıurfa, Diyarbakır, Adana, Adıyaman, Osmaniye, Hatay, Kilis, Malatya ve Elazığ şehirleri depremde etkilenen şehirlerin başında gelmişlerdir. Afetlere hazırlığın ve afet sonrasındaki çalışmaların önemini göstermede Kahramanmaraş depremleri Türkiye için bir uyarıcı nitelikte olmuştur.

### 2023 Şanlıurfa – Adıyaman Sel Felaketi

15 Mart 2023 tarihinde Türkiye'nin güneydoğusunda aşırı yağışlar sonucu sel ve su baskınları oluşmuştur. Özellikle Adıyaman ve Şanlıurfa illerini vuran sellerde toplam 21 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu iki ilde, 3 binden fazla kişinin evleri, iş

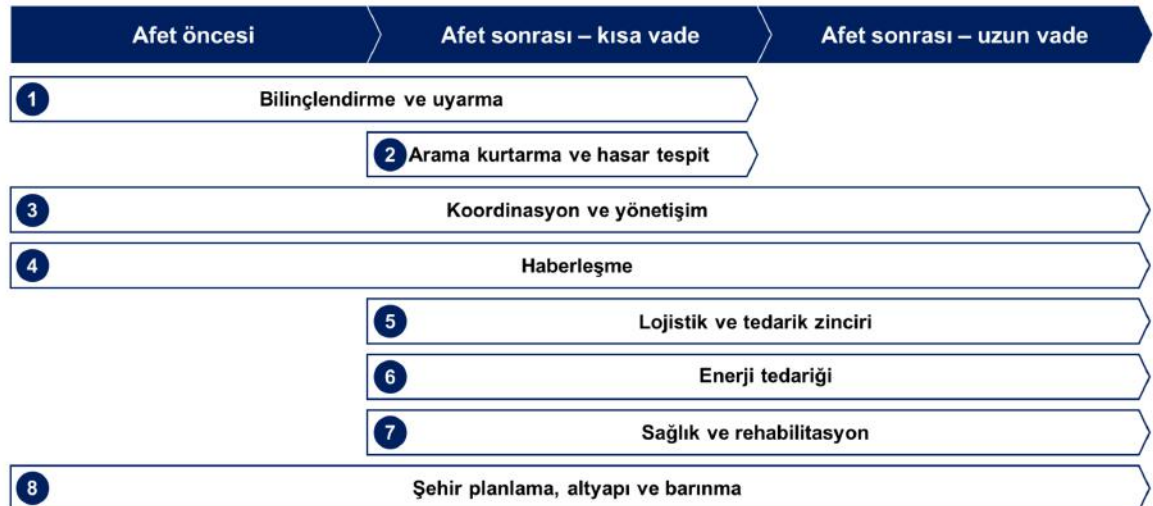
yerleri, araçları ve çeşitli ev eşyalarında zarar meydana geldiği belirtilmiştir. 2023 Kahramanmaraş depremlerinin ardından, pek çok bölgede kurulan çadır ve konteynerler selden etkilenmiştir ve su altında kalmıştır. Bu felaket depremlerden sonra kurulan geçici yerleşimler uygun yerlere ve doğru şekilde kurulmasının önemini de göstermiştir.

### Afet Yönetiminde Ana Odak Alanları

Yukarıda bahsedilen büyük afetler ve birçok diğer afet, dünyada ve Türkiye'de afetlerle ilgili birtakım bulguları ve sorunları ortaya çıkarmıştır. Raporun devamında afet yönetiminde kullanılan veya kullanılmak üzere geliştirilen teknolojilerin odaklanması gereken alanlara da ışık tutacak olan bu bulgular ve sorunlar afet yönetimi sürecinde sekiz ana başlık altında toplanmıştır. Bu sekiz kategori, afet yönetimi çerçevesinde, afet öncesi hazırlıklar ve önlemler, afet sonrası kısa vadeli müdahale ve çözümler ve afet sonrası uzun vadeli aksiyonlar şeklinde ayrıntılı bir şekilde ele alınmaktadır.

#### 1. Bilinçlendirme ve Uyarma

Topluma afetlerin öncesinde doğru davranışları göstermek ve gerekli önlemleri almak için eğitici faaliyetler düzenlemek



ve böylece afete karşı bir toplum bilinci oluşturmak Türkiye gibi afet ülkelerinde hayati önem taşımaktadır. Afetten hemen önce ise uyarıcı sistemler oluşturularak afetleri mümkün olduğunca önceden saptamak ve topluma kısa da olsa bir süre tanımak, yaşanan zararları minimuma indirebilmektedir. Bu alanlarda teknoloji hem insanların bilinçlenmesinde hem erken uyarı sistemlerinin kurulmasında dünyada ve Türkiye’de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Özellikle afet ülkelerinde afetler ile ilgili bilinçlendirme küçük yaştan başlamalıdır. Bu sayede çok daha bilinçli bir toplum ortaya çıkacaktır. Afetler ile ilgili oyun ve simülasyonlar ile farklı lokasyonlarda tatbikat sürecini oluşturmak bu çalışmalara iyi bir örnek olabilecektir. Bu eğitimlerin ilkokuldan başlayarak müfredatlara girdiği çok sayıda ülke bulunmaktadır.

Toplumun bilinçlendirme ve uyarıcı faaliyetler, afetler öncesinde uzun süreli olarak devam etmesi gereken ve afet sonrasında da önemini koruyan faaliyetlerdir. Bilinçlendirme faaliyetleriyle, depremler sırasında insanların nasıl hareket etmesi, tahliye planları, kendini koruma teknikleri, ilkyardım müdahaleleri gibi konularda etkilidir. Selerde önceden bilinçlendirme, dere yataklarında yapılaşmayı azaltabilir, sel anında yapılması gereken acil durum teknikleriyle hayatların korunmasına yardımcı olur. Uyarıcı faaliyetler ise; her ne kadar depremlerde çok yeni gelişen teknikler olsa da özellikle sel ve yangın gibi afetlerin başlangıcını önden haber verip daha çok insanın kurtulmasını sağlayabilir. Depremlere yönelik ulusal ve özel uyarı sistemleri de dünyada ve Türkiye’de geliştirilmekte olan ve kullanımı git gide yaygınlaşan teknolojilerdir. Buradaki uygulamaların gelişmesiyle afetlerden önce çok kritik olan saniyeler ve dakikalar insanlara verilip kendilerini korumaları sağlanabilmektedir.

Afet esnasında felaket tespiti yapabilen sistemlerin yanı sıra yaşanan panik ve ruhsal kapanışı destekleyici sesli komut yönetimi yazılımları da oldukça fayda sağlayıcı olacaktır.

Yine afetin türüne göre merkezi bir sağlık durum bildirim ve ekipman ve destek sağlayıcı nokta ve kişilerin coğrafi işaretle sisteme dahli ve destek bildirim önemli bir fayda yaratacaktır.

Afetlerden sonra da bilinçlendirici faaliyetlerin devamlılığı gereklidir. Afet sonrasında insanların barınma, kıyafet, besin gibi ihtiyaçlarını nereden ve nasıl karşılayacaklarına dair düzenli bilgilendirme yapılması, bu ihtiyaçların zamanında ve düzenli bir şekilde karşılanmasını sağlayacaktır. Yine arama kurtarmaya dair faaliyetlerin doğru ve etkin bir şekilde yerine getirilebilmesi için toplumun düzenli olarak bilgilendirilerek daha bilinçli hale getirilmesi gereklidir. Günümüzde haberleşme teknolojilerinin ve akıllı telefonların yaygınlığı düşünüldüğünde, bu alanda hedeflenecek teknolojik gelişmelerin bir hayli fazla olduğu söylenebilir.

## 2. Arama Kurtarma ve Hasar Tespit

Arama kurtarma ve hasar tespit faaliyetleri afet sonrasında kısa vadede hayati öneme sahip olan faaliyetlerdir. Türkiye, afetlerle olan birçok sarsıcı deneyimleri sonrası, arama kurtarma faaliyetlerine büyük özen göstermiş ve hem devlet hem sivil toplum örgütleri aracılığıyla arama kurtarma alanında iyi bir mesafe katetmiştir. Ancak daha fazla insanın yaşama tutunabilmesi için bu alanda kullanılan yöntemler ve teknolojiler daha da geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır. Arama kurtarma faaliyetlerinin düzgün bir biçimde işleyebilmesi için en başta bahsedilen koordinasyonun doğru sağlanması elzemdir. Aksi halde ne kadar yetkin personele ve ileri teknolojiye sahip olunursa olunsun, arama kurtarma faaliyetlerinin etkinliği sağlanamaz.



Yine hasar tespit çalışmalarının etkinliği, arama kurtarma faaliyetlerinin doğru alanlara yönlendirilmesi ve şehirlerin yeniden daha planlı ve doğru bir şekilde inşa edilmesinin hızlandırılmasını sağlamaktadır. Hasar tespitinin afetlerden sonraki ilk birkaç günde doğru ve hızlı bir şekilde tamamlanması, gerekli önlemlerin ve yapılandırma aksiyonlarının alınmasında öncülük edecektir. Türkiye’de ve dünyada arama ve kurtarma ve hasar tespit faaliyetlerinde ileri teknolojilerin, İnsansız Hava Araçlarının (İHA), robotların kullanımı şimdiden önemli bir rol oynamaktadır. Gelecekte bu gibi aktiviteler daha da yaygınlaşarak afetlerle mücadelede kritik bir yere sahip olacaktır.

### 3. Koordinasyon ve Yönetişim

Afetlerde ortaya çıkan ve bütün çalışmaların etkin bir biçimde yönetilmesine ön ayak olan konu koordinasyon ve yönetişimdir. Afetlerle mücadelede hem geleneksel hem teknolojik birçok yöntem vardır, ancak bu yöntemler doğru bir koordinasyon içerisinde gerçekleşmezse mücadele çabaları yetersiz kalacaktır. Bu sebeple özellikle bü-

yük çaplı deprem, orman yangını ve sel gibi afetlerde sorumlu ekiplerin koordinasyonu ve çabaların doğru yönetişimi kritik öneme sahiptir. Teknolojilerin afetle mücadelede etkin rol alabilmesi, onların sahaya hızlı ve doğru aktarımı ve doğru şekilde yönetimi ile mümkün olacaktır. Yakın geçmişte dünyada ve Türkiye’de yaşanan birçok doğal afet göstermiştir ki paydaşlar arasındaki etkili koordinasyon ve yönetişim, en az doğru teknolojilerin kullanılması kadar hayati önem taşımaktadır.

Afet öncesinde, tüm ilgili paydaşlar arasında net bir iletişim planının oluşturulması, görev ve sorumlulukların detaylı bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Farklı afet senaryoları göz önünde bulundurularak hazırlanan acil durum prosedürleri de olası krizlere karşı daha iyi koordine olmak için önemlidir. Afetlere müdahale için gerekli yetkinlikler olsa bile bunlar önceden koordine edilip kurumlar ve bireylerin görevleri belirlenmezse afetlerle mücadele daha zorlaşacaktır. Bu sebeple koordinasyon ve yönetişimin afet öncesinden düşünülüp belirli bir çerçeveye oturtulması gerekmektedir.





Özellikle Türkiye gibi birçok farklı afetlere maruz kalan ve yoğun nüfuslu ülkelerde koordinasyon ve yönetim afetlerle temelini oluşturmaktadır.

Afet sonrasında ise özellikle kısa vadede afetlere hızlı müdahale ve başarılı arama kurtarma sürecinin temelinde sorumlular arasında güçlü koordinasyon ve yönetim yer almaktadır. Örneğin, deprem sonrasında sürdürülen arama kurtarma çalışmaları için birçok ekip gönüllü olup sahada destek vermeye çalışmaktadır. Bununla birlikte hem ülke içerisinde hem uluslararası profesyonel ekipler çalışmalara destek vermektedir. Burada toplanan insan gücünün doğru yönetimi zorlu ve önemli bir meseledir. Bu kaynakların, bölgenin farklı yerlerine dağılmış afetzedelere doğru bir şekilde paylaşımı, can kaybının en aza indirilmesi için oldukça önemlidir. Aksi halde ne kadar kaynak toplanırsa toplansın, can kaybı istenen seviyelerde önlenemeyebilir. Deprem sonrasında insan hayatı için çok kritik olan ilk birkaç günde doğru koordi-

nasyon sağlanmazsa, olması gerekenden fazla kayıplar yaşanabilecektir.

Yine etkisi çok hızlı yayılabilen orman yangınlarına müdahalede, afetin hızlıca tanımlanması yapılarak ekiplerin ve araçların en kritik noktalara yönlendirilmesi ve yangının büyük bir alana yayılmadan hapsedilmesi gereklidir. Burada da çabaların tek bir yerden yönetimi ve en etkili şekilde afet müdahalesi ancak doğru bir koordinasyon ve merkezi bir yönetim ile mümkündür.

#### 4. Haberleşme

Haberleşme altyapısı, afetlerden önce planlanması gereken en önemli unsurlardan biridir. Potansiyel bir afet anında haberleşmenin devamlılığı ve iletişimin sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi, yaşanabilecek sorunları azaltacak ve afete müdahaleyi kolaylaştıracaktır. Bu sebeple ilgili kurumların afetler yaşanmadan önce alanda çalışma yapması ve hazırlıklı olması elzemdir. Haberleşmenin afet anlarında diğer süreçlerin destekleyen çok değerli bir araç olduğu

Türkiye’de de göz önünde olan bir konudur. Ülkemizde haberleşme ile ilgili konular afetlerde öne çıkmış ve hem yönetimler hem özel sektör temsilcileri bu konuda çeşitli aksiyonlar almıştır.

Haberleşme; afet anı ve sonrasında ise arama kurtarma faaliyetlerini yönetip yönlendirme, acil yardım talepleri bildirme, güvende olanların durumlarını bildirip panik ve kargaşayı önleme gibi birçok alanda kritiktir. Bu sebeple afet anlarında sağlam bir telekomünikasyon alt yapısına sahip olmak, afetlerle mücadelenin temel taşlarından birini oluşturmaktadır. Afetlerde yaşanabilecek haberleşme altyapısı sorunlarına karşılık hazır bir acil durum telekomünikasyon planına sahip olmak, ekiplerin koordinasyonunu sağlamada ve yaşanabilecek kayıpları önlemede önemli rol oynamaktadır.

Özellikle deprem ve sel gibi şehirlerin altyapı sistemlerini doğrudan etkileyen afetlerde haberleşme sistemlerini sürdürülebilir kılmak, afet müdahale plan ve stratejilerinin önceliklerinden biri olmalıdır. Nitekim haberleşme sistemlerinde yaşanabilecek aksaklıklar, diğer bütün çabaların kesintiye uğramasına sebep olacaktır.

### 5. Enerji Tedariği

Afetlerde ön plana çıkan ana ihtiyaç alanları ve sorunlardan biri de enerji kesintisidir. Afet sonrasında altyapı sistemlerinin zarar görmesi veya binalara erişimin kısıtlı olması sebebiyle enerji ve elektriğe ulaşım önemli ölçüde azalmaktadır. Bölgedeki sağlık hizmetlerinin kalitesi, telefonlarla haberleşme ve ısınma gibi birçok ihtiyaç, enerji tedarikindeki bir arızadan direkt etkilenmektedir. Enerji üretim ve dağıtım şebekelerinin afetler sırasında zarar görmesi bu gibi faaliyetleri aksatmakta ve enerji ihtiyacı açığı oluşturmaktadır.

Enerji ihtiyacı, özellikle büyük çaplı depremlerde kendisini göstermektedir. Özellikle ilk birkaç günde hem elektrik sistemlerinin

zarar görmesi hem yolların hasarlı olması sebebiyle enerji tedarikinde aksaklıklar olabilmektedir. Bu kapsamda hem yerel yönetimlerin hem merkezi yönetimlerin afetlerdeki enerji ihtiyacına karşı hazırlıklı olması, hasarın boyutlarını azaltmaya büyük destek sağlayacaktır. Ayrıca enerji üretimi ve dağıtımını yapan şirketlerin de afet anlarına yönelik planları bulunması ve yönetimlerle iş birliği içinde çalışmaları, yaşanabilecek enerji sorunlarını en aza indirecektir. Türkiye’de de özellikle yakın zamanda yaşanan depremler enerji sıkıntısının baş gösterdiği afetler olmuştur. Ülkemizde buralarda yaşanan sorunlara yönelik çeşitli teknolojiler kullanılmış olup, daha yenilikçi enerji teknolojileri de geliştirilmeye devam etmektedir. Böylece afetlerden sonra yaşanan enerji tedarik sorununun çözülmesiyle afetzedelerin birçok ihtiyacı doğrudan karşılanıp hayatları kolaylaştırılabilecektir.

Herhangi bir enerjiye bağlı olmadan havadan su ve elektrik üreten teknolojiler hali hazırda Türkiye’de üretilmeye başlanmış olup bunların tedarikinin planlı olarak yapılması önemli bir aşama olacaktır.

### 6. Lojistik ve Tedarik Zinciri

Afetlerin zararını azaltmada etkin rol oynayan bir diğer alan ise lojistik ve tedarik zinciridir. Büyük felaketler, bir acil durum planı, güçlü lojistik ve ulaşım altyapısına sahip olmanın ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle Türkiye gibi çeşitli coğrafi özellikler barındıran ülkeler, lojistik ve tedarik zincirini yönetiminde daha fazla zorluk yaşamakta olup, bu ülkelerde bu alandaki becerilerin sürekli gelişmesi gerekmektedir.

Lojistik ve tedarik zinciri yönetimi, afet riskinin azaltılması, acil durum önlemlerinin planlanması ve afet sonrasında yürütülen iyileştirme faaliyetlerinin tüm aşamalarında merkezi bir role sahiptir. Bu alandaki faaliyetler, afet durumunda hayat kurtarma





ve toplumun afet sonrası normale dönme sürecini hızlandırmada gereken yardım malzemeleri ve hizmetlerinin hızlı, verimli ve etkili bir şekilde dağıtılmasını sağlar. Afet sonrasında tedarik zincirinin aksamaması, gerekli malzemelerin ve hizmetlerin doğru zamanda, doğru yerde olmasını garantileyerek hayat kurtarmakta ve hasar kontrolünü hızlandırmaktadır. Sonuç olarak, ulaşım, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminin afetlere müdahale, iyileştirme ve rehabilitasyon planları içerisinde yadsınamaz bir önemi bulunmaktadır. Bu alanlarda yapılan teknolojik yatırımlar ve geliştirmeler, özellikle deprem, sel ve yangın gibi afetlerde can kayıplarını önlemekte, hızlı ve etkili bir müdahale için gereken lojistik süreçleri düzgün bir şekilde yürütmekte önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, riskli ülkelerde bu alana odaklanması ve gelişmelerin yakından takip edil-

mesi, olası afetlere karşı toplum direncini artırmaya büyük katkı sağlayacaktır.

Diğer dünya ülkelerinde kardeş şehir uygulamaları ile tüm afet yönetimi yapılarının başka bir şehirden iletişimden lojistiğe koordine edilmesi yönünde yapılan çalışmalar oldukça önemli olacaktır.

## 7. Sağlık ve Rehabilitasyon

Afetlerle ilgili yapılan çalışmaların aslında temel hedefi insan sağlığının korunması ve insan canına gelebilecek zararı en aza indirebilmektir. Afetlerden sonra yapılan tüm uygulamalarda öncelik afet bölgesindeki insanların can güvenliğini sağlamak ve yaraların en hızlı şekilde iyileşmesini sağlamaktır. Afetlerden hemen sonraki ilk birkaç gün, insan canının korunmasında en kritik dönem olup bu zaman diliminde gerekli aksiyonların hızla alınması gerekmektedir.



İlk aşamada insan canı güvenliğe alındıktan sonra, uzun vadede insan sağlığını korumak ve afetlerin etkisini azaltıcı rehabilitasyon faaliyetlerini sürdürmek gerekmektedir. Rehabilitasyon süreci, aylara hatta yıllara yayılan hassas bir süreç olup, afetten etkilenen bireylerin normal hayatlarına dönebilmelelerinde kritik önemdedir. Bu süreçlerin takibi ve devamlılığı afetlerle mücadelenin önemli parçalarındandır. Türkiye’de ve dünyada sağlık alanında önemli teknolojik adımlar atılmakta olup bu uygulamalar afetlerde kullanım için kolaylıkla uyarlanabilir. Sağlık hizmetlerinin hızla dijitalleştiği bir ortamda teknolojinin afetlerde sağlık ve rehabilitasyon hizmetlerinde kullanılması gerekli ve kaçınılmaz bir sonuçtur. Böylelikle bu hizmetlerin erişimi ve mobilitesi artırılarak afet sonrasında daha fazla insana daha hızlı sağlık hizmeti sağlanabilecektir.

Sağlık süreçlerinin doğal ve üzücü bir sonucu da kimlik ve ölüm zamanı tespiti olmaktadır. Hukuki zeminde bir konu olmakla beraber biyometrik bilgi bankaları yada belgesiz kimlik tespitine imkan tanıyan vücut izi bankası teknolojik altyapı olarak devlet kanalı ile yürütülebilecek bir proje olacaktır.

## 8. Şehir Planlama, Altyapı ve Barınma

Doğru şehir planlaması, sağlam altyapı sistemleri ve barınma ihtiyacı afetlerde önce çıkan konulardan biridir. Şehirlerin altyapı sistemleri afetlerde ciddi hasarlar görebilmekte ve bu da çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Su ve kanalizasyon sistemlerinin zarar görmesi, afet sonrasında insanların temel ihtiyaçlarını karşılamasında zorluk çekmesine sebep olmaktadır. Türkiye’de de önceki afetlerde tecrübe edildiği üzere, deprem ve sellerden sonra su şebekelerine zararlı maddeler sızması ile suları kullanılmaz hale getirebilmektedir. Bu da hem su sıkıntısına hem çeşitli hastalıklara dönüşebilmektedir. Yol, köprü gibi ulaşım için elzem olan yapıların zarar görmesi, afet sonrasında bölge-

ye yardım ulaşmasını olumsuz etkileyebilir. Bu sebeple şehir planlaması ve şehirlerin altyapısı yapılırken, afet bölgelerine özel hassasiyet gösterilmeli, altyapılar muhtemel afetlere karşı dayanıklı biçimde inşa edilmelidir. Aynı zamanda afet sonrasında da insanların su, tuvalet, banyo gibi temel ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik acil durum aksiyonları hazır olmalı, altyapının tamiri ve yeniden inşası da bir plan çerçevesinde hızla yapılabilenmelidir.

Şehir planlama ve altyapı, afetlerin tüm aşamalarında ele alınması gereken alanlar iken, afetlerden sonra doğan önemli ihtiyaçlardan biri ise barınmadır. Özellikle depremlerden sonra binlerce insan geçici ve uzun dönemde ise kalıcı barınma ihtiyacı duyabilmektedir. Bu ihtiyacın hızlıca karşılanabilmesi için bu konuya yönelik planlar önceden hazırlanmalı, geçici yerleşmelerin nerelere kurulacağı, ne tip evler yapılacağı, geçici barınmanın ne kadar süreceği gibi konular göz önünde bulundurulmalıdır. Uzun vadede ise afetzedelerin ihtiyaçları, hane halkının büyüklüğü gibi kriterler göz önünde bulundurularak barınma ihtiyacı güvenli bir şekilde karşılanmalıdır.

## TÜRKİYE’DE AFET YÖNETİMİ AFET YÖNETİM STRATEJİSİ

Türkiye, doğal afetlerle etkili bir şekilde başa çıkmak için bir dizi stratejiler geliştirmekte olup bu stratejiler, afet risklerinin azaltılması, hazırlık, müdahale ve iyileştirme süreçlerini içermektedir. AFAD tarafından Cumhurbaşkanlığı ile ortaklaşa hazırlanan afet stratejilerinin ortaya konduğu bazı temel planlar vardır. Bu planlar arasında Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP) ve Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) Türkiye’nin afet yönetimi alanında geliştirmiş olduğu birbirini tamamlayıcı iki ana plan olarak öne çıkmaktadır.

TARAP, afet risklerini azaltacak stratejiler ve politikaları belirlemekte ve Türkiye'nin doğal afet risk azaltma kapasitesini güçlendirmek üzerine yoğunlaşırken; TAMP, genel olarak afetlerden sonra alınması gereken müdahale aksiyonlarına yönelik bir plandır. TARAP'ta toparlanan afet öncesi planlamalar, stratejik öncelikler ve hedefler 3 ana ekseninde toplanmıştır:

- 1. Afet risklerinin anlaşılması:** Bu stratejik öncelik çerçevesinde, afet risklerinin belirlenmesi ve analiz edilmesi, bunun doğrultusunda tehlike haritalarının ve özel standartların oluşturulması hedeflenmektedir. Ayrıca, afet risk azaltma politikaları sürdürülebilir gelişme ile entegre edilmeli; ekonomik koruma politikaları geliştirilmeli ve zarar verici eylemlere ceza uygulanmalıdır. Afetlere dirençli bir toplum oluşturmak için, eğitim ve medya aracılığıyla toplumun bilinçlendirilmesi gerekmektedir.
- 2. Risk yönetiminin kuvvetlendirilmesi:** Risk yönetiminin kuvvetlendirilmesi çerçevesinde afetlere ilişkin verilerin doğru ve güncel tutulması, standartların belirlenerek veri tabanı oluşturulması, erken uyarı sistemlerinin kurulması ve yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Ayrıca, sığınma gerektiren risklere karşı barınak yapımına yönelik planlar oluşturulmalıdır. Kurumsal yapılandırma ve yerel ve merkezi yönetimlerde risk azaltma stratejileri ile iş birliği mekanizmaların oluşturulması geliştirilerek, ortak projeler ve bilgi paylaşımı değerlendirilmelidir.
- 3. Afet risk azaltmaya yatırım yaparak dirençliliği artırmak:** Bu hedefle risk azaltma çalışmalarına daha fazla yatırım yapılması, finansal teşvikler sağlanması ve imar planlamalarında ilgili yasal düzenlemelere uyumun artırılması hedeflenmektedir.

- 4. Afetlere hazırlığı geliştirme ve iyileştirme:** Bu stratejik hedefle afet öncesinde hazırlık çalışmalarını artırmak, gerekli afet müdahale kapasitesini oluşturmak, yapılacak yeniden inşa faaliyetleriyle afet riskini azaltmak hedeflenmektedir.

Türkiye'nin afet sonrasında alınacak aksiyonlara yönelik oluşturduğu TAMP ise, özellikle farklı kurumlarla iş birliği çerçevesini hazırlayarak hangi alanlarda afetlerle mücadele sağlanacağına odaklanmaktadır. Her servis dalında hangi kurumlarla ne konularda çalışılacağını detaylandıran TAMP çerçevesinde aşağıda belirtilen servisler aracılığıyla afetlerle mücadele hedeflenmektedir:

- 1. İlk müdahale ve operasyon:** Buradaki ekipler, afetlerde acil durum ve ön iyileştirme çalışmalarını yürüten ana ekip olup afet müdahale planını uygulayan ekiplerdir. Acil durum altında haberleşme, nakliye, afet güvenliği ve trafik, tahliye ve yerleştirme, sağlık, ulaşım, arama kurtarma gibi aksiyonlar ele alınmaktadır. Buradaki temel hedef, afet durumuna yönelik ilk müdahaleleri yaparak insanların can sağlığının korunmasıdır. Ön iyileştirmede ise hasar tespiti, altyapı, beslenme, enkaz kaldırma, barınma, psikososyal destek gibi alanlara odaklanılmaktadır. Burada ise amaç, ilk acil aksiyonlar alındıktan sonra toplumun temel ihtiyaçlarını karşılayıp afet sonrasında toparlanmasını sağlamaktır.
- 2. Lojistik:** Lojistik servisinin görevleri arasında müdahale ekiplerine gerekli ürün tedarikini, bağış ve depo yönetimini sağlamak vardır. Bu birimler aynı zamanda uluslararası destek ve iş birliklerinin de koordinesini yapmaktadırlar. Ayrıca afet sonrası süreçte ortaya çıkabilecek ihtiyaçlara yönelik yeni depo yerleri, ikmal alanları kurmak ve tedarik sürecini



kontrol altında tutmak lojistik ekiplerinin sorumluluğundadır.

**3. Bilgi ve planlama:** Bu birim, temel olarak bilgi ve iletişim olmak üzere iki ana hedefe yönelik çalışmalar yapmaktadır. Bilgi yönetimi tarafında afetlerle müdahale sürecinde gerekli bilgilerin toplanması, Coğrafi Bilgi Sistemleri bilgilerinin toplanması ve kullanılması, verilerin analiz edilmesi gibi görevler üstlenilmektedir. İletişim tarafında ise yazılı ve görsel medyaya gerekli bilgilerin ulaştırılması, gerekli kurumların iletişim sürecine dahil edilmesi ve halkın panik ortamından uzaklaştırılması hedeflenmektedir.

**4. Finans ve idari işler:** Finans ve idari işler servisi ise afetlerde gerekecek kaynağın sağlanması ve yönetiminden sorumlu ekiplerdir. Ayrıca afet sonrasında oluşmuş maddi hasarın tespiti ve buna yönelik çalışmalar da bu birimler tarafından yapılmaktadır.

AFAD'ın afetlere yönelik geliştirmiş olduğu bu stratejilerle, afet öncesi ve sonrasına yönelik stratejiler, sorumluluklar ve görevler tanımlanmış olup koordineli bir şekilde afet yönetimi uygulaması hedeflenmektedir.

## AFET TEKNOLOJİLERİ

### AFET YÖNETİM SÜRECİNDE TEKNOLOJİNİN KULLANIMI VE ÖNEMİ

Afetler hem insanlar hem de çevre üzerinde maddi ve manevi ölçülemez etkilere yol açmaktadır. Ancak, modern teknolojinin gelişimi, toplum olarak afetlere müdahale ve hatta önleme becerisini daha önce hiç olmadığı kadar artırmaktadır. Afet teknolojileri; afet öncesi, afet sonrası ise hem kısa hem de uzun vadede hayati bir rol oynamakta olup, afet yönetiminde başarının kritik bir parçası haline gelmiştir. Afet teknolojileri bu raporda afet öncesi dönemde hazırlık ve önleyici/uyarıcı teknolojiler, afet sonrasında ise kısa vadede ilk müdahale teknolojileri, uzun vadede ise iyileştirici teknolojiler olmak üzere dört ana kategoride incelenecektir. Hazırlık, afetlere hızlı cevap verebilmek ve kayıpları azaltmak adına altyapıyı güçlendirmek ve toplumu afetlere karşı bilinçlendirmek ve hazırlama amaçlı geliştirilen teknolojilerdir. Önleyici/uyarıcı teknolojiler, insanlara yaklaşan felaketleri önceden bildirerek, bölge insanının önceden tahliye edilmesi ve gerektiği şekilde hazırlanma şansını artıran teknolojiler olarak tanımlanmaktadır. Afet sonrasında ise, ilk müdahale sayesinde kısa vadede zarar görmüş alanlara hızlı bir şekilde ulaşılabilir,

en çok ihtiyaç duyulan kaynakları tespit edilebilir, hızlı bir şekilde hayat kurtarıcı yardım dağıtılabılır ve de maddi/manevi kayıpların önüne geçilebilmektedir. Uzun vadede ise, afet bölgesinin yaralarının sarılması, yeniden inşası ve kalkındırılması sürecinde iyileştirici teknolojiler devreye girmektedir.

Teknolojik ilerleme ve yenilikler, afet direncini ve riski azaltmayı geliştirme konusunda yeni fırsatlar yaratmıştır. Yapay zeka (AI), nesnelerin İnterneti (IoT), makine öğrenmesi (ML), büyük veri, robotik teknolojiler, kuantum hesaplama, yenilenebilir enerji ve batarya teknolojileri, 3D yazıcılar, ve İHA teknolojisi gibi teknolojilerin afet ve risk yönetimi alanında da sağladığı fayda günden güne artmaktadır. Kablosuz geniş bant ağlar, akıllı telefonlar ve bulut bilişim gibi dijital altyapı ve cihazların hızla yayılması da bu teknolojilerin felaket yönetimi için uygulanmasına ve de kullanımının giderek yaygınlaşmasına zemin hazırlamıştır.

Sonuç olarak, teknoloji, afetlere hazırlanma, yanıt verme, yıkıcı sonuçları minimum düzeye indirme ve yeniden yapılanma konusunda çok etkili bir rol oynama potansiyeline sahiptir. Teknolojik yenilikler sayesinde, gelecekteki afetlere daha hazır bir şekilde hızlı ve güçlü bir biçimde yanıt verebilir ve acı verici etkilerini önemli ölçüde sınırlayabiliriz.





## ANA ODAK ALANLARINDA AFET TEKNOLOJİLERİ

Raporda sunulan çeşitli kullanım alanları ve örnekler incelendiğinde afet öncesi ve sonrası süreçlerde ön plana çıkan kilit teknolojiler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Bu teknolojiler, bu rapor kapsamındaki kullanım

alanlarında en sık karşılaşılan ve ön plana çıkan teknolojiler olup, bir alanda bu teknolojilerin birkaçı beraber kullanılabilirken bu tabloda değinilmeyen diğer teknolojiler de kullanılmış olabilmektedir. Aşağıda en sık görülen temel teknolojiler ve tanımları verilmiştir:

**Tablo 3: Ön plana çıkan teknolojilerin tanımı**

Teknoloji	Tanım
<b>Yapay zeka ve makine öğrenmesi</b>	Makinelerin kendi kendilerine öğrenme, düşünme ve problem çözme yeteneklerinin kullanılmasıdır
<b>Nesnelerin interneti</b>	Birbirine internet aracılığıyla bağlı cihazların kendi aralarında haberleşip veri aktarımı sağlamasıdır
<b>Kuantum hesaplama</b>	Kuantum mekaniği prensiplerini kullanarak karmaşık hesaplamaları gerçekleştiren bir bilgi işlem yöntemidir
<b>Uzaktan algılama ve görüntüleme</b>	Elektromanyetik radyasyon ve çeşitli sensörler aracılığıyla uzak nesnelere inceleme ve analiz etme sürecidir
<b>5G</b>	Yüksek hızlar ve düşük gecikme süreleri sunarak hızlı veri iletimini destekleyen kablosuz iletişim teknolojisi
<b>Otomasyon ve robotik</b>	İş süreçlerini otomatikleştiren ve fiziksel görevleri yerine getiren makinelerin uygulamasını içeren bir teknolojidir
<b>Artırılmış ve sanal gerçeklik</b>	Artırılmış gerçeklik, fiziksel çevreyi bilgisayar tarafından oluşturulan verilerle bütünleştiren, sanal gerçeklik ise kullanıcıyı tamamen sanal bir dünyaya yerleştiren simülasyon teknolojileridir
<b>Yenilenebilir enerji teknolojileri</b>	Güneş ve rüzgar gibi doğal kaynaklardan enerji üreten çevre dostu teknolojilerdir
<b>Büyük veri analizi</b>	İş kararlarının desteklenmesi, trendlerin keşfedilmesi ve anlamlı içgörülerin elde edilmesi için yüksek hacimlerdeki veriyle yapılan analiz
<b>3D Yazıcılar</b>	Bilgisayar destekli tasarım verilerini kullanarak çeşitli malzemelerle üç boyutlu nesnelere üreten cihazlardır
<b>Batarya teknolojisi</b>	Elektrik enerjisinin depolanması ve taşınabilir cihazlarda kullanılabilmesi için geliştirilen teknolojilerdir
<b>Mobil / web yazılımları</b>	Mobil veya web tarayıcıları üzerinden erişebileceği çeşitli hizmetleri sağlayan uygulamalardır

Raporda incelenen teknolojilerin kullanım alanlarının afetlerin hangi aşamalarına odaklandığı incelendiğinde ise afet sonrasına ağırlık verildiği gözlemlenmiştir. Afetlerin birçoğunun doğal felaketler olması onları engellenemez hale getirmektedir. Bu noktada teknolojilerin afet öncesi süreçte hazırlık ve önleyici/uyarıcı uygulamalarda kullanıldığı görülmektedir. Bu teknolojiler, yaşanacak afetlere karşı toplumu daha hazır ve bilinçli bir hale getirip afetleri daha dirayetli bir biçimde karşılayıp, kayıpları azaltmakta faydalı olmaktadır. Raporda incelenen örnekler

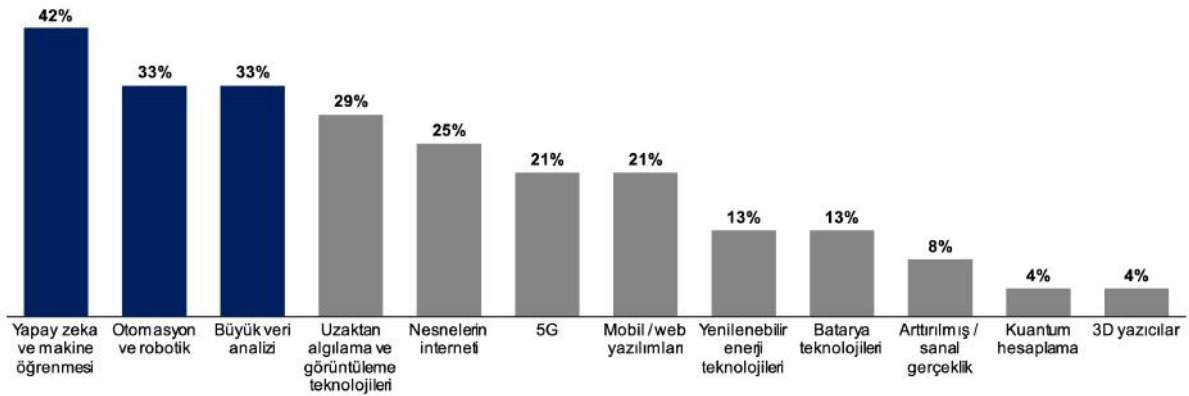
göz önüne alındığında ise uygulama alanı bazında teknolojiler ağırlıklı olarak afet sonrasında odaklanmaktadır. Afet sonrası süreçte teknolojiler en çok hayat kurtarma ve kayıpları önleme potansiyeli olan zaman dilimine odaklanmıştır. Burada afetlerle mücadelede sekiz ana odak alanında yirminin üzerinde uygulama alanı afet sonrası kısa vadeli kazanımlara odaklanmıştır. Afetlerle mücadelenin büyük payını oluşturan ilk müdahalelerin kritik olması, bu alanda da teknolojilerin yoğunlaşmasında önemli bir etken olmuştur.

**7** Afet öncesi

**21** Afet sonrası kısa vade

**11** Afet sonrası uzun vade

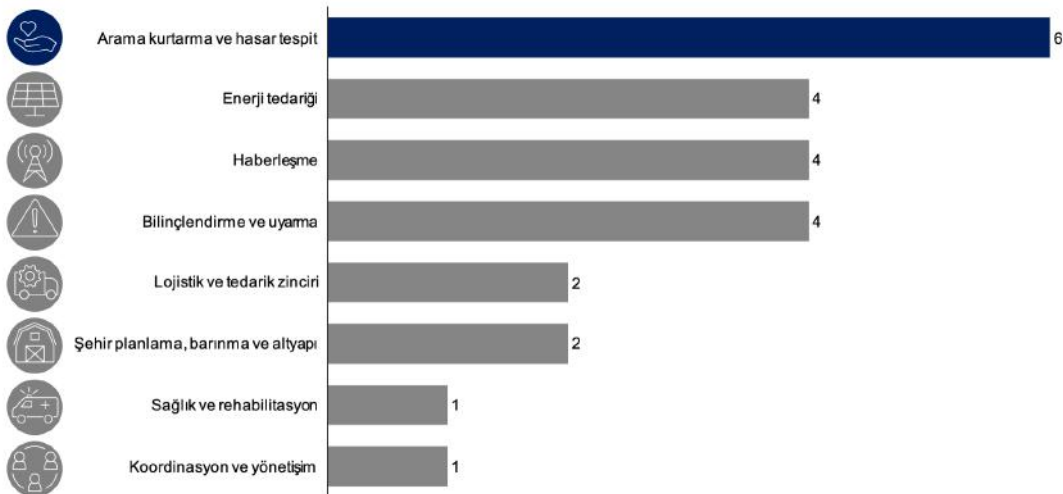
**Grafik 1: Tüm kullanım alanlarında en sık görülen teknolojiler**



Bu süreçlerde kullanılan teknolojiler incelendiğinde ise, raporda sunulan kullanım alanları içerisinde en sık karşılaşılan teknolojinin yapay zeka ve makine öğrenmesi olduğu görülmektedir. Günümüzde hayatın birçok alanında kullanımı yaygınlaşan ve her gün daha da gelişmekte olan yapay zeka teknolojisi, afetle mücadelede de etkinliğini göstermiştir. Afet öncesi süreçlere yönelik yapay zeka destekli sistemler, uydu görüntüleri, hava tahminleri gibi çeşitli kaynaklardan gelen büyük miktarlardaki verileri analiz ederek erken uyarı sistemlerinin kurulmasını sağlayabilmektedir. Afet durumlarında, hızlı bir şekilde planlama yapabilme, karar verebilme ve doğru uygulamaları gerçekleştirebilme becerileri hayati öneme sahiptir. Afetin etkilerinin hafifletilmesi ve müdahale süreçlerinin hızlandırılabilmesi için, yönetim süreçlerinin hızla ilerlemesi ve her aşamada veri elde edilerek analiz edilmesi gerekmektedir. Bu noktada büyük veri analizi, afetlere karşı daha hızlı aksiyon alma ve karar vermede önemli rol oynayan ve farklı ana odak alanlarında sıkça kullanılan bir diğer teknolojidir. Yapay zeka ile el ele gelişen robotik ve otomasyon teknolojileri ise her üç kullanım alanından birinde görülmüştür. Afet istihbaratı ve kurtarma operasyonlarında, robotik ve otomasyonun sunduğu en öncelikli avantaj, artan verimliliktir. Bu

sayede haritalama ve veri değerlendirmesi gibi kapsamlı süreçlerin ve görevlerin hızlanmasını mümkün kılınabilir; bu da afetler ile mücadele ve hayat kurtarma çabalarını hızlandırmada yardımcı olur. Başta robotik ve otomasyon teknolojilerini olmak üzere diğer birçok teknolojiyi destekleyen bir teknoloji olan uzaktan algılama ve görüntüleme teknolojileri, özellikle olay yerine erişimin mümkün olmadığı afetler için afet yönetim ekiplerinin bilgi edinmesine yardımcı olur. Geniş alanlar üzerinde anlık veriler sunarak tahminlere değil, gerçek bilgiye göre karar alınması ve müdahale edilmesini mümkün hale getirir. Bu teknoloji sayesinde özellikle afet sonrasında kısa çok daha etkili bir zarar azaltma, müdahale ve iyileştirme süreci tasarlanabilmektedir. Makinelerin birbirleriyle iletişimini sağlayan nesnelerin interneti teknolojisi de afetlere hızlı yanıt vermede yararlanılan bir teknolojidir ve özellikle afet öncesi hazırlık sürecinde etkin bir şekilde kullanımı hasarların en aza indirilmesini sağlayabilir. Bunların yanında gelişim aşaması diğerlerine göre daha yeni olan 5G, 3D yazıcılar, kuantum hesaplama gibi teknolojiler de afetlerle mücadelede kullanılmaya başlamış olup gelecekte kullanım alanlarının daha da yaygınlaşıp afet yönetiminde etkin bir şekilde kullanılması beklenmektedir.

**Grafik 2: Kullanım alanlarının ana odak alanlarına dağılımı**



Kullanım alanlarının raporda detaylandırılan sekiz temel odak alanı bazında dağılımına bakıldığında, örneklerin farklı odak alanlarına yayıldığı görülmektedir. Öncelikle arama kurtarma ve hasar tespiti, altı farklı kullanım alanı ile ön plana çıkmaktadır. Bu da aslında hayati kayıpları önleme ve en aza indirmede teknolojinin önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Canlıların tespiti ve kurtarılması, hasar tespiti ve doğrudan afet müdahalesi gibi kullanım alanlarında çeşitli teknolojiler sıklıkla kullanılmaktadır. Bilinçlendirme, haberleşme ve enerji tedariği ana odak alanlarında her birinde dört adet kullanım alanı incelenmiştir. Bilinçlendirmede örnek olarak tatbikat ve uygulamalı hazırlıklar, mobil uygulamalar ve

erken uyarı sistemleri bulunmaktadır. Haberleşme alanında ise uydu iletişiminin gelişmiş uygulamaları, mobil taşınabilir uydular, iletişim yardım kampanyaları ve bilgi toplama ve işleme olmak üzere dört kullanım alanına odaklanılmıştır. Enerji tedariğinde de enerji üretimi, sabit batarya, elektrikli araç bataryası ve akıllı şebeke uygulamaları kullanım alanlarındandır. Lojistik ve tedarik zinciri ve şehir planlama, barınma ve altyapı ana odak alanlarında ise ikişer adet kullanım alanı bulunmaktadır. Son olarak göreceli daha genel ve kapsayıcı olan iki alan olan koordinasyon ve yönetim ile sağlık ve rehabilitasyon alanları afetler odaklı teknolojiye birer kullanım alanı bulunan ana odak alanları olmuştur.

**Tablo 4: Teknolojilerin ana odak alanlarında kullanım sıklığı**

	Bilinçlendirme ve uyarma	Arama kurtarma ve hasar tespit	Koordinasyon ve yönetim	Haberleşme	Lojistik ve tedarik zinciri	Sağlık ve rehabilitasyon	Enerji tedariği	Şehir planlama, barınma ve altyapı
Yapay zeka ve makine öğrenmesi								
Büyük veri analizi								
Otomasyon ve robotik								
Uzaktan algılama ve görüntüleme								
Nesnelerin interneti								
Mobil / Web yazılımları								
5G								
Batarya teknolojileri								
Yenilenebilir enerji teknolojileri								
Artırılmış / sanal gerçeklik								
3D Yazıcılar								
Kuantum hesaplama								





Teknolojilerin ana odak alanları bazında dağılımı incelendiğinde genelde afet yönetiminde bir teknolojinin birden fazla alanda kullanıldığı görülmektedir. Raporda sunulan uygulama alanları göz önüne alındığında en yaygın kullanılan teknolojilerin yaklaşık dört ya da daha fazla odak alanında kullanıldığı belirlenmiştir. Bunun tam tersi olarak bazı spesifik teknolojilerin sadece birer kullanım alanı olduğu durumlarda göze çarpmaktadır. Örneğin batarya teknolojileri sadece enerji tedarikinde ön plana çıkmaktadır.

En yaygın kullanılan dört teknoloji olan yapay zeka ve makine öğrenmesi, büyük veri analizi ve otomasyon ve robotik ve de uzaktan algılama ve görüntüleme teknolojilerinin belirgin olarak ağırlıklı kullanıldığı alan arama kurtarma ve hasar tespit olmuştur. Bunun sebebi afet sonrasında canlı tespiti ve kurtarılması, hasar tespiti ve afete doğrudan müdahale uygulamalarının altında yatan öne çıkan teknolojilerin bu teknolojiler olmasından kaynaklıdır. Bu dört teknoloji bu alan sonrasında en çok bilinçlendirme ve uyarma, haberleşme ve lojistik ve tedarik zinciri alanlarında kullanılmaktadır. Nesnelerin interneti ve 5G teknolojisi, farklı odak alanlarının altındaki farklı örneklerde kullanılmaktadır. Bu teknolojilerin farklı kullanım alanı ve odak noktaları altındaki örnekleri raporun sonraki bölümünde sunulmaktadır.

### **1. Bilinçlendirme ve Uyarma**

Afetlerden önce odaklanması gereken en önemli alan, toplumun bilinçlendirilmesi ve afetlerden hemen önce mümkün olan en hızlı şekilde uyarıların yapılmasıdır. Bilinçlendirme, uzun ve süregelen bir süreci kapsarken, uyarıların ise anlık etkili olmaları gerekir. Teknoloji, özellikle erken uyarı sistemlerinin kurulmasında olmazsa olmazdır. Nitekim uzaktan algılama, görüntüleme, dijital yönetim, online uyarı iletimi, otomatikleştirilmiş aksiyonlar gibi birçok teknolojiyi bir arada barındıran erken uyarı sistemleri,

bunlar ve daha fazla teknolojilerle geliştirilerek insanlara afet öncesi ihtiyaç duydukları zamanı sağlayabilir.

### **Bilinçlendirme**

Afetlerden önce toplumun bilinçlendirilmesi, afet anlarında oluşabilecek zararları azaltmaya ve toplumun afetlere karşı daha hazırlık olmasına olanak sağlamaktadır. Bu alanda teknoloji, insanların eğlenerek ve daha aktif şekilde bilinçlendirme çalışmalarına, eğitimlere, simülasyonlara dahil olmalarını sağlayabilmektedir. Günümüzde uygulanan artırılmış gerçeklikle afet eğitimleri ve mobil uygulamalarla çocukların eğitimi bu alandaki yenilikçi teknolojilere örnek gösterilebilir.

### **Global örnekler**

Japonya'da kullanılan afetler için sanal gerçeklik uygulaması, herhangi bir afet senaryosunu çok farklı koşullarda yeniden üretebilen ve senaryoyu istenilen sayıda test edebilen üç boyutlu bir senaryo oluşturma teknolojisidir. Bu uygulama, insanları afetlere daha öncesinde hazırlayıp, içinde bulunacağı zorlu afet durumunda daha doğru eylem almasını sağlamaktadır. Japonya'da gerçekleştirilen bu uygulamada yapılan çalışmalarda ilk olarak başlangıç konumu seçilmekte ve kullanıcılara senaryolar verilmektedir. Böylece sanal gerçeklik eğitimini alanlar hangi afete karşı hangi bölgede nasıl hareket edebileceğini deneyip gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri sorunlara çözüm aramaktadırlar. Bu uygulama 4DOH isimli 3D sanal gerçeklik tiyatrosunda gerçekleştirilmektedir. 4DOH, birden fazla kişinin aynı anda yoğun bir 360 derecelik sanal gerçeklik ortamında yangın ve sağanak yağmurları deneyimleyebileceği afet hazırlığı eğitimine özel tasarlanmış bir 3D sanal gerçeklik ortamıdır. Sanal gerçeklik eğitimiyle, geleneksel felaket tatbikatlarından daha iyi bir şekilde yangın sırasında gri duman ile daha toksik siyah duman arasındaki fark tespit edilebilmektedir. Uygulama

bu çeşit detayları gerçekçi bir şekilde vererek eğitimi alanları afetlere daha hazırlıklı kılmayı hedeflemektedir.

Afetlerden önce toplumun eğitilmesinde kullanılan bir başka teknoloji ise oyunlaştırma. Web veya mobil olarak oynanabilen oyunlarla özellikle çocukların afetler konusunda bilinçlendirilmesi hedeflenmektedir. Böylece afet eğitimi süreci meşakkatli bir hal almayıp hem eğlendirici hem öğretici bir yol izlenmiş olur. Birleşmiş Milletler Afet Risk Azaltma Ofisi (UNDRR), tam da bu hedefle Afetleri Durdurma Oyunu çocuklara yönelik bir oyun geliştirmiştir. Bu oyunda, deprem, yangın, sel gibi farklı afet türleri simüle edilip toplumu korumada nasıl aksiyon alınması gerektiği çocuklara uygulamalı olarak gösterilmiştir. Yine online oyun portalları aracılığıyla telefonlara yüklenebilen Deprem Güvenlik İpuçları ve Bebek Panda Deprem Güvenliği gibi oyunlar, çocukların afet öncesi ve sonrasına yönelik bilinçlenmesine katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Bunlar gibi afetle ilgili eğitim süreçlerini oyunlaştıran uygulamalar teknolojinin çocuklar ve toplum yararına kullanımı iyi bir örnek teşkil etmektedir.

Sivil toplum örgütlerinin mobil uygulamaları da afet öncesi ve sonrasında bilinçlendirmede kullanılan teknolojilerdendir. Amerika Kızıl Haç "First Aid" mobil uygulaması da sağlık ve ilk yardım alanında içerikler sunmakta ve

insanları hem afet öncesi hem afet sonrası için bilinçlendirmektedir. Bu uygulamada acil durum tıbbi yardım rehberi ve ilk yardım bilgileri yer almaktadır. Bu sistem, ilk yardım konusu hakkında bilgisi olmayanlar için afetten hemen sonra ilk yardım amacıyla ne yapılması gerektiğinden bahsetmektedir. First Aid mobil uygulaması afetten sonrası için yanıklar, alerjik reaksiyon, beyin sarsıntısı, yaralanmalar, felçler gibi birçok alanda ilk yardım adımlarını göstermektedir. Bunun haricinde uygulamanın içinde bir tuşla acil Kızıl Haç yardım birimlerini arama ve en yakın hastaneyi bulma özelliği de vardır. Bu özellikleri kullanarak, kullanıcılar en yakın yardım birimlerine ulaşabilecek, afetten sonra neler yapacaklarına dair ilk yardım adımlarını öğrenebilecek ve ilk yardım konusunda bilinçleneceklerdir.

### Türkiye'den örnekler

Türkiye gibi deprem riski yüksek bir ülkede, vatandaşların doğal afetlere karşı bilinçli ve hazırlıklı olması büyük önem taşımaktadır. Sanal gerçeklik teknolojisi, gerçekçi simülasyonlarla insanları afet senaryolarına maruz bırakarak tepkilerini ve karar verme yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır. Türk Kızılayı bu artırılmış gerçeklik deneyimini vatandaşlara yaşatabilmektedir. Bu teknoloji HTC Vive tarafından geliştirilmiş ve kullanıcılara deprem özelinde depremi hissedip binadan kaçma deneyimi yaşatmaktadır.

Bilinçlendirme ve uyarma					
Uygulama tipi	Kullanılan teknolojiler	Afet öncesi		Afet sonrası – Kısa vade	Afet sonrası – Uzun vade
		Hazırlık	Önleyici / Uyarıcı	İlk müdahale	İyileştirici
<b>Bilinçlendirme</b>					
Tatbikat ve uygulamalı hazırlıklar	■	☑	☑		
Mobil uygulamalar	■	☑	☑	☑	
<b>Erken uyarı sistemleri</b>					
Merkezi erken uyarı sistemleri	■ ■ ■ ■ ■	☑	☑		
Diğer erken uyarı sistemleri	■ ■ ■ ■ ■	☑	☑		

Lejant	
■ Nesnelerin interneti	■ Büyük veri analizi
■ Yapay zeka ve makine öğrenmesi	■ Otomasyon ve robotik
■ Artırılmış / sanal gerçeklik	■ Mobil/ web yazılımları

Bunu arttırılmış gerçeklikte deneyimleyen kullanıcılar ise gerçek deprem anına daha hazırlıklı hissetmektedirler. Türk Kızılay'ının gerçekleştirdiği kurgusal deneyim, ilk yardım çantasını hazırlama, tehlikeli mobilyaları sabitleme, "çök-kapan-tutun" tatbikatı, gaz vanalarını ve elektrik sigortalarını kapatma gibi adımları içermektedir. Eğitimin sonunda ise eğitimi alan insanlar bu aşamaları bilinçli bir şekilde gerçekleştirebileceklerdir.

Türk Kızılay'ının da "İlk Yardım" isimli mobil uygulaması, deprem bilinçlendirme teknolojisi konusunda öncü bir rol üstlenmektedir. Bu uygulama, kullanıcılarına en güncel ve doğru bilgileri sunarak onları depremlere karşı hem bilinçlendirmekte hem de hazırlıklı olmalarını sağlamaktadır. Uygulama sayesinde, kullanıcılar evde ve iş yerinde alınması gereken önlemler, deprem anında yapılması gerekenler ve deprem sonrası eylemleri öğrenme imkanına sahip olmaktadır. Uygulamanın içinde kasırga, hortum, tsunami, deprem, yangın gibi doğal afetlerde yapılması gerekenler hakkında eğitimler ve test sorularına yer verilmektedir. Böylece kullanıcıları test ederek bildiklerini pekiştirmelerini ve hatalarından ders çıkarmalarını sağlamaktadır.

### **Merkezi Erken Uyarı Sistemleri**

#### **Tanım**

Merkezi erken uyarı sistemleri, devletlerin öncülüğünde afetten kısa süre önce toplumu uyarmak için kullanılan teknolojilerdir. Erken uyarı sistemi çeşitli sensörler, görüntüleme ve tahminleme teknolojileri, uydu teknolojileri, makine öğrenmesi gibi ileri teknolojilerin bir arada kullanıldığı sistemlerdir. Uzun zamandır sel ve yangınlardan önce kullanılan bu sistemler, son dönemde depremlerle mücadelede de etkin şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Erken uyarı sistemleri, depremlerde insanlara saniyeler de olsa sağlayarak binaları tahliye etmelerini sağlayabilir. Sellerde, dakikalar ve hatta

saatler öncesinden yağış ve sel tahminleri yapılarak insanlar dere yatakları ve su havzalarından uzaklaştırılabilir. Kısacası erken uyarı sistemleri, binlerce insanın doğrudan hayatına dokunabilecek sistemlerdir. Devletin ve özel kuruluşların iş birliğiyle ve birçok kurumun birlikte çalışmasıyla planlanan bir teknoloji olduğu için erken uyarı sistemleri oldukça komplekstir. Bu sistemlerin planlanması ve hayata geçirilmesi yoğun çabalar gerektirse de sağladığı faydalar da bir o kadar büyüktür.

### **Global örnekler**

Dünyada ilk kapsamlı deprem erken uyarı sistemleri, ilk kez Japonya'da uygulanmaya başlamıştır. Bu sistem üç ana yapı üzerine kuruludur:

- 1. Deprem Erken Uyarı Sistemi:** Depremi erkenden algılamaya yarayan mekanizmaları kapsayan sistemdir. Japonya Meteoroloji Ajansı tarafından kurulan sistem birçok algılama cihazı, sensörler, alıcılar ve yazılım sistemleriyle desteklenmektedir.
- 2. J-Uyarısı:** J-Uyarısı, ulusal düzeyde deprem uyarısı sağlayan sistemdir. Erken uyarı sisteminden gelen veriler J-Uyarısına dönüştürülüp resmi radyo, televizyon ve mobil telefonlar aracılığıyla duyurulmaktadır. J-Uyarısı alıcıları, Japonya'da bütün belediyelere dağıtılmış ve bütün ülkede bu sistem etkin hale getirilmiştir.
- 3. Acil Uyarı Mesajı:** Acil uyarı mesajı, J-Uyarısı'nın bireysel mobil telefonlara aktarılmasını sağlayan sistemdir. Bu servis, ilk ikisinden farklı olarak özel telekomünikasyon şirketlerinin sunduğu ücretsiz bir hizmettir.

**Japonya Deprem Erken Uyarı Sistemi, basit olarak şu şekilde çalışır:**

- 1. Deprem başladığında,** deprem merkezinden çevreye S-dalgalarından önce daha

hızlı yayılan ve sarsıcı etkisi daha az olan P-dalgaları yayılır. P-dalgaları, ülke çapında kurulu olan sismometreler aracılığıyla algılanır.

2. Sismometreler, deprem bilgisini Japan Meteoroloji Ajansına bildirir. Burada depremin büyüklüğü ve yeri ile ilgili saptamalar saniyeler içinde otomatize edilmiş yazılımlarla yapılır.
3. Depremin büyüklüğü ve yerinin bilgisi J-Uyarısına dönüştürülür.
4. J-Uyarısı, etkilenecek bölgedeki vatandaşlara radyo, televizyon ve mobil telefonlar aracılığıyla (Acil Uyarı Mesajı) bildirilir.

Japonya Deprem Erken Uyarı Sistemi, diğer ülkelere öncü olmuş ve etkili bir erken uyarı sisteminin nasıl kurulabileceğini göstermiştir.

Amerika'nın çeşitli deprem bölgelerinde kullanılan ShakeAlert sistemi, deprem erken uyarı sistemlerinin bir diğer gelişmiş örneğidir. ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu tarafından yürütülen ShakeAlert projesi, içerisinde birçok resmi kurumu, belediyeleri, üniversiteleri ve özel kuruluşları barındırmaktadır. Çalışma prensibi Japonya'daki sistemle birebir aynı olan ShakeAlert sistemi, deprem uyarılarını ulaştırmada bir adım daha ileri giderek depreme özel mobil uygulamalarla uyarıları entegre etmiştir. ShakeAlert uyarıları; MyShake, QuakeAlertUSA, Ready San Diego gibi farklı eyaletlerde kullanılan mobil uygulamalarla kullanıcılara iletilmektedir. Kullanılan mobil uygulamalar sadece erken uyarıları almakla kalmayıp, hasar tespiti, yol bilgisi, bilinçlendirici içerikler gibi birçok etkili kullanım alanına da sahiptir. Ayrıca telefonlardan toplanan konum bilgisi ve sensörlerle saptanan sallantı şiddeti gibi bilgiler toplanarak kullanıcılara daha doğru içeriklerin ulaştırılması sağlanmaktadır. Bu tarz mobil uygulamalarla depreme karşı insanların kulnabileceği tek bir bilgi kaynağı oluşturmak

hedeflenmiştir. Bu uygulamaların kullanımda olmadığı bölgelerde ise radyo, televizyon, mobil mesaj gibi daha geleneksel iletişim kanalları aracılığıyla uyarılar gönderilmektedir. Ayrıca Android telefon kullanıcılarına özel, Android sistemiyle doğrudan bütünleşmiş biçimde uyarılar kullanıcılara mobil uygulama olmadan da iletilebilmektedir.

Depremler haricinde seller için de geliştirilmiş erken uyarı sistemleri dünya genelinde devletler tarafından uygulanmaktadır. Bu sistemlerin en gelişmiş örneklerinden biri ise Güney Kore'de yer almaktadır. Güney Kore, ülke geneline yaygın bir Sel Tahminleme ve Uyarı Sistemi'ne sahiptir. Bu sistemde, gerçek zamanlı yağış bilgisi istasyonlar aracılığıyla gözetlenip anında analiz edilerek yağış durumuyla ilgili bilgi sahibi olunmaktadır. Bir vadinin üst ve alt bölgesine yerleştirilen ölçüm istasyonları, su seviyelerini düzenli olarak ölçerek canlı bilgi gönderilmektedir. Acil bir durum oluştuğunda merkezi gözetleme istasyonlarından görülmektedir ve gerekli yerlere bilgilendirme yapılmaktadır. Aynı zamanda buraya entegre olan Otomatik Yağış Servisi ile de fazla yağış olduğu durumlarda otomatik uyarı sirenleri çalmaktadır. Merkezi gözetleme ve kontrol istasyonlarıyla devamlı yönetilen bu sistemler, yağışlara karşı önden hazırlıklı olmaya ve sellere karşı halkı uyarılamaya yaramaktadır.

Erken uyarı sistemleri yangın özelinde de oldukça önemlidir. Çünkü yangın bölgesindeki insanların en düşük seviyede hasar görmesi için bir an önce buldukları alanı tahliye etmeleri gerekir. Yangınlarda kullanılan erken uyarı sistemleri nem, sıcaklık, basınç, rüzgâr gibi faktörlerin ölçülmesiyle belirlenmektedir. Bu sayede erken uyarı sistemleri yangın esnasında ve yangından sonra kısa vadede farklı en iyi uygulamalarla birçok insanın hayatını kurtarmaktadır. Farklı ülkelerdeki uygulamalar çeşitli sensör tiplerine göre çalışmaktadır. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılan



“WireWxNet” sıcaklık, nem, rüzgâr hızı ve yönünü ölçerek çalışırken Brezilya’da kullanılan “Smart Forests” uygulaması sadece sıcaklık ve nemi ölçerek çalışmaktadır. Bu iki uygulamadan farklı olarak yine Amerika Birleşik Devletleri’nde kullanılan “N5 sensörleri” karbondioksit gibi gaz çeşitlerini, kızılötesi ışınlarını ve hava kalitesini ölçerek çalışmaktadır.

### **Türkiye’den örnekler**

Türkiye’de depremlere yönelik erken uyarı sistemine örnek olarak “İstanbul Deprem Hızlı Müdahale ve Erken Uyarı Sistemi” projesi geliştirilmiştir. Bu proje Boğaziçi Üniversitesi – Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından İstanbul özelinde uygulanmaktadır. Proje çerçevesinde şehrin etrafına 100 hızlı müdahale istasyonu ve 10 erken uyarı istasyonu konuşlandırılmıştır. Deprem sonrası yoğun yer hareketlerinin izlendiği sistemler aracılığıyla, gerçek zamanlı güncellemeler yoluyla alınan verilerle, binaların hasar olasılıklarına dair bir haritalama oluşturulmaktadır. Deprem esnasında oluşabilecek hasar bilgileri de depreme müdahale planlamasında öncelik belirlemek amacıyla ilgili kuruluşlarla pay-

laşılmaktadır. Ayrıca bu projeye bir diğer amaç da kurumların hızlıca bilgilendirilip doğalgaz sistemlerini kapatmak, çeşitli tesislerin kontrollü kapamasını sağlayarak yangınları engellemek gibi depremin tetikleyebileceği diğer sorunların önüne geçmektir.

Türkiye’de afetlere yönelik daha kapsamlı erken uyarı sistemleri, özellikle sel gibi doğal afetlerin gerçekleşmesi durumunda kayıpları azaltmak amacıyla farklı kurumlar arasında iş birliğiyle yürütülmektedir. Bu çerçevede Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından “Taşkın Tahmini ve Erken Uyarı Merkezi” oluşturulmuştur. Bu merkez, farklı birimlerden elde edilen verileri kullanarak sel gibi taşkın olaylarının tahmin edilmesi ve erken uyarı sisteminin etkin bir şekilde çalıştırılmasını amaçlamaktadır. Bu sayede insanlar sel felaketinden önce kısa vadede kendilerini korumaya alabilirler. Bunun için her ne kadar merkezler DSİ, SYGM, ve MGM olsa da çeşitli erken uyarı sistemleri çalışmaları vardır. Taşkın Arıza Müdahale Bilgi Sistemi (TAMBİS) erken uyarı sistemlerinden bir tanesidir ve DSİ tarafından ge-



İştirilen bu sistem, taşkın sonrası müdahale ve hasar tespitlerini hızlandırmayı amaçlamaktadır. Suyun ne kadar taşmakta olduğuna dair spesifik bir bilgi verir. Coğrafi Bilgi Sistemleri derin bir araştırma sonucunda öncelikle tüm verileri işler. Daha sonrasında ise işlediği tüm verileri görsel tabanlı bir hale getirip amaca uygun kullanılmasında olanak sağlar. Sel bölgesindeki insanların ise erken uyarı sistemleriyle uyarılması için belirli ölçümler gerekmektedir. Taşkın tahmini karmaşık bir süreçtir ve hava tahmini, akış tahmini ve hidrodinamik çalışmaları gibi farklı disiplinleri içermektedir. Sayısal hava tahminleri, akış verileri ve hidrolojik modeller kullanılarak taşkın tahmini yapılmaktadır. DSİ çalışmalarında daha genel olarak kullanılan bu tahminlemeler sonucunda müdahale, arıza ihbarları ve taşkın analizi gibi eylemler hayata geçirilebilmektedir.

Yangınlara yönelik erken uyarı sistemlerinin bir örneği olan insansız orman yangını gözetleme kuleleri, etrafındaki ormanlık alanda yangın belirtisi olup olmadığını izlemektedir. Bu teknoloji Türkiye’de de “Ormanın Gözleri” projesi adıyla bulunmaktadır. Türkiye’deki insansız yangın gözetleme kulesi Orman Genel Müdürlüğü ile Anadolu Sigorta’nın iş birliği sonucunda Adana’da kullanılmaktadır. Bu kuleler, ısı, duman ve hava kalite sensörlerine sahip olup herhangi bir yangın belirtisi algıladığında alarm vermekte ve tam koordinatlarıyla beraber gerekli birimleri bilgilendirmektedir. Kulelerde 50 metrelik kafes haberleşme ve kamera direği bulunmaktadır. Aynı zamanda yapay zeka teknolojisi destekli açık alanda 30 kilometre kadar görüş sağlayabilen iki adet ileri düzey IP kamera, telsiz ve iletişim ekipmanlarına sahiptir. Sahip olduğu ekipmanlarla 7/24 etrafındaki ormanlık alanı gözetlemektedir. Bu sistem sayesinde, orman yangının erken aşamasında müdahale edilebilir ve yangın daha fazla yayılmadan kontrol altına alınabilir.

## Türkiye’de Kullanılan Afet Bilinçlendirme ve Uyarma Uygulamaları:

- AFAD Acil: İçişleri Bakanlığı AFAD tarafından geliştirilen bir uygulamadır. Afetlere karşı farkındalık yaratmak, afetlere hazırlıklı olmayı sağlamak ve afet sırasında güvenli bir şekilde hareket etmeyi öğretmek için çeşitli özellikler ve işlevler sunar.
- AKUT Güvendeyim: Arama Kurtarma Derneği AKUT tarafından geliştirilen bir uygulamadır. Afet sırasında kişilerin birbirlerine güvende olduklarını bildirmelerine yardımcı olur.
- Düdüğüm: Afet sırasında tehlike sinyali göndermeye yardımcı olan bir uygulamadır.
- Güvendesin: Afet sırasında kişilerin birbirlerinin güvenliğini takip etmelerine yardımcı olan bir uygulamadır.
- 112 Acil Yardım Butonu: Sağlık Bakanlığı tarafından geliştirilen bir uygulamadır. Acil bir durumda kişilerin 112’yi aramalarını sağlar.

## Diğer Erken Uyarı Sistemleri

Merkezi erken uyarı sistemlerinin yanında, özel şirketler ve girişimler tarafından da afetlere yönelik erken uyarı sistemleri geliştirilmektedir. Özellikle depremlere yönelik erken uyarı sistemleri çalışmaları yapılmış olup alandaki geliştirmeler devam etmektedir.

## Global örnekler

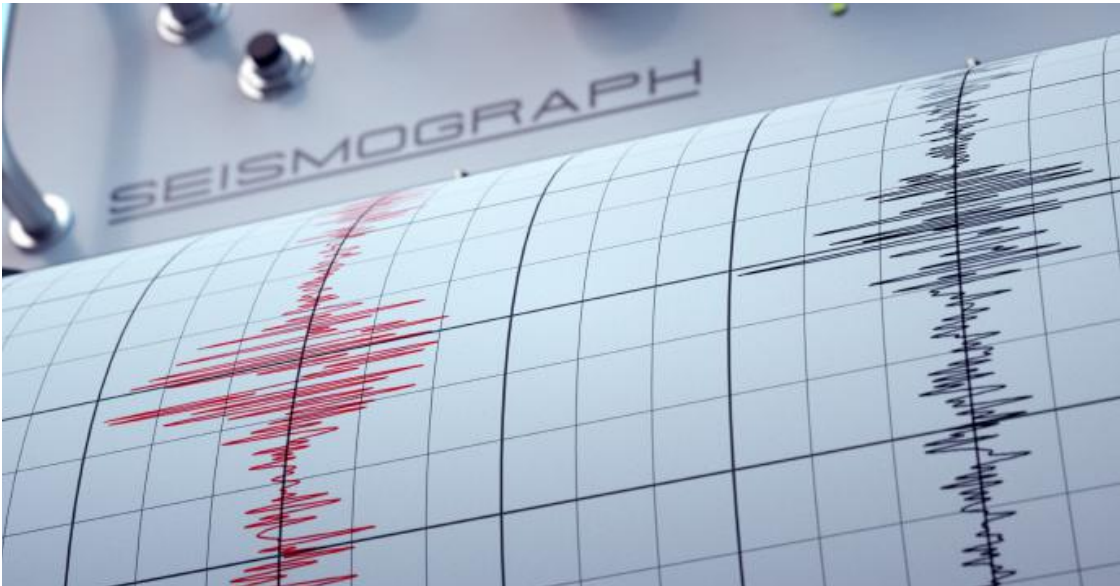
Google’ın oluşturduğu Android Deprem Uyarı Sistemi, basit bir çalışma mekanizmasıyla Android telefonlara uyarı gönderilmesini sağlar. Sistem, akıllı telefonlarda bulunan ivmeölçerleri kullanarak telefonlardan sarsıntı bilgisi toplar. Bu bilgiler, Google’ın deprem saptama sunucularında toplanarak değerlendirilir. Belirli bir bölgede yoğunlaşan sinyaller olduğunda sistem bu bölgede bir deprem olduğunu saptar ve

bölgenin çevresinde Android telefonlara otomatik uyarı mesajları gönderilir. Böylelikle global bir deprem uyarı ağı oluşturulması hedeflenmiştir.

Android sistemine benzer bir şekilde çalışan başka bir uygulama da Earthquake Network App'dir. Avrupa Komisyonu tarafından desteklenen bu mobil uygulamada uygulamayı yükleyen kişilerin telefonlarındaki ivmeölçerler aracılığıyla deprem bilgisi toplayıp uyarılar göndermeyi hedeflemektedir. Dünya çapında 10 milyondan fazla kullanıcısı olan uygulama, bugüne dek 6 binden fazla depremi saptayıp uyarı bildirimini yapmıştır.

İleri derece teknolojiler kullanarak deprem erken uyarı sistemi geliştiren bir girişim ise Seismic AI'dır. Deprem ve tsunami için yeni nesil teknolojilerle erken uyarı sistemleri geliştiren girişim; kolay kurulumlu deprem istasyonları aracılığıyla dünyanın çeşitli bölgelerinde faaliyet göstermektedir. Depremlerin önceden tespiti ve uyarı sisteminin yanında, kurumlar ve devletlerin kullanımını için akıllı çözümler de geliştirmektedir. Bunlardan bazılarını; ulaşım sistemlerinin otomatik olarak yavaşlatılması, su ve gaz hatlarının kapatılması, üretim tesislerinde

güvenlik önlemlerinin alınması örnek verilebilir. Yapay zekâ kullanımıyla akıllı sistemler oluşturan Siesmic AI, etkili erken uyarı sistemiyle daha fazla hayat kurtarmayı ve afet teknolojilerini şehirlerin altyapısına entegre etmeyi amaçlamaktadır. Yapay zekâ algoritmaları, derin öğrenme ve gelişmiş veri analizi tekniklerinin kullanımı, hayatımızın her alanında olduğu gibi afetlerle mücadelede de hızla ilerlemektedir. Bir örnek olarak Pano AI isimli girişim, ileri derece yapay zekâ ve bilgisayar görüşü gibi teknolojilerle yangınları ilk safhalarında fark etmeye ve gerekli aksiyonları hızla almaya yarayan bir sistem inşa etmiştir. Bu sistemde Pano AI hem kendi kurduğu gözetleme istasyonları hem uydulardan elde edilen görüntüleri, sensörlerden gelen bilgileri ve diğer veri kaynaklarını birleştirerek yangınları ilk aşamalarında saptar. Saptanan yangın başlangıcı ile ilgili bilgiler eş zamanlı olarak yangın söndürme ekipleri ile de paylaşılır. Saha ekiplerince yangın doğrulandığında da hemen gerekli aksiyonları alacak ekipler bölgeye yönlendirilir. Bütün işlemlerin bütüncül bir online platform üzerinden sürdürüldüğü Pano AI sistemiyle yangınlar tek bir yerden izlenip yönetilebilir. Bu sayede yangınla mücadelede daha hızlı aksiyon



alınır yangınlar büyümeden söndürülebilir. Makine öğrenmesi ve derin öğrenme metodlarıyla Pano AI algoritmaları kendini sürekli geliştirmekte ve yangınlarla mücadelede daha etkin bir rol alabilmektedir.

## 2. Arama Kurtarma ve Hasar Tespit

Arama kurtarma ve hasar tespit çalışmaları, afetlerden hemen sonra başlayan ve hasar tespit süreçleriyle uzun vadeye yayılan ve devam eden çalışmalardır. Teknolojinin bu çalışmalarda etkin kullanımı, arama kurtarma ile daha çok insanın yaşama tutunmasını sağlarken hasar tespitinde ise şehirlerin kalkınmasını ve doğru aksiyonlar alınmasını hızlandıracaktır. Bu alanda kullanılan teknolojiler ana olarak canlıların tespiti ve kurtarılması, hasar tespiti ve yangın gibi afetlerde afete doğrudan müdahalede kendini göstermektedir.

### Canlı Tespiti ve Kurtarılması

#### Global örnekler

Afet sonrasında canlı tespitinde günümüzde kullanılan en yaygın teknolojilerden biri insansız hava araçlarıdır. İnsansız hava araçları termal kameralar, akıllı sensörler, çoklu-obje izleme algoritmaları gibi sistemlerle hem insanları hem de yapıları takip etmek amacıyla kullanılabilir. Uydulardan ve diğer arama teknolojilerden farklı olarak İHA'lar ulaşılması zor olan bölgelere girebilir, afet bölgesine oldukça yaklaşabilir ve detaylı inceleme yapabilir. İnsansız hava araçlarıyla depremden sonra yıkılan bölgelerde canlı taraması yapılabilirken, sel ve yangınlarda da mahsur kalan insanlar saptanabilir. Hava araçlarının kullanımı afetzedelerin yerlerinin saptanmasına, geniş bölgelerin kısa sürede taranmasına ve böylelikle arama kurtarma ekiplerine gerekli bilgilerin aktarılmasına yardımcı olur. Bu gibi faydaları göze alındığında, İHA teknolojilerinin afetlerde canlı tespiti ve hayat kurtarılmasında kritik bir rolü olduğu söylenebilir.

Japonya, özellikle depremlerden sonra İHA'ları en aktif kullanan ülkelerden biridir. İHA'larla enkaz altında kalan insanların belirlenmesi için birçok çalışma yürütülmektedir. Bunlardan biri, Tokyo Teknoloji Enstitüsü ve Softbank tarafından geliştirilen sistemdir. Bu sistemin amacı İHA'lar aracılığıyla enkaz altında kalan insanların mobil telefonlarından gelen sinyalleri tespit edip enkaz altında kalan insan sayısını ve yerini belirlemektir. Bunun için, yere kabloyla bağlı İHA'lar geleneksel radyo frekansları gönderici ekipmanlarla yüklenmiş olup, enkaz altındaki telefonlara sinyal göndermektedir. Enkazdaki telefonların hücresel ağa veya internete erişimi olmasa da bu sinyaller sayesinde İHA'ya geri bildirim yapabilmekte ve telefonun konumu saptanabilmektedir.

Japonya'da afetlerle mücadelede kullanılan bir başka İHA sistemi "3rd Eye Drone System" de kullanılan en iyi örneklerden bir tanesidir. Bu uygulamada kullanılan İHA'lar, kızılötesi görüntüleme teknikleriyle insanları üçboyutlu olarak fotoğraflayıp yerlerinin tespit edilmesini sağlamaktadır. Özellikle deprem ve sellerden sonra sıkça kullanılan bu teknolojide, yapay zekâ aracılığıyla incelediği bölgelerdeki insan silüetlerini ayırt edebilen İHA'larla edinilen bilgiler anlık olarak arama kurtarma ekipleriyle paylaşılmakta ve bölgeye gerekli ekipler yönlendirilmektedir. Böylece yardıma ihtiyacı olan insanlara daha hızlı destek götürülebilmektedir.

İHA'ların yanında afetlerde canlıların tespitinde ve kurtarılmasında destek sağlayan birçok gelişmiş arama kurtarma robotları bulunmaktadır. Japonya'da kullanılan Quince robotu, arama kurtarma robotlarının ilkerinden biridir. Üzerinde kamera, mikrofon, pozisyon algılayıcı sensör, lazer sensörü, wifi, termal kamera, karbondioksit sensörü gibi birçok teknolojiyi barındıran bu robot, afet sonrası tehlikeli alanlara gönderilip inceleme çalışmalarına katılmaktadır. Uzaktan kumandalı kontrol sistemine de sahip olan Quince,



Arama kurtarma ve hasar tespit					
Uygulama tipi	Kullanılan teknolojiler	Afet öncesi		Afet sonrası – Kısa vade	Afet sonrası – Uzun vade
		Hazırlık	Önleyici / Uyarıcı	İlk müdahale	İyileştirici
<b>Canlı tespiti ve kurtarılması</b>					
Enkaz dışından tespit	■ ■ ■			☑	
Enkaz altı doğrudan görüntüleme	■ ■ ■			☑	
Sosyal medya konum bilgisi kullanımı	■ ■			☑	
<b>Hasar tespiti</b>					
Afet bölgesi görüntüleme ve hasar analizi	■ ■ ■ ■			☑	☑
Afet sonrası anlık hasar simülasyonları	■ ■ ■ ■			☑	
<b>Afete doğrudan müdahale</b>					
Yangınla mücadele robotları	■ ■			☑	

**Lejant**

- Nesnelerin interneti
- 5G
- Otomasyon ve robotik
- Yapay zeka ve makine öğrenmesi
- Büyük veri analizi
- Uzaktan algılama ve görüntüleme

robotik kollarıyla enkaz altındaki zorlu yollarda manevra yapabilmekte, bir yükseklikten düşse bile toparlanıp yoluma devam edebilmektedir. Enkaz altındaki insanlarla robotta bulunan mikrofon sayesinde iletişime geçilip yardım sağlanabilmektedir.

Yılan robotlar, arama kurtarma için geliştirilen yeni teknolojilerden biridir. Enkaz altındaki zorlu yolları yılanın hareketlerini taklit ederek penetre edebilen bu robotlar, ilk kez Meksika’da 2017’de gerçekleşen 7.1’lik yıkıcı depremde kullanılmıştır. Carnegie Mellon Üniversitesi tarafından ilk kez geliştirilen yılan robotlar, enkaz altındaki yolların durumu ve afetzedeler hakkında kritik bilgilerin edinilmesinde kullanılmıştır. Buradaki başarılı kullanımının ardından çeşitli ülkelerde de yılan robotları geliştirme çalışmaları başlamış, günümüzde bu robotlar enkaz altı görüntüleme ve bilgi alma için sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır.

NASA’nın FINDER aracı (Afet ve Acil Durum Müdahalesi için Kişileri Bulma) afet sonrası kısa vadede göçük altında veya yer altında kalmış canlıları tespit etmek için kullanılan bir diğer araçtır. Bu sayede afetzedeler en kısa süre içinde bulunur ve kurtarılmaya çalışır. Aracın görevi ise üzerinde başka nesnelere ve göçükler olsa da afetzedelerin kaç metre derinde ve tam olarak han-

gi lokasyonda olduğunu tespit etmektir. Aracı kullanırken düşük güçlü mikrodalga sinyalleri enkazın içinden gönderilmekte ve sinyallerin yansımalarındaki değişiklikler takip edilmektedir. FINDER, enkaz altında 9 metre derinlikteki bir kalp atışını tespit edebilir. Bu teknoloji, Meksika’dan Nepal’e kadar birçok felakette, enkaz altında kalan insanları bulmak için kullanılmış, Nepal’de enkaz altındaki 4 kişinin doğrudan kurtarılmasını sağlamıştır. FINDER teknolojisi, kullandığı algoritmalar sayesinde insan kalp atışlarını ve hayvanların kalp atışlarını ayırt edebilmekte ve bu sayede insanlar ve hayvanları ayırıştırıp kurtarabilmektedir.

Sosyal medya uygulamaları, afet yönetiminde haberleşme ve bilgi toplamadaki uygulamalarına ek olarak arama kurtarma faaliyetlerinde de kritik rol oynamaktadır. Bunun en iyi örneklerinden biri, Facebook tarafından oluşturulan Afet Haritalarıdır. Bu haritalar, kullanıcıların lokasyon bilgilerini kullanarak insanların afetten nerelerde daha çok etkilendiği, nerelerde toplandığı, hangi yollarda yoğunluk yaşandığı gibi bilgileri göstermeye yarar. Deprem, sel, yangın gibi afetlerin hepsinde etkin şekilde işlevi olan Facebook Afet Haritaları 5 temel alanda afetlerle mücadeleye yardımcı olmayı hedefler:

- 1. Popülasyon:** Afet öncesi duruma göre hangi bölgelerde daha çok kullanıcı bulunduğunu verir. Bu bilgi, doğru bölgelere arama kurtarma faaliyetlerini yönlendirmede etkilidir.
- 2. Hareket:** Kullanıcıların hangi bölgelerde daha çok hareket halinde olduğunu belirler. Böylelikle hangi alanlardan daha çok tahliyeler olduğu ve toplu nüfus hareketleri bilgisine erişilir.
- 3. Şarj durumu:** Kullanıcıların telefonlarını hangi bölgelerde şarj ettiklerini gösterir. Afet öncesi duruma göre veriler karşılaştırılıp hangi bölgede enerji kaynaklarının daha yoğun kullanılabildiği bilinir.
- 4. Ağ kapsamı:** Kullanıcıların telefon kullanımlarından hangi bölgelerde hücresel ve mobil ağın daha güçlü olduğunu gösterir.
- 5. Yer değiştirme:** Afet öncesi duruma göre, afetten sonraki birkaç hafta ve aylarda kullanıcıların hangi bölgelere yerleştiğini kıyaslar.

Detaylı analiz ve modelleme teknikleriyle hazırlanan Facebook Afet Haritaları, afet sonrası alınacak aksiyonlarla ilgili otoriteler için önemli bir bilgi kaynağı oluşturmaktadır.

### **Türkiye’den örnekler**

Türkiye özelinde de afetlerden sonra kullanılan arama kurtarma cihazları mevcuttur. Örneğin Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş tarafından geliştirilen bir ürün olan Duvar Arkası Radar (DAR), dışardan görüşün mümkün olmadığı kapalı alanlardaki hareketli ve sabit hedeflerin konum bilgilerini iki boyutta elde etmek amacıyla Ultra Geniş Bant (UGB) sinyallerini kullanarak çalışan bir radar sistemidir. Kahramanmaraş depremi sonrasında bölgede sıklıkla kullanılan DAR cihazları, göçük altındaki insanların yerlerini tespit etmek için kullanılmıştır. Bu teknoloji Kahramanmaraş depreminde 50’den fazla kişinin enkazdan canlı bir şekilde bulunup çıkarılmasını sağlamıştır. Duvar Arkası Radar cihazları afetlerde kullanılırken tablet gibi basit akıllı cihazlarla uzaktan kontrol edilebilmektedir. Böylece arama kurtarma esnasında uzaktan cihazı kontrol eden insanların göçük altında kalma riski azaltılabilmektedir.

Türkiye’de enkaz altındaki tünel, sığınak, oda gibi alanların tespitinde kullanılan bir diğer kompakt cihaz da Assuva Savunma Sanayi



tarafından geliştirilen Proton Elic RB-I M-4 isimli yeraltı görüntüleme ve tespit cihazıdır. Bu cihaz Kahramanmaraş depremlerinde kullanılmış ve yüksek çözünürlükteki dijital görüntüleri sayesinde arama kurtarma ekiplerinin enkaz altında kalanları daha hızlı ve doğru bir şekilde bulmalarına yardımcı olmuştur. 50 metre derinlik erişimine ve 1 kilometre menzile sahip olan cihaz, dijital sensörler ile yüksek çözünürlüklü görüntü sağlanmış ve bu veriler hem cihaz ekranından hem de bilgisayarlar üzerinden takip edilebilmiştir. Ayrıca, cihazın yüksek çözünürlüklü termal sensörü, eşit ölçüde ve yüksek netlikte görüntü sağlamakla arama kurtarma ekiplerine verilen bilgilerin doğruluğunu arttırmaktadır.

### **Hasar Tespiti**

#### **Global örnekler**

İnsansız Hava Araçları, afetlerden sonra hasar tespiti yapılmasında da etkin şekilde kullanılan teknolojilerdir. Bu alanda Güney Kore, oluşturduğu acil durum İHA ekibiyle alanda öncü ülkelerden biridir. Hükümetin İHA teknolojilerini arama kurtarma faaliyetlerine entegre etme hedefiyle ve Kore'deki özel sektörün ve yurttaşların aktif katılımıyla özel bir İHA ekibi oluşturulmuştur. Acil Durum İHA Operasyon Ekibi, resmi olarak İHA kullanma lisansı bulunan bireysel İHA sahiplerinden oluşmaktadır. Ekip ilk kez 2018 yılında Soulik Tayfunu gerçekleştikten sonra afet bölgesinde 89 bireysel İHA uzmanının iş birliğiyle faaliyete başlamıştır. Ekibin görevleri arasında afetlerden sonra bölgenin videosunu çekerek hasar tespiti yapmak, hasarın konumunu ve ayrıntılarını kaydetmek ve kaydedilen içeriği cep telefonu aracılığıyla gerekli yetkililere iletmek yer almaktadır. Acil Durum İHA Operasyon Ekibi, afet sonrasında teknolojinin devlet ve gönüllülerin iş birliğiyle etkin kullanımına bir örnektir.

Nesnelerin interneti ve yapay zekâ gibi gelişmiş teknolojiler de hasar tespitinde

artarak kullanılmaktadır. Afetlerde edinilen bilgilerin ileri analiz teknikleriyle işlenmesi ve anlamlı sonuçlar çıkarılmasıyla hasar tespiti kimi zaman dakikalar içinde yapılabilmektedir. Bu teknolojiler, afetlerle mücadelede daha hızlı aksiyon almayı sağlamakta ve otoritelerin daha bilgili karar vermelerine destek olmaktadır.

Nesnelerin interneti ve modelleme teknikleri, depremden sonra hasar tespitinde Japonya'da uygulanan teknolojilerdir. Japonya'da kullanılan gerçek zamanlı Deprem Hasar Tahminleme Sistemi, ülke genelindeki deprem algılama istasyonlarından alınan veriyi işleyerek depremden yalnızca 10 dakika sonra oluşan hasarla ilgili bir rapor çıkarabilmektedir. İlk kez 2016 yılındaki Kumamoto depreminde kullanılan sistemin sonuçları gerçek hasarla karşılaştırıldığında, sistemin sunduğu hızlı raporun gerçeğe yüksek oranda uyuştugu görülmüştür. Rapor, otoritelerin daha hızlı karar almasına ve afet sonrası ilk müdahalede kolaylaştırıcı rol almaktadır.

Hasar tespitiyle ilgili yalnızca devletler değil, özel sektör girişimleri de teknolojiler geliştirmektedir. Depremlerden sonra hasar tespiti ne kadar hızlı yapılırsa alınacak aksiyonlar o kadar çabuk belirlenip toparlanma süreci başlatılabilir. Burada kullanılacak bir teknoloji, binaları akıllı sistemlerle donatıp hasar tespitlerini ve binaların durumunu anlık olarak takip etmedir. Bu alanda çalışan bir girişim olan Safehub, kendi geliştirdiği hassas sensörleri binalara yerleştirerek anlık olarak hasar tespiti yapabilen bir sistem geliştirmiştir. Sensörler, wifi ağına da sahip olup edindikleri bilgileri anlık olarak aktarabilmektedirler. Sensörlerden gelen bilgiler ileri analiz ve Nesnelerin İnterneti gibi teknolojilerle işlenip iletilmektedir. Sonuçta ise Safehub, hızlı bir şekilde binaların hasar durumu, olası tadilat süresi, kullanım durumu ile ilgili bilgiler sağlayabilmektedir. Bunun yanında ise, yine detaylı analizlerle hasarın sebep olduğu finansal kayıplar da

simüle edilmektedir. Ayrıca deprem sonrasında mobil cihazlara da depremle ilgili anlık uyarılar gönderilmekte ve mobil uygulaması aracılığıyla diğer bilgiler de sistemden online takip edilebilmektedir. Bahsedilen bilgileri depremden yalnızca dakikalar sonra iletebilen Safehub sistemi, Amerika'da birçok yerel yönetim ve Pfizer, Amazon gibi büyük şirketler tarafından kullanılmaktadır.

### **Türkiye'den örnekler**

İHA teknolojisi, Türkiye'de de özellikle 2023 Maraş Depremi'nden sonra ön plana çıkmıştır. 2023 Kahramanmaraş Depremi'nin ardından Bayraktar İHA'lar, hasar tespit ve arama kurtarma amacıyla kullanılmıştır. Bu İHA'ların özellikler arasında elektronik destek potu, uydu haberleşme sistemleri, engel tespit radarı, SAR radarı bulunmaktadır. Bu özellikler sayesinde, depremin ilk gününün yağışlı ve bulutlu olmasına rağmen arama kurtarma ve hasar tespit amacıyla başarılı görüntüler alınabilmektedir. Bayraktarlar doğru lokasyon bulabilmeleri için TB-2 İHA Platformuna bütünleşmiş Hızlı Haritalama Podu ile geniş bir alanı haritalayabilmektedir. Farklı havacılık şirketleri de arama kurtarma ve hasar tespit çalışmalarına destek vermiştir. Örneğin Havelsan şirketinin Baha ve Poyraz İHA'ları arama kurtarma ve koordinasyonun sağlanmasında kullanılmışken, Dasal Havacılık şirketinin Kırlangıç İHA teknolojisi istihbarat, keşif ve gözetleme faaliyetlerine destek sağlamıştır.

Görüntüleme teknolojilerini yapay zekâ ile birleştirip hasar tespitinde kullanan bir sistem ise xView2'dir. ABD Savunma Bakanlığı ve Carnegie Mellon Üniversitesi tarafından geliştirilen bu teknoloji, çeşitli uydulardan aldığı afet bölgesi fotoğraflarını makine öğrenmesi algoritmalarıyla işleyerek afet bölgesindeki yapıların hasar tespitini yapmaktadır. xView2, benzer teknolojilere nazaran çok daha hızlı ve doğru şekilde hasarları boyutlarına göre ayırabilmektedir. Bu teknoloji

sayesinde, alanda çalışmalar yürüten arama kurtarma ekiplerine ve hasar tespiti yapan birimlere sağlıklı veri sağlanabilmektedir. Bu sistem, Amerika'da ve Avustralya'da yangınlarla mücadelede, Nepal'de ise sel sonrası toparlanmada aktif şekilde kullanılmıştır. Yakın zamanda ise Türkiye'de yaşanan Kahramanmaraş depremlerinde Birleşmiş Milletler tarafından görevlendirilen arama kurtarma destek ekipleri bu teknolojiden yararlanmıştır. Ayrıca xView2'nin sağladığı bilgiler devlet birimleri, uluslararası organizasyonlar, STK'lar ile de paylaşılmıştır. Bu bilgilerle, arama kurtarma ekiplerinin farkında olmadığı yıkım alanlarının da tespitinin sağlandığı belirtilmiştir.

Afet Portal platformu (afetportal.com) Afet Portal, Türkiye'de meydana gelen afetlerden etkilenen vatandaşların ve yardım kuruluşlarının bir araya gelerek bilgi ve yardım paylaşımında bulunabileceği bir platformdur. Afet Portal'ın temel amacı, afetlerden etkilenen bölgelerdeki bilgi ve yardım ihtiyacını karşılamak ve bu bölgelerdeki afet müdahale çalışmalarının etkinliğini artırmaktır. Platform, bu amacı doğrultusunda aşağıdaki hizmetleri sunmaktadır:

- Bilgi paylaşımı: Afetlerden etkilenen vatandaşlar ve yardım kuruluşları, platform üzerinden afetlere ilişkin bilgi ve deneyimlerini paylaşabilirler.
- Yardım talebi: Afetlerden etkilenen vatandaşlar, platform üzerinden yardım talebinde bulunabilirler. (Enkazda kalma bildirim, gıda ve ısınma ihtiyacı bildirim vb.)
- Yardım teklifi: Yardım kuruluşları, platform üzerinden yardım teklifinde bulunabilirler.
- İhbar sistemi: Vatandaşlar, platform üzerinden afetlere ilişkin ihbarlarda bulunabilirler. (Müteahhit ihbar sistemi, depreme dayanıklı bina inşasının teşvik edilmesine ve deprem riskinin azaltılmasına yardımcı olmayı amaçlamaktadır.)





## Afete Doğrudan Müdahale

### Global örnekler

Yangınlarla mücadelede robotların kullanılması giderek artan bir uygulamadır. Henüz geniş çaplı yangınlara karşı etkinlikleri sınırlı olsa da yangınla mücadele robotları gelecekte daha da yaygınlaşıp afetle mücadelede etkin rol oynayacaktır. Howe & Howe'un ürettiği yangın robotu Thermite, bu alandaki gelişmiş örneklerdendir. Uzaktan kumandalı sistemle kontrol edilebilen bu robotlar şimdilik daha çok endüstriyel yangınlarda görev alsalar da gelecekte etkinlik alanlarının genişlemesi beklenmektedir. Thermite, hızlı su püskürtmesi, geniş su haznesi ve yokuş tırmanma gibi özellikleriyle etkili bir yangın robotudur. Gelişmiş yangın robotlarına bir diğer örnek ise Shark Robotics'in geliştirdiği Colossus'dur. Dakikada 2,000 litre su püskürtebilen bu robotlar, aynı zamanda yaralıların taşınmasına ve sahip oldukları termal kameralarla yangın bölgesinde inceleme ve arama kurtarmaya da destek verebilmektedir. Colossus, 2019'da Paris'te yaşanan Notre Dame yangınına müdahale etmiş ve ününü bu olaydan sonra artırmıştır. Yangına karşı dayanıklı materyallerden oluşan robot, itfaiyecilerin giremeyeceği

bölgelere girerek Notre Dame'daki felaketin büyümesini engellemiştir.

### 3. Koordinasyon ve Yönetişim

Doğal afetlerle etkili mücadele, birçok paydaşın aktif bir şekilde kendi görev ve sorumlulukları kapsamında sürece dahil olmasını gerektirir. Bakanlıklardan belediyelere, sivil toplum örgütlerinden hastanelere kadar birçok kurum ve kuruluş hem afet öncesinde hem afet sonrasında yetkinlikleri dahilinde koordine bir şekilde çalışabilmelidir. Koordinasyonun verimliliğini artırmak ve etkin bir yönetim mekanizması için teknolojinin kullanımı giderek daha elzem hale gelmektedir. Kendi içerisinde çeşitli versiyonları ve teknolojileri bulunduran afet bilgi yönetim sistemleri, koordinasyon ve yönetim için en temel uygulama olarak tanımlanmaktadır.

### Bütünleşik Afet Yönetim Sistemleri

#### Tanım

Bütünleşik Afet Yönetim Sistemleri (BAYS), özellikle bir doğal afetin hemen sonrasında, afetle etkili mücadele için gereken bilgileri doğru bir şekilde işlemek, düzenlemek, saklamak ve yaymak için oluşturulmuş sistemlerdir. Bu sistemler, acil durum ekiplerine

ve afet yönetim kurumlarına operasyonlarını daha verimli ve etkili bir şekilde planlama ve yürütme konusunda yardımcı olur. Bu sistemler, afetin türü, konumu ve şiddeti gibi afete ilişkin verilerin yanı sıra etkilenen nüfus hakkında bilgiler, altyapı detayları, mevcut kaynaklar ve kurtarma ve iyileşme operasyonlarının durumu gibi bilgileri içerebilir. Afetin türüne göre de BAYS'ler farklılık gösterebilirler. Eş zamanlı sağlanan veriler süreç içerisinde sorumluların daha hızlı aksiyon almasını sağlayabilmektedir.

### **Hazırlık gereksinimleri**

Özellikle afetin hemen sonrasındaki birkaç günün afetzedeler için kritik olduğu düşünüldüğünde, bu sistemlerin etkin kullanımı daha da önem kazanmaktadır. Bu sistemlerden etkili bir biçimde faydalanabilmek için afet öncesindeki hazırlık aşamasında aşağıdaki üç konuya dikkat edilmelidir:

- Kamu kurumlarından sivil toplum örgütlerine kadar tüm paydaşların görev, sorumluluk ve yetkileri afet öncesinde belirlenmiş ol-

malıdır. Afetteki olası can kayıpları ve lojistik problemleri de göz önünde bulundurularak, farklı senaryoları kapsayacak bir görev ve sorumluluk planlaması yapılmalıdır.

- Afet sonrasında BAYS kullanacak kişi ve kurumların afetten önce sistemi tanıması ve yapılan çalışmalarla ilgili haberdar olması sağlanmalıdır. Yani kullanıcıların teknolojiye adaptasyon süreci, afet sonrasında bırakılmamalıdır.
- BAYS, sıfırdan yeni bir iletişim ve teknoloji altyapısı oluşturmak yerine mevcut altyapı sistemi üzerine inşa edilmelidir.

### **Global örnekler**

BAYS kullanımı konusunda en iyi örneklerden biri olan Japonya; afetin türü, ilgili paydaşlar, kullanılan teknolojiler ve sistemde paylaşılan bilgilere göre farklı BAYS'ler geliştirmiştir. Ülke çapında aktif olan sistemlerden biri olan L-Alert, kamu kurumları ve belediye gibi farklı kaynaklardan gelen uyarı ve tahliye gibi çeşitli bilgilerin toplandığı ve yayıldığı bir platform



Koordinasyon ve yönetim					
Uygulama tipi	Kullanılan teknolojiler	Afet öncesi		Afet sonrası – Kısa vade	Afet sonrası – Uzun vade
		Hazırlık	Önleyici / Uyarıcı	İlk müdahale	İyileştirici
Bütünleşik afet yönetim sistemleri	■ ■	☑	☑	☑	☑

Lejant
■ Büyük veri analizi
■ Mobil / web yazılımları

görevi görür. Ülkedeki tüm belediyeler sisteme entegre edilmiştir. Bu sayede ülkedeki tüm vatandaşlar, çeşitli iletişim kanalları aracılığıyla aynı anda aynı bilgiye erişebilmektedir. Sistem merkezi bir yapıya sahip olup Japonya İçişleri ve İletişim Bakanlığı tarafından yönetilmektedir. Toplanan bu veri, uzun vadede sonraki afetlerin planlanması ve daha etkin bir risk yönetimi için de kritik önem arz etmektedir.

Japonya, L-Alert'e ek olarak coğrafi bilgi sistemlerinden (CBS) de faydalanmaktadır. Bu sistemden gelen veri, önceliklerin belirlenmesinde ve kaynak planlamasında önemli bir rol oynamaktadır. CBS, kendi içinde üç alt teknolojidendir oluşmaktadır:

- 2013'ten beri kullanımda olan Helikopter Uydu İletişim Sistemi, helikopterlerle çekilen fotoğrafları gerçek zamanlı olarak uydu aracılığıyla afet yönetim merkezlerine ve diğer kuruluşlara iletir. Kuşbakışı görüntüler sayesinde afetin nereye nasıl etkilediği anlaşılmaktadır.
- Etkilenen alanlardan görüntüler toplandıktan sonra, hasarı değerlendirmek için bunları afetten önce çekilenlerle karşılaştırmak gereklidir. Afet Hasar Haritası, bir afetten önce ve hemen sonra etkilenen alanların karşılaştırılabilir hava fotoğraflarını içerir. Yani afet öncesinde, ön hazırlık olarak bölgenin afet öncesi verileri de toplanmalı ve sisteme işlenmelidir. Bu sistem, hızlı hasar değerlendirmelerine yardımcı olurken arama ve kurtarma faaliyetlerinin de doğru bir şekilde önceliklendirilmesine katkıda bulunur.

- Kurtarma ekiplerinin yüksek hasarlı bölgelere doğru rotalardan ulaşmaları için yol altyapısı hakkındaki bilgiler de oldukça kritiktir. Kriz Haritalama Sistemi, etkilenen alanlarda İHA kullanarak görüntüler alır ve bunları bir CBS haritasına bağlayarak ilgili platformlarda yayınlar.

Bu üç sistemden oluşan coğrafi bilgi sistemi, afetten etkilenen alanlara yönelik kapsamlı bir bakış açısı sunar. Sistemin etkisini artırmak için her üç bileşenin de ilgili paydaşlar tarafından benimsenmesi ve kullanılması elzemdir.

Japonya'nın L-Alert altyapısının bir benzerine sahip bir diğer ülke ise Çin olmuştur. Doğal afetlerle ilgili istatistik ve veri toplama özelinde regülasyonlara sahip olan Çin, 2009 yılında bu regülasyonlarla uyumlu bir Ulusal Doğal Afet Yönetim Sistemi (UDAYS) oluşturmuştur. Sistem, doğal afetle ilgili birçok veriyi içermektedir. Merkezi hükümet, eyalet, şehir, ilçe, belde ve köy gibi altı seviyeli afet yönetim organizasyonları arasında birleşik bir afet istatistik ve raporlama platformu sağlamıştır. 2017 itibarıyla Çin'deki tüm köy ve kasabalar bu sisteme entegredir. Sistem her yıl topladığı 100.000'den fazla afet raporu sayesinde son yıllarda afet yardım çalışmalarını destekleyen önemli bilgiler sağlamakta olup, büyük afetlere yanıt verme ve bunları bertaraf etme konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Bir sonraki adımda ise bu veri setinin, gelişmekte olan büyük veri teknolojileriyle daha detaylı analiz edilmesi ve afetlerin

yönetiminde etkin bir şekilde kullanılması planlanmaktadır.

### **Türkiye’den örnekler**

Türkiye’de de merkezi afet bilgi sistemleri kullanılmaktadır. AFAD tarafından yönetimi sağlanan Afet Yönetimi ve Karar Destek Sistemi (AYDES), bütünleşik bir afet yönetimi platformu sunmayı hedeflenmektedir. Öncelikli amaç, kaynakların koordine bir şekilde kullanılmasını sağlamaktır. AYDES sistemi, afet öncesinde planlama, risk ve hazırlık sürecinde risk yönetimini en iyi şekilde uygulamaya çalışmaktadır. Afet esnasında müdahale planlamasının bir parçası olan AYDES, afet sonrasında ise iyileştirme süreci ve kriz yönetimi için kullanılmaktadır.

AYDES Türkiye’de yaşanan afetlere hazırlıklı olabilmek için veri teknolojisini benimseyerek bir yönetim yapısı kurmuştur. AYDES öncelikle geçmiş deneyimlerinden yararlanarak Türkiye’deki afetler hakkında veri toplamaktadır. Bu verileri CBS tabanlı veriler, TAMP, uydular, hava araçları gibi çeşitli kaynaklardan toplamaktadır. Topladıkları verileri ise AFAD ve RED aracılığıyla modellemekte ve tahminlerde bulunmaktadır. Bu verileri yorumladıktan sonra ise karar destek sistemi aşamasında raporlamalar yapılmaktadır. Sonunda AYDES’in yayınladığı raporlar, afet esnasında hem devletin hem de özel sektörün farklı alanlarında kullanılmaktadır. Böylece AYDES, teknolojilerle veri seti sayesinde hazırladığı raporu farklı birimlerle paylaşabilmektedir. Bunu gerçekleştiren afetin çeşidine, büyüklüğüne göre sistemden otomatik olarak yapmaktadır. Her afetten sonra veri toplayan AYDES, bu sayede her geçen gün veri tabanını güçlendirmektedir. Sistem, toplanan verileri analiz ederek olası riskleri ve etkileri değerlendirmektedir. Böylece, hangi bölgelerin daha büyük tehlike altında olduğu ve hangi önlemlerin alınması gerektiği hakkında bilgi sağlamaktadır. 2023 Kahramanmaraş depreminden sonra AYDES

depremden sonra da ortaya çıkan mağduriyetlerin giderilmesi için talep ve ihtiyaçları tespit etmiştir. Yardımların etkili, zamanında ve yeterli düzeyde yapılmasının sağlanması amacıyla afetzedeler Afet Yönetimi ve Karar Destek Sistemi (AYDES) sitesine başvurmuşlardır.

Sonuç olarak, BAYS, afetle mücadele için oldukça kritik olup diğer yedi ana odak alanının başarısını doğrudan etkilemektedir.

Yazılım sektöründe çalışan ve sayıları 24bin’e kadar ulaşan gönüllüler, 6 Şubat’ta Maraş’ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde yaşanan deprem felaketinden etkilenenlere destek ve yardım için tümüyle açık kaynak olarak geliştirilen son derece fonksiyonel bir yazılım ağını hayata geçirmiştir. Geliştirilen yazılımlarla deprem bölgesine yönelik yapılabilecek çalışmalarını planlayarak bölgenin afet haritasından enkaz bilgilerine, sağ ve iyi olarak çıkanların çevresiyle ve yakınlarıyla haberleşmesi gibi yardımlaşma hizmetlerinden temel ihtiyaç taleplerine yanıt vermeye çalışılmıştır. Deprem sonrası ilk gün kurulan Açık Yazılım Ağı, 14 gün içerisinde felaketten etkilenenler için açık kaynak teknolojik çözümler üretmiştir. Açık Yazılım Ağı herkesçe denetlenebilir, herkesin nezaretinde geliştirilen bir yapıyla tasarlanmış olup, verileri yalnızca yetkili kurumlar, akredite kurumlar ve sivil toplum kuruluşları ile paylaşmıştır.

Depremin ilk gününden itibaren Açık Yazılım Ağı bünyesinde ve Afet.org sitesi çatısı altında geliştirilen web siteleri şunlardır;

- Afetdestek.org
- Afetharita.com
- Depremyardim.com
- Afetbilgi.com
- Deprem.io
- Beniyiyim.com
- Saglik.afetharita.com





#### 4. Haberleşme

Afetlerden sonra özellikle kısa vadede en kritik ihtiyaçlardan biri haberleşmedir. Haberleşme, afetle mücadeledeki diğer çabaları da destekleyen önemli bir araçtır. Günümüzün gelişen teknolojileriyle haberleşme sistemleri ve altyapıları afetlere karşı daha dirençli hale gelirken, afetlere özel haberleşme teknolojileri de geliştirilmektedir. Uydu iletişim teknolojileri, afetlerle mücadelede etkin kullanılmasıyla mücadeleye önemli katkıda bulunabilir. Bunun yanında sosyal medyanın aktif kullanımı da haberleşme teknolojilerinin önemli kullanım alanlarından biridir.

##### Uydu İletişimi

###### Tanım

Uydu iletişim teknolojileri, uydular aracılığıyla geniş bant iletişimi sağlayan ve afet sırasında yerel iletişim altyapısına bağlı kalmadan kullanılabilen teknolojilerdir. Afet bölgelerinde taşınabilir uydu alıcıları hızla kurulup internet bağlantısı, radyo bağlantısı kurulabilmekte, hızlı iletişim ve veri aktarımı sağlanabilmektedir. Özellikle şehirlerin ileti-

şim altyapısının yüksek derecede zarar gördüğü depremlerde kullanılan bu uygulama, yaşanabilecek iletişim sorunlarının önüne geçebilmektedir. Kolay kurulumu, taşınabilir olması, geniş alanlarda yerel altyapılara bağlı kalmadan iletişime olanak sağlaması uydu iletişiminin avantajlarından. Bu sebeple uydu haberleşme teknolojilerinin etkin kullanımı afetlerle mücadelede kritiktir. Bu teknolojiler, afet sonrası özellikle kısa vadede birçok ülkede kullanılmaktadır. Farklı ülkelerde uydu iletişim teknolojileri çeşitli şekilde kullanılmakta ve diğer teknolojilerle entegre şekilde afetlerle mücadelede önemli rol oynamaktadır. Çeşitli kurum ve kuruluşlar, bu odakta çeşitli ürünler geliştirmişlerdir. Bu gibi haberleşme teknolojilerinin kullanımında, eğer afet sonrası kısa vadede sağlanabilecek altyapı sınırlı ise, kamu kurumları gibi öncelikli kurum ve kuruluşların iletişimi önceliklendirilmelidir. Bu kurumların ya da organizasyonların kendi aralarında afetlerden hemen sonra bile haberleşme sorunu yaşamamaları için altyapı oluşturulmalı ve afet öncesinde gerekli hazırlık ve tatbikatlar yapılmalıdır.

## Global örnekler

Afetlerde internet bağlantısının sürdürülmesine yönelik teknolojik gelişmelerden biri; dünya yörüngesinin dışında, uzaktan bağlantı kuran geleneksel uydulara alternatif olarak geliştirilen Alçak Dünya Yörüngesi (LEO – Low Earth Orbit) uydularıdır. Bu uydular, dünya yüzeyine çok daha yakın mesafelerde konuşlandırılıp, daha az gecikme süresiyle bağlantı sağlayabilirler. Bu teknolojinin en iyi uygulayıcılarından biri ise Starlink'tir. Starlink, SpaceX şirketi tarafından geliştirilen, standart uydulara göre dünyaya daha yakın ve çok sayıda uydu kullanarak daha hızlı internet sağlanmasını hedefleyen bir uygulamadır. Starlink'in en önemli özelliği, dünyanın herhangi bir bölgesinde küçük alıcılarla kolay kurulum sağlanıp hızlı internete erişim sağlayabilmesidir. Starlink sayesinde, afetten zarar görmüş olması muhtemel yerel internet ağlarına olan bağımlılık azalmış olup, afet anlarında hızlı ve kolay kurulumla haberleşmenin devamlılığı sağlanabilir. Starlink, yakın zamanda Ukrayna savaşında internet bağlantısının zayıf olduğu noktalarda konuşlandırılmış ve etkili şekilde kullanılmıştır. Bu gibi senaryolarda Starlink güçlü bir internet bağlantısı sağlamayı başarmıştır.

Japonya'da kullanılan Emergency Mobile Radio Network (Acil Durum Mobil Radyo

Ağı), acil durum ve kriz durumlarında haberleşmeyi sağlamak için kullanılan bir radyo iletişim ağıdır. Acil Durum Mobil Radyo Ağı bir Ethernet bağlantı noktası aracılığıyla başka bir ağın ekipmanlarına bağlanabilir. Böylece afet bölgesinde bulunan insanlara iletişim ve haberleşme şansı sağlanmaktadır. Bu iletişim ağı afetin olduğu ve internetin kesildiği yerlerde kullanılan bir sistemdir. Özellikle afetlerden sonra kısa vadede afet bölgesindeki insanlar ihtiyaçlarını gidermek için haberleşmeye ihtiyaç duymaktadır. Ancak internetin olmamasından ötürü tanıdıklarına ulaşmak için zorluk yaşayabilirler. Japon NEC Corporation tarafından geliştirilen Acil Durum Mobil Radyo Ağı, bu tür olaylarda hızlı ve güvenilir bir iletişim kanalı sağlamak için tasarlanmıştır. 2011 Tohoku Depremi'nin (11 Mart 2011) ardından Japon hükümet yetkilileri, farklı ağlar kullanıyor olmaları ve bölgedeki baz istasyonlarının kullanılamaz hale gelmesi nedeniyle diğer kurumlarla iletişimde zorluk yaşamışlardır. Bu sistem, özellikle doğal afetlerin ve acil durumların meydana geldiği durumlarda, farklı hükümet kurumları ve acil durum yönetim birimleri arasında iletişimi kolaylaştırmak için tasarlanmıştır. Japonya'da hükümet yetkilileri, Polis Kurumları, Yangın Felaket Yönetim Kuruluşları ve Öz Savunma Kuvvetleri arasında iletişim de bu teknoloji vasıtasıyla sağlanmaktadır. Afet öncesinde

Haberleşme					
Uygulama tipi	Kullanılan teknolojiler	Afet öncesi		Afet sonrası – Kısa vade	Afet sonrası – Uzun vade
		Hazırlık	Önleyici / Uyarıcı	İlk müdahale	İyileştirici
<b>Uydu iletişimi</b>					
Uydu iletişiminin gelişmiş uygulamaları	■ ■	☑	☑	☑	☑
Mobil – taşınabilir uydular	■ ■ ■			☑	☑
<b>Sosyal medya ve mobil uygulama kullanımı</b>					
İletişim ve yardım kampanyaları	■			☑	☑
Bilgi toplama ve işleme	■ ■ ■			☑	☑

### Lejant

■ Büyük veri analizi	■ Otomasyon ve robotik
■ Yapay zeka ve makine öğrenmesi	■ 5G
■ Uzaktan algılama ve görüntüleme	■ Mobil / web yazılımları

altyapısı kurulan Acil Durum Mobil Radyo Ağı, afet sonrasında haberleşme alanında büyük kolaylık sağlamaktadır.

Afet anlarında mobilite, birçok alanda olduğu gibi haberleşmede de kritiktir. Nitekim mobil baz istasyonları, taşınabilir vericiler ve mobil telefonlar uydu ile haberleşmede aracı görevi üstelenebilirler. Örneğin mobil telefonları uydu ağları aracılığıyla haberleşmede kullanma, yerel mobil ağın yetersiz olduğu durumlarda kullanılacak yenilikçi bir diğer teknolojidir. Apple'ın Iphone 14 ile tanıttığı teknoloji, hücresele ağın veya Wifi bağlantısının olmadığı durumlarda telefonun uydu aracılığıyla bağlanarak acil durum mesajı göndermeye olanak sağlamaktadır. Telefonu uyduya bağlayan bu teknoloji, aynı zamanda acil durum kontaklarına da mesaj gönderilmesini sağlamaktadır.

Afet sonrası kısa vadede haberleşme alanındaki sistem ve teknolojiler kullanılarak sunulan çözümlerden biri Birleşmiş Milletler Bünyesinde olan Acil Telekomünikasyon Grubu'dur (Emergency Telecommunications Cluster - ETC). ETC, afet durumu yaşayan ülkelerin göreve çağırmasıyla harekete geçen ve afet sonrasında ilk iki gün içerisinde afet bölgesine telekomünikasyon altyapı desteği sağlayan bir organizasyondur. ETC, afet bölgesinde telefon hatlarının düzeltilmesi, internet/wifi, radyo operasyonları, İHA gibi destekler sunmaktadır. Her BM üyesi ülkenin ücretsiz olarak yararlanabildiği bu servis, ülkedeki özel kurumların veya sivil toplu kuruluşlarının ayrışık çabalarındansa planlı bir telekomünikasyon desteği alınmasını sağlamaktadır. Ülkelerin resmi kurumları, özel sektör şirketleri ve çeşitli STK'larla ortaklıklar düzenleyen ETC, bugüne dek Ukrayna, Suriye ve Afrika'nın çeşitli bölgelerinde birçok afet bölgesine destek sağlamış ve başarısını kanıtlamış bir organizasyondur.

İnsansız hava araçları birçok diğer kullanım alanına ek olarak haberleşme alanında da

kullanılmaktadır. Bu araçlar afet durumlarında üzerlerine uydu alıcıları takılarak hareket edebilen uydulara dönüşüp iletişim ağının devamlılığına destek sağlayabilen teknolojik sistemlerdir. Bu sistemler sayesinde iletişim ağlarındaki kopukluk, havadan sağlanan uydu alıcıları desteğiyle giderilebilmektedir. İHA'larla kurulan İHA acil durum yüksek irtifa baz istasyonları, yaklaşık 50km karelik bir kapsama alanına sahip olup, afet bölgelerine 24 saat içinde kesintisiz internet servisi sağlayabilir. Kablolulu veya kablosuz İHA'ların kullanımıyla afet bölgesindeki iletişim sorunları ciddi şekilde azaltılabilir. Hala gelişim süreci devam eden İHA bazlı iletişim teknolojileri, ciddi yatırım ve ön hazırlık / eğitim gerektiren teknolojilerdir. China Telekom, afet anlarında iletişim altyapısını desteklemek için İHA'lardan yararlanmaya başlamıştır. Geleneksel sistemlerle beraber İHA'ların da yardımıyla iletişim altyapısını hızlı şekilde tekrar işlevsel hale getirilmesi kolaylaşmış ve Çin hükümetince de projelerin desteklendiği belirlenmiştir.

### **Türkiye'den örnekler**

Uydu iletişiminden yararlanan ve Türkiye'de kullanılan Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi (KGHS); acil durumlar, afetler ve diğer kritik olaylar sırasında iletişimin devamlılığını ve güvenliğini sağlamak amacıyla tasarlanmış bir iletişim altyapısıdır. Bu sistem 2016 yılından beri Türkiye'nin her şehrinde ayrı ayrı bulunmaktadır. KGHS uygulamasını her şehre koymak atılması gereken bir hazırlık aşaması adıdır. Böylece şehirlerarası iletişim kopukluğunun önüne geçilmiş olur. KGHS, fiber optik ve GSM iletişim altyapılarını içeren IP/MPLS altyapısı içermektedir. Bunun yanında KGHS insanlara çoklu kanal desteği sağlamaktadır. Bu sayede farklı iletişim kanalları birlikte kullanılabilir. Örneğin uydu iletişimi, kablosuz ağlar veya radyo dalgaları gibi birçok kanal birleştirilebilir. Bu sayede insanlar afet sonrası tanıdıklarıyla haberleşme sağlayabilmek için bir kanalın





arızalanması durumunda diğer kanalları kullanılabilir.

Afet anında acil haberleşme için Türkiye’de kullanılan bir diğer sistem ise Jandarma Entegre Muhabere ve Bilgi Sistemi’dir (JEMUS). Bu sistem Aselsan tarafından geliştirilmiş bir telsiz yoluyla haberleşme sistemidir ve 9 büyüklüğünde depremlere kadar dayanıklıdır. Kahramanmaraş merkezli depremde de JEMUS sistemi 90’ın üzerinde telsiz sayısı ile merkez hat ile başarılı bir şekilde haberleşmeyi mümkün kılmıştır. Bu sayede kurtarma ekipleri ve yetkililer arasında hızlı ve koordineli haberleşme imkânı sağlanarak acil yardım ve yönetim çabaları desteklenmiştir. 2011 Kütahya Simav depremi, 2014 Çanakkale depremi, 2019 İstanbul depremlerinde JEMUS teknolojisi; AFAD, Jandarma Genel Komutanlığı ve sağlık bakanlığı gibi çeşitli birimleri tek bir merkezden koordine etmek için kullanılmıştır. JEMUS hem birimler arası haberleşmeyi sağlamış hem de araç ve personellerin konumlarını takip edip yönlendirmeler yapmıştır.

Türkiye’de haberleşme teknolojileri alanında faaliyet gösteren ve ürün geliştiren bir diğer kurum ise Türk Havacılık ve Uzay Sanayi iş-

tiraklerinden CTech Bilişim Teknolojileri olmuştur. Firma nesnelerin interneti ve siber güvenlik gibi farklı alanlarda geliştirdiği ürünlere ek olarak afet anında haberleşmedeki kısıtlara rağmen tüm haberleşme türlerinden (uydu, görüş hattı ve karasal sistemler) maksimum faydayı sağlayarak ihtiyaçları karşılayacak yazılım ve sistem algoritmasına sahip mobil ve bütünleşik haberleşme sistemleri geliştirmektedir. Bu sistem aynı zamanda pek çok hava, kara ve deniz sistemine entegre edilebilmektedir.

Türkiye’de yaşanan Kahramanmaraş Depremleri sonrası iletişim altyapısını güçlendirmek amacıyla Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Koordinasyonunda, Türkiye’deki büyük telekomünikasyon şirketleri ve Ulak gibi mobil baz istasyonu sağlayıcıları iş birliğiyle Kahramanmaraş merkezli depremlerde toplamda 400’ün üzerinde mobil baz istasyonu deprem bölgesine yönlendirilmiştir. Bunun yanında İHA’lara entegre edilmiş baz istasyonları da Türkiye’de kullanılan bir teknolojidir. Bu teknoloji İHA üzerine kurulu bir mobil baz istasyonundan oluşur. İHA, belirlenen bölgenin üzerine giderek, yetersiz kalan sabit baz istasyonlarının görevini üstlenmekte ve bu sa-



yede ilave iletişim ağı oluşturmaktadır. İHA Baz İstasyonu, normal şartlar altında erişim sağlanamayan veya iletişimin kesildiği bölgelere mobil iletişim hizmeti sunmaktadır. Türk Havacılık ve Uzay Sanayii ile Turkcell iş birliğiyle geliştirilen İHA Baz İstasyonu sistemi Kahramanmaraş depreminde kullanılmıştır. Deprem sonrasında toplam 45 saat süre havada kalarak Hatay'da görev yapan Aksungur İHA, afetzedelerin ve arama kurtarma ekiplerinin cep telefonu aracılığıyla gerçekleştirdiği iletişime katkı sağlamıştır.

6 Şubat Depremi sonrasında gönüllü yazılımcılar tarafından geliştirilen Deprem Yardım Projesi (afet.org) Twitter, Instagram, Whatsapp ve çeşitli web siteleri gibi farklı kaynaklardan gelen tüm yardım çağrılarını toplayarak ve bu veriyi sahada kullanılmak üzere anlamlı, rafine hale getirmiştir. Amacı, bilgi teknolojilerini kullanarak ilgili kurum ve STK'lara yardımcı olmak ve afet zamanlarında açık bir veri platformu sağlamaktır.

### **Sosyal Medya ve Mobil Uygulama Kullanımı**

Dünyada nüfusunun yarısından fazlasına karşılık gelen yaklaşık 4,8 milyar insanın kullandığı sosyal medya, afet anlarında bilgi paylaşımı ve haberleşme için gün geçtikçe daha çok kullanılan bir iletişim aracı haline gelmektedir. Afetler sırasında ve sonrasında popüler sosyal medya ağları üzerinden lokasyon bildirimleri, yardım çağrıları, hasar fotoğrafları sıkça paylaşılmaktadır. Sosyal medyanın; hükümet organları, Sivil Toplum Kuruluşları, uluslararası yardım kuruluşları tarafından da yoğun şekilde kullanıldığı bilinmektedir. Bir taraftan bu gibi kurumlar tarafından bilgi aktarımında önemli bir araç olan sosyal medya, diğer taraftan sosyal medyada dağınık halde bulunan bu bilgilerin toplanıp anlamlı sonuçlara ulaştırılmasında kullanılır. Bu sonuçlara ulaşabilmek de yapay zekâ ve ileri analiz teknikleri gibi teknolojik araçların kullanılmasıyla müm-

kündür. Afet ülkelerinde bu teknolojilere yatırımlar gün geçtikçe çoğalmakta olup bu teknolojilerin sahip olduğu önem de giderek artmaktadır. Sosyal medyanın etki alanı düşünüldüğünde, ülkelerin afetlerden önce sosyal medyaya yönelik bir yönetim planlarının olması ise kaçınılmazdır.

### **Global örnekler**

Sosyal medya, afetlerden sonra toparlanma sürecinde çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Afetlerden sonra yardım ve bağış toplama, toplumsal birliği sağlama, sağlanan servisler hakkında bilgi verme, ekonomik aktivitelere destek olma bunlardan bazılarıdır. Örneğin Avustralya'da 2019 ve 2020 senelerinde yaşanan büyük yangınlar sonrasında sosyal medyada birçok yardım kampanyası düzenlenmiş, ülke ekonomisini ayaklandırmak adına sosyal medyada #Busenetatilburada gibi etiket çalışmaları yapılmıştır. İnsanların ihtiyaç duyduğu psikolojik desteğe yönlendirilmesi yine sosyal medya aracılığıyla yapılmış, sosyal medyada ifade edilen birlik mesajlarıyla toplum kendi kendini iyileştirmeye çalışmıştır. Bu gibi faaliyetler, günümüzün en yaygın teknolojilerinden sosyal medya kullanımının etkili sonuçlarını ortaya koymuştur.

Japonya, afetlerde sosyal medyayı etkin kullanmada öncü ülkelerden biridir. Japonya Ulusal Bilişim ve İletişim Teknolojileri, sosyal medyayı halkla bir haberleşme aracı olarak kullanmak için SOCD A isimli sohbet robotunu geliştirmiştir. Yapay zekâ tabanlı bu sohbet robotu, kullanıcıların sosyal medyadan arkadaş olabildiği bir kullanıcı olarak tasarlanmıştır. SOCD A ile arkadaş olduktan sonra onunla herhangi bir kullanıcı gibi sohbet edip afetle ilgili bilgi alışverişinde bulunmaktadır. SOCD A'nın üç temel fonksiyonu vardır:

1. **Afetle ilgili bilgi paylaşımı:** Afet sonrasında kullanıcılar afetle ilgili bilgileri sosyal

medya hesaplarındaki arkadaşları SOCD A aracılığıyla iletirler

**2. Sıkça sorulan sorular:** Önceden hazırlanmış afetle ilgili sık sorulan sorulara cevaplarla kullanıcıların edinmek istediği birçok bilgiye ulaşım otomatize halde iletir

**3. Tahliye desteği:** SOCD A, kullanıcılardan edindiği lokasyon, hasar, sağlık durumu gibi bilgileri kullanarak kullanıcıya özel tahliye desteği bilgisi sağlar.

Sosyal medya aracılığıyla toplanan bilgiler dağınık ve yanlış olma ihtimali yüksek olan bilgilerdir. Bu sebeple toplanan bilgiler detaylıca analiz edilmeli ve doğru sonuçlara ulaşılmalıdır. Japonya hükümeti de hem SOCD A aracılığıyla edinilen bilgileri hem de afet sonrasında doğrudan sosyal medyada paylaşılan gönderileri toplayıp DISAANA ve D-SUM adı verilen sistemler aracılığıyla incelemektedir. DISAANA, bilgilerin toplanması ve detaylıca analizinin yapılması için kullanılan sistemken, buradan çıkan çıktıları özetleyip anlamlı sonuçlar elde edilmesini sağlayan sistem ise D-SUM'dır. Japonya hükümeti, bu sistemleri geliştirirken yapay zekâ, ileri analiz ve makine öğrenmesi gibi yeni nesil teknolojilerden yararlanıp afetlere karşı en hızlı aksiyonları almada öncülük etmektedir.

### **Türkiye'den örnekler**

Sosyal medyanın geniş kitlelerin etkileşimine imkân tanınması ve anında iletişim sağlanması, Türkiye'de de etkili bir haberleşme aracı olmasını sağlamaktadır. Sosyal medya özellikle gençler tarafından da geleneksel kanallara göre çok daha fazla tercih edilmektedir. Türkiye nüfusunun yüzde otuzdan fazlasını oluşturan genç nüfusun çok büyük bir çoğunluğu sosyal medya kullanmaktadır. Twitter kullanımında dünya çapında yedinci sırada olan Türkiye, 48,6 milyon Instagram kullanıcısı ile bu uygulamada da dördüncü sıradadır. Bu istatistikler göz önünde

bulundurulduğunda hem afet öncesinde hem de sonrasında bir iletişim kanalı olarak sosyal medya, Türkiye'de önemli bir yer tutmaktadır. Kamu kurumları ile sivil toplum örgütleri, afet konusundaki toplum bilincini artırmak için sosyal medyadan faydalanmaktadır. 2023 Kahramanmaraş depremi ise, afet sonrası süreçte sosyal medyanın işlevselliğini ortaya çıkarmıştır. Birçok afetzede ve afetzede yakını, bu kanal üzerinden konum bildirerek yardım talebinde bulunmuş ve arama kurtarma ekipleriyle iletişime geçebilmiştir. Bu sayede hem enkazdan birçok insan kurtarılmış hem de depremi sağ atlatan insanlara deprem sonrasında ortaya çıkan ihtiyaçlar temin edilebilmiştir. Birçok belediye ve sivil toplum örgütü, sosyal medya üzerinden vatandaşları koordine ederek deprem bölgesinin ihtiyaç duyduğu ürünleri bağışlar aracılığıyla toplamış ve bölgeye sevk etmiştir.

Sosyal medyanın yanında afetler için geliştirilen mobil uygulamalar da afet sonrası haberleşmede kullanılabilir. Örneğin "Güvendeyim" uygulaması afet anında kullanıcıların güvende olduğunu bildirebilmelerini sağlamaktadır. Uygulama, depremlerde anlık olarak kullanıcıların durumunu kaydetmelerine olanak tanımakta ve acil durum yöneticilerine gerçek zamanlı bilgi sağlamaktadır. Kahramanmaraş depreminde bu uygulama kullanılmış ve olumlu etkileri görülmüştür. Uygulamanın başarılı bir şekilde çalışması için önce uygulamaya kişiler eklenmektedir. Daha sonrasında ise afet anında uygulamanın ana ekranında güvendeyiz tuşu belirlemektedir. Tuşa basınca ise kişiler kısmına kayıtlı olan insanlara SMS bildirimleri gitmektedir. Uygulama, deprem anında insanların güvende olduğunu bildirecek, iletişim ağına yüklenilmesini azaltırken, acil durum koordinasyonunu güçlendirmekte ve afetzedelerin daha hızlı yardım almasına yardımcı olmaktadır.



Deprem.io 6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye’de meydana gelen büyük depremin ardından gönüllü yazılımcılar tarafından geliştirilmiştir. Deprem.io, Türkiye’de meydana gelen depremlerden etkilenen vatandaşlar ve yardım kuruluşlarının bir araya gelerek bilgi ve yardım paylaşımında bulunabileceği bir platformdur.

Deprem.io’nun temel amacı, depremlerden etkilenen bölgelerdeki bilgi ve yardım ihtiyacını karşılamak ve bu bölgelerdeki afet müdahale çalışmalarının etkinliğini artırmaktır. Platform, bu amacı doğrultusunda bilgi paylaşımı, yardım talep ve teklifleri ve ihbar sistemlerini kullanmaktadır. Temel özellikleri şunlardır;

- Deprem bölgesindeki ihtiyaç sahiplerini ve enkaz altında kalanları tespit etmek için bir ihbar sistemi bulunmaktadır.

- Deprem bölgesindeki yardım tekliflerini ve taleplerini bir araya getiren bir platform bulunmaktadır.
- Deprem bölgesindeki bilgi paylaşımını kolaylaştıran bir forum bulunmaktadır.
- Deprem bölgesindeki yardım çalışmalarının etkinliğini artırmaya yönelik bir dizi araç ve hizmet bulunmaktadır.

## 5. Lojistik ve Tedarik Zinciri

Afetler, hızlı ve etkili müdahale gerektiren zorlu durumlar yaratırken, lojistik ve tedarik zinciri teknolojileri, bu müdahalenin etkin ve kesintisiz bir şekilde gerçekleşmesine yardımcı olan kritik unsurlardır. Lojistik ve tedarik zinciri yönetimi, afetlerden etkilenen bölgelere hayati malzemelerin ulaştırılmasını sağlamaktadır. Bu teknolojiler, afetlere yönelik stratejik planlama ve hızlı hareket

kabiliyeti sağlamada önemli bir rol oynamaktadır. Lojistik optimizasyon teknolojileri, rota optimizasyonu ve gelişmiş teslimat gibi kullanım alanlarına sahiptirler.

## Rota Optimizasyonu

### Tanım:

Rota optimizasyonu, bir konumdan başka bir konuma giderken en hızlı ve verimli yolu planlama sürecidir. Afet durumlarında rota optimizasyonu, acil yardım ve malzemelerin en hızlı ve en verimli şekilde etkilenen bölgelere ulaştırılmasında kullanılabilir. Özellikle geniş coğrafi alanları kapsayan afetlerde en hızlı yolun belirlenmesi afetzedelere lojistik ihtiyaçların ulaştırılmasının yanında afet bölgesinden en iyi kaçış yollarının bulunmasında da fayda sağlamaktadır. Afetlerde rota optimizasyonu ayrıca engelleri, yol kesintilerini ve zarar görmüş altyapıyı da dikkate alarak en güvenli rotaları belirlemektedir.

### Global örnekler

Lojistik şirketlerinin teknolojik uygulamaları afetlerden etkilenen bölgelere hayati malzemelerin sağlıklı bir şekilde ulaştırılmasını sağlamaktadır. Afet durumunda bazı lojistik şirketleri kendi teknolojik altyapılarını kullanarak afetzedelere yardım göndermektedir. Bu sayede konum ve zamanlama gibi farklı kriterler takip edilerek rota optimizasyonu yapılabilir. Özellikle afetten sonraki kısa vadede, öncelikli malzemelerin, özellikle de temel

ihtiyaç maddelerinin yeterli sayıda doğru bölgeye teslim edilmesi oldukça kritiktir. Doğru bir teknoloji altyapısı da bu sürecin başarısını olumlu etkileyecektir. Örneğin Amerika'da bir lojistik şirketi olan FourKites, afetler sırasında lojistik operasyonlarını izlemek, analiz etmek ve optimize etmek için gelişmiş teknoloji çözümleri sunmaktadır. FourKites afetlerde ihtiyaç tedarigi alanında karmaşıklıkları minimize etmekte ve doğru malzemelerin gerekli zamanda uygun kişilere teslim edilmesini sağlamaya yardımcı olmaktadır. FourKites gibi lojistik şirketleri, afet sonrasında tedarik zinciri sorumluluğunu üstlenirken çeşitli sivil toplum kuruluşları ile koordineli bir şekilde çalışmalıdır. Böylece lojistik şirketleri de deprem bölgesiyle iletişimini geliştirebilir ve afet alanından ihtiyaçlara dahil bilgiler alabilir. Afet yardım kuruluşları, FourKites'in platformu aracılığıyla acil durumda ihtiyaç duyulan malzemelerin nerede olduğunu, nasıl taşınacağını ve ne zaman ulaşılacağını daha iyi görebilmektedirler. Bu da afet bölgelerine hızlı ve etkili bir şekilde müdahale etmeyi ve hayati malzemeleri zamanında teslim etmeyi kolaylaştırmaktadır.

Optimizasyon problemlerinde daha iyi sonuçlar almak için kuantum hesaplama teknolojilerinden de faydalanılabilmektedir. Kuantum hesaplama, çoklu olasılıkları aynı anda işleme alıp hesaplamaya yarayan ve geleceğin teknolojilerinden sayılan bir

Lojistik ve tedarik zinciri					
Uygulama tipi	Kullanılan teknolojiler	Afet öncesi		Afet sonrası – Kısa vade	Afet sonrası – Uzun vade
		Hazırlık	Önleyici / Uyarıcı	İlk müdahale	İyileştirici
Rota optimizasyonu	■ ■			☑	
Gelişmiş teslimat	■ ■			☑	

**Lejant**

- Kuantum hesaplama
- Büyük veri analizi
- Yapay zeka ve makine öğrenmesi
- Otomasyon ve robotik





alandır. Kuantum algoritmaları sayesinde karmaşık durumlarda ortaya çıkan farklı senaryolar aynı anda değerlendirilip en doğru sonuçlara ulaşmak mümkün olabilmektedir. Afetler de zorlu birçok senaryoyu içinde barındıran ve kuantum teknolojilerinin uygulama alanına giren olaylardır. Bu alanda çalışmalarda bulunan Terrequantum firması, geliştirdiği teknolojileri özellikle deprem gibi bir afet sonrasında insanlara optimal kaçış yolları oluşturulmasında kullanmış bir firmadır. Acil durum çıkışı yolu ve dinamik yol hesaplama gibi çözümler sunan Terrequantum, bunları Hibrit Kuantum Sinir Ağları denen özel sistemleri aracılığıyla sunmaktadır. Ayrıca kendi geliştirdikleri Kuantum Makine Öğrenmesi teknikleriyle de sistemlerini kullandıkça geliştirmekte olan bu Terrequantum, çok daha az bilgiyle daha iyi sonuçlar da verebilmektedir. Araçların afet alanından en hızlı ve optimal çıkışı yapabilecekleri yolları Japonya'da simüle eden firma, afet anındaki birçok senaryonun aynı anda hesaplanmasını sağlayarak geleneksel sistemlere göre daha başarılı sonuçlara ulaşmıştır. Terrequantum'un modellemesini yaptığı Kuantum teknolojileri, gelecekte hayatımıza daha çok girecek ve kompleks modellemeleri yapmada daha çok yardımcı olacaktır. Afetlerin çeşitli aşamalarında da bu teknolojilerin kullanımı gittikçe artarak daha iyi sonuçlar almamızı sağlayabilecektir.

## **Ulaşılamayan Bölgelere Teslimat**

### **Global örnekler**

Afetlerden sonra yolların veya altyapının hasar gördüğü bölgelerde, geleneksel ulaşım yöntemlerinin zor veya imkânsız olduğu durumlarda İHA'lar, afetten etkilenmiş insanlara tıbbi ekipman gibi acil malzemeleri taşımak amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntem, hızlı ve güvenli bir şekilde özellikle afetten sonraki kısa vadede gıda ve ilaç gibi yaşamsal malzemelerin afet bölgesine teslimatını sağlar. Eğer altyapı, yollar ve lojistik imkanları afetten sonra düzeltilemezse İHA'lar daha uzun vadede de afet bölgesinde yaşayan insanlara kolaylık sağlayabilir.

Çeşitli şirketler ve vakıflar da afet sonrası İHA'lar ile ulaştırma teknolojilerini kullanmaktadır. DHL, UNICEF gibi kuruluşlar afet durumlarında İHA'ları ilaç, yardım malzemeleri gibi acil durum teslimatlarını hızlandırmaktadır. Örneğin Japonya'da Fukushima nükleer felaketinin etkilediği Minamisoma isimli kasabaya İHA aracılığıyla yemek teslimatı yapılmıştır. Felaket her ne kadar 2011 yılında gerçekleşmiş olsa da bölgeye ulaşım sıkıntısı uzun yıllar devam etmiştir. Bu nedenle yiyecek ve içecek gibi temel gereksinimleri gidermek için İHA'lar uzun vadede de kullanılmıştır.

## 6. Enerji Tedariği

Enerji tedariği, özellikle depremler gibi elektrik altyapısını doğrudan etkileyen afetlerde öne çıkan sorunlardan biridir. Afetler sonrasında enerji tedariğinin sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için kullanılabilecek çeşitli teknolojiler ve araçlar bulunmaktadır. Enerji üretimi ve enerji depolama uygulamaları, teknolojinin bu alanda başlıca kullanım alanlarını oluşturur. Afet durumları sonrasında yaşanabilecek enerji kesintilerine yanıt olarak, enerji üretimini ve depolamayı sağlayabilecek, taşınabilir güneş enerjisi panelleri ve sabit ev tipi bataryalar ve elektrikli araç bataryaları gibi teknolojiler daha önemli bir hale gelmektedir.

### Enerji Üretimi

#### Global örnekler

En yaygın yenilenebilir enerji üretim yöntemlerinden olan güneş panelleri, afet sonrasında da enerji üretimi için kullanılabilir. Şebekenin veya yapıların çatısında yerleşik bir şekilde kullanılan güneş panellerinin zarar gördüğü senaryolarda, taşınabilir güneş panelleri özellikle kısa vadedeki ihtiyaçlar için faydalı olabilir. Taşınabilir güneş panellerinin önde gelen üreticilerinden olan GoalZero, katlanabilir ve farklı ebatlarda paneller üretmektedir. 50 Watt ile 300 Watt arası değişen çeşitli güç değerlerinde paneller üreten

GoalZero, 2015'teki Nepal depremi sonrası bölgeye bu ürünlerden bağışlamıştır. Bu tip ürünler, büyük bir enerji kesintisi durumunda güvenilir ve hızlı bir çözüm olarak değerlendirilebilir. Herhangi bir ön hazırlık gerektirmemesi de bu ürünleri daha cazip hale getirmektedir. Paneller, yeterince güneş ışığına maruz kaldığı müddetçe enerji üretebildiği için, afet sonrası uzun vadede de belirli bir ölçüde afetzedelerin ihtiyacını karşılayabilir.

Taşınabilir güneş enerjili şarj cihazları ise, üzerindeki küçük güneş paneli sayesinde elektrik enerjisi üretilip bu enerjiyi cep telefonu veya diğer küçük elektronik cihazları şarj etmek için kullanan kişisel cihazlardır. Bu ürünlerin kullanımı öncesi herhangi bir hazırlığa gerek yoktur, sadece güneş ışığına ihtiyaç duyarlar. Doğal afet gibi diğer elektrik kaynaklarının kullanılmadığı ya da kullanımının kısıtlandığı durumlarda bu tip ürünler, afetzedeler için hayati önem taşımaktadır. Örneğin, WakaWaka Power isimli taşınabilir ve güneş enerjili şarj cihazı üreten bir firma, Suriye'de 400.000'den fazla mültecinin temel enerji ve aydınlatma ihtiyacı için kendi ürünlerini bağışlamıştır. Solight Design firması ise, güneş enerjili aydınlatma çözümleri sunmaktadır. Hafif, kompakt ve sürdürülebilir bu ürünler, afet bölgesindeki aydınlatma ihtiyacını çevreci bir şekilde çözmektedirler.

Enerji tedariği					
Uygulama tipi	Kullanılan teknolojiler	Afet öncesi		Afet sonrası – Kısa vade	Afet sonrası – Uzun vade
		Hazırlık	Önleyici / Uyarıcı	İlk müdahale	İyileştirici
Enerji üretimi	■			☑	
Enerji depolama ve tüketimi					
Sabit batarya	■ ■			☑	☑
Elektrikli araç bataryası	■ ■			☑	
Akıllı şebeke uygulamaları	■ ■ ■			☑	☑

Lejant	
■ Nesnelerin interneti	■ 5G
■ Yenilenebilir enerji teknolojileri	■ Batarya teknolojisi

## Enerji Depolama ve Tüketimi

### Tanım

Afetlerde enerji tedarik sorununa yönelik kullanılabilecek teknolojilerden bir diğeri olan enerji depolama sistemleri, üretilen enerjiyi ileride kullanılmak üzere depolayan sistemlerdir. Farklı enerji kaynakları tarafından üretilen bu enerji, acil durumlarda veya kaza durumlarındaki güç kesintilerine karşı sürekli bir enerji sağlar. Bu sistemler, enerji tüketim ve talebindeki dengesizliği dengelemeye de yardımcı olur. Enerji depolama sistemleri kullanılmadan önce, özellikle ne kadar enerji depolanacağı ve tüketileceği hesaba katılmalıdır. Depolama, ev tipi sabit batarya teknolojileriyle yapılabileceği gibi, elektrikli araçlar vasıtasıyla da yapılabilir.

### Global örnekler

Ev tipi sabit bataryalar, daha çok hane halkı ihtiyaçlarına yöneliktir ve yapının uygun bir noktasına sabitlenir. Şebekeye ve yapıda varsa güneş enerjisi panelleri gibi ilave enerji üretim ekipmanlarına entegre edilir ve fazla enerjiyi depolar. İhtiyaç halinde ise bu enerjiyi kullanıma sunar. Bu teknolojinin örneklerinden biri, elektrikli araç üreticisi Tesla'nın Powerwall adlı ürünüdür. Örneğin, 2017'de Maria Kasırgası'nın Porto Riko'yu vurmasının ardından, bölgedeki evlere Tesla tarafından 13,5 kWh kapasiteli bu ürün temin edilmiştir. Ürün, otomatik bir biçimde kesintileri algılama özelliğine sahiptir. Bu sayede, elektrik kesintileri veya acil durumlar sırasında kesintisiz bir enerji akışı sağlar ve bu nedenle acil durum enerji çözümü olarak idealdir. Kasırga sonrasında yaşanan elektrik kesintileri göz önüne alındığında, bu enerji depolama sistemleri hayati derecede önemli bir hale gelmiştir. 2022 yılı itibarıyla bölgede enerji altyapısı hala tam olarak onarılmadığı için 40 binin üzerinde hane, elektrik ihtiyacını Powerwall ile karşılamaktaydı. Porto

Riko örneği, bu ürünlerin hem afet sonrası kısa vadede hem de uzun vadede güvenilir bir alternatif kaynak olarak kullanılabildiğini göstermiştir.

Depolama ve tüketim için bir diğer çözüm ise elektrik araç bataryalarıdır. Aracın park halinde olduğu durumlarda batarya, şebeke elektriği için bir depolama cihazı görevi görebilir ve bu enerji daha sonra talebin yüksek olduğu saatlerde veya enerji kesintileri sırasında geri verilebilir. Bu sistemin başarılı bir örneği, Japonya menşeli Nissan'ın Leaf to Home adını verdiği sistemdir. Japonya'da 2011 yılındaki deprem ve tsunamiden etkilenen bölgelerde, Nissan LEAF elektrikli aracının yüksek kapasiteli bataryası, enerji kesintileri sırasında evlere elektrik sağlamak için kullanılmıştır. Bu teknoloji için yapılması gereken tek ön hazırlık, doğru akımı alternatif akıma çeviren inverter cihaz yatırımdır. Önkoşul ise elektrikli araçtaki bataryanın bu sisteme uygun olmasıdır. Bu tip motora sahip elektrikli araç alan müşteriler, inverter cihazı satın almaları konusunda da teşvik edilebilir ve ürünün kullanımı hakkında bilgilendirilebilirler. Afet sonrasında bataryanın şarj edilemediği senaryoda, bu çözüm kısa vadeli bir çözümdür. Bu durumda bataryanın doluluk oranına göre değişiklik göstermekle birlikte afet sonrası en kritik olan 2-3 günlük dönemde temel enerji ihtiyacı bu şekilde karşılanabilir.

### Türkiye'den örnekler

Enerji depolama teknolojileri, yakın zamanda Türkiye'de de kullanılmıştır. Kahramanmaraş depremi özelinde iki farklı çeşit enerji depolama sistemi kullanılmıştır. Bunlardan birincisi sabit enerji depolama sistemi, ikincisi de taşınabilir enerji depolama sistemidir.

Kendi yerli üretimini yapan ASPİLSAN şirketinin ASPİLSAN EDS üniteleri, çadır kentlerde enerji sorununun üstesinden gelmeye yardımcı olmuştur. Bu yenilikçi çözüm, güneş ve şebeke enerjisinin depolanması ve dağıtıl-

masıyla, deprem sonrası kamplarda ısınma, aydınlatma, iletişim gibi temel ihtiyaçlara kesintisiz bir çözüm sunmaktadır. ASPİLSAN EDS üniteleri öncelikle Kahramanmaraş'ta bir afet bölgesinde kurulmuş, daha sonrasında ise Maraş'taki çadır kentteki gereksinimleri karşıladıktan sonra Hatay'daki afetzedelerin yaşadığı bir başka çadırkente kurulmuştur. Hatay'daki çadır kentte bulunan 100 kWh güç sağlayan ASPİLSAN EDS üniteleri 2 bin depremzedenin elektrik kullanımını sağlamıştır. Taşınabilir enerji sistemi özelinde ise telekomünikasyon batarya üniteleri Kahramanmaraş depreminde kullanılan enerji depolama teknolojilerindedir. Bu iki teknoloji, deprem sonrası enerji gereksinimlerini karşılamayı ve telekomünikasyon alt yapısının devamlılığını sağlamayı amaçlayarak geliştirilmiştir. Bu

üniteler, elektrik enerjisini bataryalar aracılığıyla toplar ve ihtiyaç anında kullanıma açar. Sağlık hizmetlerinden haberleşmeye birçok temel ihtiyaç, bu gibi teknolojiler sayesinde daha kesintisiz bir şekilde sağlanabilmiştir.

### **Akıllı Şebeke Uygulamaları**

#### **Tanım**

Akıllı şebekeler, enerji akışını optimize etmek için sensörler ve yazılımlar kullanarak enerji talebini ve tedarikini izleyen, yöneten ve kontrol eden gelişmiş bir enerji iletim ve dağıtım ağıdır. Akıllı şebekelerin ana avantajları arasında daha verimli elektrik dağıtımı, enerji tüketiminde azalma ve kesintisiz enerji tedariki sayılabilir. Doğal afetler sonrası durumlarda, akıllı şebekeler arıza tespit ve onarım sürecini hızlandırmak-





tadır. Eğer şebeke kesilirse, akıllı şebekeler hızla yanıt vererek, enerjiyi zarar görmemiş alanlara yönlendirebilir ve böylece kesintileri azaltabilir veya tamamen önleyebilmektedir. Aynı zamanda, afet senaryosunda hızlı ve etkili onarım için kritik verileri sağlamaktadır. Bu özellikleri sayesinde, akıllı şebekeler doğal afetlere karşı enerji altyapısının dayanıklılığını önemli ölçüde artırabilmektedir.

### Global örnekler

Bu uygulamanın afet sonrası başarılı örneklerinden biri, Princeton Üniversitesi'nde hayata geçirilmiştir. Üniversitenin 15 mW kapasiteli mikro şebekesi, ihtiyaç halinde ana şebekeden kopabilmekte veya ana şebekeye enerji verebilmektedir. 2012'deki Sandy Fırtınası'ndan sonra bölgenin elektrik dağıtım şirketi, ancak iki gün sonra bölgeye elektrik verebilmiştir. Bu iki gün boyunca üniversite, mikro şebeke sayesinde kendi ürettiği enerjiyi, bölge insanının kullanımına açabilmiştir. Polislerden itfaiye çalışanlarına, öğrencilerden sağlık çalışanlarına kadar birçok kişi, üniversitenin enerji ağı sayesinde afet sonrası mücadele çalışmalarını daha verimli bir şekilde gerçekleştirebilmiştir. Bir diğer başarılı örnek ise Florida Power & Light (FPL) firmasının akıllı şebeke altyapısıdır. 2017 Irma Kasırgası'nda, firmanın milyonlarca müşterisi afetten doğrudan etkilenmiştir. FPL'nin afetten önce yerleştirilen akıllı sayaçlarından elde edilen veri, müşteri raporlamasına bel bağlamadan kesintilerin tam konumlarını belirlemek için kullanılmıştır. Bu akıllı teknolojinin kullanılması, geçmişteki kasırga kaynaklı kesintilere kıyasla onarım sürecini önemli ölçüde

kısaltmıştır. Akıllı şebeke teknolojisinin afet sonrası etkin bir şekilde uygulanabilmesi için afet öncesinde çeşitli hazırlıklar yapılmalıdır. Birinci olarak, akıllı şebekeler; akıllı sayaçlar ve sensörler gibi gelişmiş teknolojilerin entegrasyonunu gerektirir. Bu araçların önceden değerlendirilmesi ve geliştirilmesi, önemli bir hazırlık adımıdır. İlâveten, batarya gibi enerji depolama teknolojileri, afet sırasında ve sonrasında enerjinin kullanılabilir olmasını sağlamak için şebeke altyapısına dahil edilmelidir. Örneğin Tesla'nın Powerwall ürünü, gerektirdiği takdirde şebekeden de enerji alabilmektedir. Şebekeyi siber tehditlerden korumak için uygun güvenlik protokollerinin ve sistemlerinin kullanılması gereklidir. Bu önkoşullar ve hazırlıkların gerçekleştirilmesi, akıllı şebeke teknolojisini bir afet sonrası durumunda etkin bir şekilde uygulanmasını sağlar.

## 7. Sağlık ve Rehabilitasyon

Afetlerden sonra ilk öncelik, insan sağlığının korunmasıdır. İnsan sağlığın korumak için olağanüstü durumlar olan afetlerde, sağlık konusunda da normalin dışında uygulamalar geliştirilip kullanılması gerekir. Bu doğrultuda geliştirilen online sağlık hizmetleri uygulamaları teknolojinin bu alandaki faydalarını göstermede güzel bir örnektir.

### Online Sağlık Hizmetleri

#### Tanım

Online sağlık hizmetleri, hastaların hastaneye gitmesine gerek kalmadan mobil cihazlar aracılığıyla sağlanan sağlık hizmetlerinin tü-

Sağlık ve rehabilitasyon					
Uygulama tipi	Kullanılan teknolojiler	Afet öncesi		Afet sonrası – Kısa vade	Afet sonrası – Uzun vade
		Hazırlık	Önleyici / Uyarıcı	İlk müdahale	İyileştirici
Online sağlık hizmetleri	■ ■ ■			☑	☑

#### Lejant

- Yapay zeka ve makine öğrenmesi
- Mobil/ web yazılımları
- Artırılmış / sanal gerçeklik

müdür. Bu hizmetler, sağlık hizmetlerine ulaşımında sıkıntılar yaşandığında, bu hizmetleri insanların bulunduğu yerlere taşıyıp her yerden ulaşmalarını sağlar. Özellikle Covid-19 salgınının da etkisiyle son dönemde sağlık hizmetleri alanında en hızlı gelişen servislerden biri olmuştur. Her ne kadar doğrudan müdahalede eksik kalsa da bu hizmetler basit hastalıkların teşhisi, ilaç önerisi ve uzun vadede rehabilitasyon hizmetlerinde önemlidir.

### **Global ve Türkiye’den örnekler**

Hastalarla doktorların online mobil uygulamalar veya bilgisayarlar aracılığıyla görüşmesini sağlayan birçok uygulama vardır. Dünyada bu uygulamanın en ileri örneklerinden biri Amerikan Teladoc Health’dir. Teladoc, uygulamasında bulunan yapay zekâ asistanı aracılığıyla öncelikle hastanın neye yönelik bir tedavi istediğini anlar. Böylelikle kişiyi doğru doktora veya uzmana yönlendirir. Mobil uygulama veya web üzerinden online görüşme ile sağlık hizmeti verilmiş olur. Türkiye’de de benzer uygulamalar gittikçe yaygınlaşmaktadır. Doktor ve hastaların online görüşmesini sağlayan, Sağlık Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş ve ruhsatlandırılmış One Dose Health, benzer bir örnektir.

Afetzedelerin afet sonrası uzun vadede ihtiyaç duyduğu en büyük desteklerden biri de psikolojik destektir. Nitekim afetin fiziksel etkileri iyileşse de psikolojik etkisi aylar hatta yıllar sürebilmektedir. Burada da yine online terapi hizmetleri ön plana çıkmaktadır. Dünyada ve Türkiye’de birçok uygulaması bulunan online terapi uygulamaları, danışanların buldukları yerden düzenli psikolojik destek almalarını sağlayabilir. Türkiye’de bu sektörde One Dose Health, Hiwell, Terappin gibi girişimler bu konuda öncüdürler. Afetlerde bu gibi platformlar kullanılabilir veya afetlere özel online danışmanlık platformları kurularak

afetzedelere özel sağlık ve rehabilitasyon hizmetleri verilebilir.

Günümüzün en çok konuşulan teknolojilerinden yapay zekâ sohbet robotları uzaktan sağlık hizmetlerinde etkin rol oynayabilirler. Basit hastalık teşhisi, ilaç ve vitamin tavsiyesi gibi özellikle basit hizmetlerde sohbet robotları faydalı olabilir. Örneğin OpenAI tarafından geliştirilen ChatGPT, kullanıcılarla konuşmaları aracılığıyla edindiği basit semptom bilgilerini kullanarak onlara basit tedavi ve öneriler sunabilmektedir. Hatta aynı semptomlar hem doktorlara hem ChatGPT’ye verildiğinde, sohbet robotu doktorlara çok yakın oranda doğru hastalık teşhislerini sağlayabilmiştir. Google tarafından geliştirilen ve çalışmaları devam eden Med-PaLM ise, sağlıkla ilgili sorulara cevap vermesi için tasarlanan bir Büyük Dil Modelidir. Türkiye’de de benzer uygulama olarak MENTASKOP örnek verilebilir. Büyük Dil Modeli üzerine psikologlar ile birlikte geliştirilmiş olan Psikolojik Terapi katmanı duygu analizi yaparak canlı bir psikolog ile sohbet eder kalitede çıktılar sağlamaktadır.

Online sağlık hizmetlerinin gelişmiş bir versiyonu olan uzaktan ameliyat ve doğrudan müdahaleler, afet durumlarında da gelecekte büyük yararlar sağlayabilir. Örneğin Çin’in Sanya kentindeki bir doktor, Pekin’deki bir Parkinson hastasının beynine yaklaşık 3.000 kilometre uzaktan bir uyarı cihazı yerleştirmiştir. Çin’de kullanılan 5G teknolojisiyle tedavi yöntemi, farklı canlılar üzerinde birçok operasyon gerçekleştirebilmektedir. 5G’nin yüksek veri hızları ve düşük gecikme süreleri sayesinde, doktorlar doğrudan başka bir konumdan hastaları tedavi edebilmektedir. Bu teknoloji hem ülkemizde hem dünyada afetler sonrası kullanılabilir. Çünkü özellikle afetten hemen sonra kısa vadede yaralılara yapılacak ilk müdahaleler çok kritiktir. Bu anlamda 5G teknolojisi hem hızlı hem etkili müdahalede kullanılabilir. 5G’nin ge-

Şehir planlama, barınma ve altyapı					
Uygulama tipi	Kullanılan teknolojiler	Afet öncesi		Afet sonrası – Kısa vade	Afet sonrası – Uzun vade
		Hazırlık	Önleyici / Uyarıcı	İlk müdahale	İyileştirici
Akıllı şehir uygulamaları	■ ■ ■	☑	☑	☑	☑
Afet sonrası barınma ihtiyacı	■			☑	☑

Lejant			
■ Nesnelerin interneti	■ 5G	■ 3D yazıcılar	■ Büyük veri analizi

niş kapsama alanı sayesinde de gelecekte uzaktan doğrudan sağlık hizmetleri afetin ardından geniş afet bölgelerine dağıtılabilir. Örnek vermek gerekirse afet anından hemen sonra bölgeye hibe edilen MEDWAND cihazları afetzedenin bulunduğu yerde stetoskop, EKG, oksijen satürasyonu ve KBB muayenesi için kullanılabilen bir Teletıp cihazıdır. Bu tip cihazların envantere hazır tutulması sağlık uzmanlarını üç noktaya dijital kanallar ile ulaşabilmesine imkân sağlayacaktır.

Türkiye’de kullanılan resmi sağlık ve hasta bilgi sistemi E-Nabız, afetlerde ve acil durumlarda sağlık bilgilerini paylaşmayı kolaylaştırarak sağlık hizmetlerini hızlandırmakta ve koordinasyonu arttırmaktadır. Afetler sonucunda afet bölgesinin zarar görmesiyle insanlar kimliklerine dahi ulaşamaz hale gelebilirler. Bu durumda da bölgedeki sağlık görevlileri, hastaneler ve sağlık ocakları gibi sağlıkla ilgili kişi ve kurumların koordinasyonu oldukça zordur. Bunun yanında tüm yaralılara yetişmek de oldukça zor olacaktır. E-Nabız, hastaların tıbbi geçmişini ve ilaç

bilgilerini paylaşarak acil yardım ekiplerinin daha etkili müdahalesini sağlamaktadır. Bu sebeple E-Nabız, afet anında tıbbi müdahale gerektiğinde hayat kurtarıcı bir iletişim ve koordinasyon aracı olarak kullanılırken, sağlık hizmetlerinin hızlandırılarak afetzedelerin daha etkin ve hızlı yardım almasına yardımcı olmaktadır. E-Nabız erişimi için uygun teknoloji kullanan, Sağlık Bakanlığınca yetkilendirilmiş, ruhsat sahibi olan uzaktan sağlık hizmeti sağlayıcıları görevlendirilmelidir.

## 8. Şehir Planlama, Altyapı ve Barınma

İyi tasarlanmış ve uygulanmış bir şehir planlaması, altyapı geliştirmeleri ve afetlere dayanıklı bir yapı stoğu, ülkelerin doğal felaketlerin yıkıcı etkileriyle daha iyi mücadele edebilmelerini ve daha hızlı toparlanmalarını sağlar. Bu odakta oluşturulmuş planlama ve uygulamaların, can kaybını en aza indirmede ve afet sonrası toparlanma sürecinde önemli bir rolü vardır. Akıllı şehir uygulamaları ve afet sonrası barınma ihtiyacını hedefleyen teknolojiler, bu kapsamda daha ön plana çıkmaktadır.



## Akıllı Şehir Uygulamaları

### Tanım

Akıllı şehir, farklı bilgi ve iletişim teknolojilerinin ve nesnelerin interneti cihazlarının entegre edildiği bir şehir konseptidir. Öncelikli amaç, teknolojiye faydalanarak şehirdeki hayat standartlarını yükseltmektir. Akıllı şehir uygulamalarında, nesnelerin interneti teknolojisini kullanarak sensörler ile, çeşitli nesnelere ya da yapıları dijitalleştirerek ve internete bağlayarak sürekli veri akışı sağlanmaktadır. 5G teknolojisi ise, internete bağlı nesnelere arası veri transfer hızının artmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle afet sonrası kısa vadede zaman faktörünün önemi düşünüldüğünde, 5G teknolojisi ekstra önem kazanmaktadır. Birçok alanda olduğu gibi afet yönetiminde de bu teknolojilerin çeşitli faydaları mevcuttur. Deprem gibi afetlere ek olarak, küresel ısınmayla birlikte sıklığı ve şiddeti artan doğal afetlere karşı bu teknolojiler daha da önemli hale gelmiştir. Örneğin deprem öncesinde, yollar, köprüler, hastaneler ve diğer altyapılar üzerinde yerleştirilen bu sensörler, yapıların stabilitesi hakkında gerçek zamanlı veriler sağlayabilir. Çeşitli ulaşım güzergahlarının afetten hemen sonraki durumuyla ilgili elde edilen bu veriler sayesinde ilk yardım için daha doğru rotalar belirlenebilir. Örneğin herhangi bir köprü, afet sonrası kullanılmayacak bir duruma geldiyse bu durumdan erken haberdar olunması faydalı olacaktır. Ayrıca, böyle bir altyapının şehir planlamasına entegrasyonu, afet sonrası iyileştirme ve altyapı yeniden inşaa sürecinde veriye dayalı kararlar alınmasını sağlayabilir.

Altyapı sensörlerine ek olarak, akıllı şehir teknolojileri erken uyarı sistemlerine de entegre edilebilir. İlgili bölgedeki olası afetlere göre, sensör ve toplanan veri de değişiklik gösterecektir. Örneğin yangın olasılığı yüksek bir bölgede sensörler sıcak-

lığı ölçerken, sel riskinde yağış miktarı veya varsa kanalizasyon altyapısındaki çeşitli aksaklıkları ölçebilir. Bu açıdan Türkiye gibi deprem, yangın ve sel felaketlerinin görülebildiği coğrafyalarda nesnelerin interneti teknolojisi ekstra önem kazanmaktadır.

### Hazırlık gereksinimleri

Bu gibi nesnelerin interneti tabanlı akıllı şehir tekniklerini etkili bir şekilde uygulamak için, stratejik konumlarda bir sensör ağına, sağlam bir veri toplama ve analiz altyapısına ve gerçek zamanlı olarak uyarıları yaymak için verimli iletişim kanallarına sahip olmak son derece önemlidir. Sensörlerin düzenli bakımı ve kalibrasyonu da güvenilirlik ve doğruluklarını sağlamak için önem taşır.

Kapsamlı bir akıllı şehir afet çözümünün omurgası, teknoloji tedarikçileri ve telekomünikasyon operatörleri tarafından sağlanan bilgi ve iletişim teknolojileriyle kamu kuruluşlarının etkili operasyon yönetimidir. Afet sonrasında bile sorunsuz çalışan bir bilgi ve iletişim altyapısı, akıllı şehir teknolojilerinin etkinliğini de artıracaktır.

### Global örnekler

Diğer birçok afet teknolojisinde olduğu gibi bu alanda da Japonya, önde gelen ülkelerden biridir. NEC firmasıyla çalışan Japonya hükümeti, bu iş birliğinin bir parçası olarak hem deniz altına hem de karada köprüler gibi stratejik öneme sahip yapılaraya sensörler yerleştirmiştir. Bu sensörler hem afet öncesi erken uyarı sistemine veri sağlarken hem de afet sonrasında otomatik aksiyonlar alınmasına ve afetin etkilerini takip etmeye olanak sağlamaktadır. Bu akıllı sistemler; trenlerin yavaşlatılması, asansör gibi riskli yerlerden kaçınılması ve fabrika, ofis, ev gibi çeşitli konumlarda insanların kendilerini hızlı bir şekilde koruyup önlem alabilmesi gibi faydalar sağlayarak afetle ilgili hasarı en aza indirmeyi amaçlar. Japonya örneği göz önüne alındığında, bu





teknolojinin kullanıldığı afet türü çoğu zaman deprem ve sonrasında gelen tsunamidir.

Mart 2011’de Japonya’da yaşanan depremde, denizaltındaki sensörlerin sismik dalgaları erken tespit etmesi Japonya’ya 29 saniye kazandırmıştır. Bu kısa ama kritik sürede, ülkede depremin etkilerini en aza indirmek için çeşitli önlemler alınmıştır. Örneğin, Tokyo’da trenler durma uyarısı almış ve metro hatları tahliye edilmiştir. Cerrahi operasyonlar durdurulmuş, gaz akışı kesilmiş ve nükleer reaktörler kapanma sürecine girmiştir. Haneda ve Narita havalimanlarındaki tüm pistler kapatılmış ve bu havalimanlarına yönelik 86 uçuşun rotaları değiştirilmiştir. Ayrıca, deprem anında ve sonrasında enerji kesintilerinin minimuma indirilmesi için şehrin elektrik tedarikçisi, elektrik kesintisi için hazırlık yapmaya ve elektrik şebekesindeki enerji dağıtımında önceliklendirme yapmaya başlamıştır. Enerji dağıtımında hastaneler,

enerji ve nükleer santraller, trafik kontrol kuruluşları ve veri toplama ve analizinden sorumlu hükümet kurumlarına öncelik verilmiştir. Tüm bu önlemler akıllı şehir altyapısı sayesinde alınmış olup, can ve mal kaybı önemli bir ölçüde azaltılmıştır.

### **Afet Sonrası Barınma İhtiyacı**

#### **Tanım**

Afetlerden, özellikle de depremlerden sonraki kısa vadede afetzedelerin en temel ihtiyaçlarından biri de barınma ihtiyacıdır. Bu alanda 3D yazıcı teknolojisi, çadır kentlere ve geleneksel yöntemlere bir alternatif oluşturmaktadır. 3D yazıcı teknolojisi, dijital bir tasarımı fiziksel bir nesneye dönüştürmek için bir malzemenin katmanlarından oluşan bir objeyi inşa eder. Bu teknoloji, afetler sonrasında hızlı ve etkili bir yeniden inşaa süreci sağlar. Malzeme ve tasarım açısından da oldukça esnek olan bu teknoloji, farklı

coğrafi koşullara, ihtiyaçlara ve tasarım tercihlerine yanıt verebilmektedir. Ek olarak, geleneksel inşaat yöntemlerinin aksine bu yöntemde çok az atık ortaya çıktığı için oldukça çevre dostu bir teknoloji olarak değerlendirilmektedir.

### **Global ve Türkiye'den örnekler**

Hollanda menşeli bir şirket olan CyBe Construction, 3D yazıcı teknolojisini kullanarak birkaç saat içinde beton evler inşa edebilmektedir. Deprem veya kasırga bölgeleri için ise daha yüksek teknoloji ve dayanıklı 3B yazıcı ile üretilmiş ev çözümleri sunmaktadırlar. Yani sadece afet sonrası için değil, afet öncesinde de barınma ihtiyacı için ucuz ve kaliteli bir alternatif vaat etmektedir. San Francisco merkezli bir şirket olan Icon'un 3D baskı teknolojisi, geleneksel olarak inşa edilen evlere kıyasla daha güvenli ve yangın, sel, rüzgâr gibi doğal afetlere karşı daha dayanıklı yapılar sunmaktadır. Ayrıca yalıtım açısından da üst düzey oldukları için Meksika gibi sıcak veya tam tersi soğuk bölgelerde de tercih edilebilirler. Firma, Meksika'da 47 metre-karelik 3D baskılı evlerden oluşan bir site tamamlamıştır. Bu evlerin bulunduğu bölge, Haziran 2020'deki 7,4 büyüklüğündeki depremi hiçbir görünür hasar almadan atlatabilmiştir. 2019 yılında bir başka projede

evsiz insanlar için yedi evden oluşan bir site tamamlayan firma, her bir evin baskısını beş ila yedi günde tamamlamıştır. Özellikle afet bölgelerinde yaşayan evsiz insanların can güvenliğini artırmak için, bu insanlara afet öncesinde 3D ile yapılmış konaklama çözümleri sunulabilir.

Bu teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilmek için doğru 3D baskı makinelerine, malzemelere ve özellikle afet sonrası şartlarda çalışabilen uzman personele ihtiyaç vardır. Ayrıca, baskı sürecinin hemen başlayabilmesi için, afetten önce kullanılacak tasarımların ve haritaların dijitalleştirilmiş versiyonlarını hazırlamak önemlidir. İklim, afet bölgesinin olası ihtiyaçları ve tahmini afettede sayısı da tasarım ve planlama aşamasında göz önünde bulundurulmalıdır.

Binamod adlı firma ise Türkiye'nin özellikle deprem riski yüksek bölgelerinde teknoloji kullanarak hızlı bir şekilde yapı stoğunun risk ve hasar analizini yapmak üzere ürünler geliştirmektedir. Firma, binalardan veriler toplayarak, bölgesel deprem tehlike analizi, bina risk öncelik puanı belirlenmesi ve hasar analizi gibi farklı çözüm önerileri sayesinde yapıların deprem performansını belirleyerek olası depremlere karşı iyileştirici çözümler önerileri sunmaktadır.

## SONUÇ

Afet teknolojileri, günümüzde birçok alanda etkisini göstermekte ve afetlerle mücadelede kritik bir rol oynamaktadır. Haberleşme, sağlık, arama kurtarma ve enerji tedarigi gibi farklı alanlarda kullanılan bu teknolojiler, afet durumlarında hızlı ve etkili müdahale imkânı sağlamaktadır. Dünyanın çeşitli bölgelerinde gerçekleşen afetler ve bu afetlerle ilgili ihtiyaçlar doğrultusunda, sürekli olarak yeni teknolojiler geliştirilmekte ve yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu alanda başarılı örnekler, devlet ve özel sektör arasındaki yakın iş birliği ile gerçekleştirilen araştırma ve yatırımlar sonucunda ortaya çıkmaktadır. Farklı ülkeler, afet risk durumlarını ve ihtiyaçları göz önünde bulundurarak bu alandaki çalışmalarını sürdürmektedir. Bu çalışmalar, afetlere karşı etkili bir hazırlık sağlamanın yanı sıra, afet anında müdahale süreçlerinin daha etkin ve verimli hale gelmesini amaçlamaktadır.

Ülkemizde de halihazırda mevcut olan kapsamlı afet hazırlık çalışmaları, afete yatkınlığı göz önüne alındığında, tüm paydaşların bir araya gelerek yakın iletişim ve iş birliği içerisinde çalışmalarını sürdürmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Tüm paydaşlar arasındaki iş birliğinin artırılması, en iyi örneklerden yararlanılması ve teknolojik yeniliklerin takip edilerek uygulamaya konulması, ülkemizdeki afet yönetimi kapasitesinin daha da güçlenmesini sağlayacaktır.

Bu nedenle, önümüzdeki dönemde ülkemizdeki afet hazırlık çalışmalarının paydaşlar arasında yakın temas ve iş birliği içerisinde ilerleyerek etkin sonuçlar elde etmesi büyük önem arz etmektedir. Yapılan yatırımlar, araştırmalar ve geliştirilen teknolojiler, daha güvenli ve dayanıklı bir ülke olma hedefimize ulaşmamızda bize önemli bir ivme kazandıracaktır.

## EKLER

Ana odak alanı	No	Kullanım alanı
Bilinçlendirme ve uyarma	1	Tatbikat ve uygulamalı hazırlıklar ile toplumsal bilinci artırma
	2	Mobil uygulamalar ile afetler öncesinde, sırasında ve sonrasında yapılacaklarla ilgili insanları bilinçlendirme
	3	Merkezi erken uyarı sistemleri ile afet bölgesinde olan insanları bilgilendirme
	4	Özel şirketler ve girişimler tarafından sağlanan erken uyarı sistemleri ile afet bölgesinde olan insanları bilgilendirme
Arama kurtarma ve hasar tespit	5	Enkaz dışından uzaktan algılama ve görüntüleme ile enkaz altında kalan afetzedeleri tespit etme
	6	Enkaz altı doğrudan görüntüleme ile enkazın altında kalan canlıların tam konumunu tespit edebilme
	7	Sosyal medya konum bilgisi ile afetzedelerin konumunu tespit edebilme
	8	Afet bölgesi görüntüleme ve hasar analizi sonucu afetten sonra bölgedeki hasarı tespit edebilme
	9	Afet sonrası anlık hasar simülasyonları ile hasar tespiti yapma
	10	Yangınla mücadele robotları ile yangınlara doğrudan müdahale
Koordinasyon ve yönetim	11	Bütünleşik afet yönetim sistemleri ile afetle mücadele için gereken verileri doğru bir şekilde işleme, saklama ve yayma
Haberleşme	12	Uydu iletişiminin gelişmiş uygulamaları sayesinde ihtiyaç halinde gerekli kişilerle iletişime geçebilme
	13	Mobil – taşınabilir uydular ile iletişim altyapısı desteği sağlama
	14	Sosyal medya aracılığıyla bağış toplayabilme ve kampanyaları duyurma
	15	Sosyal medya verisinin afet sonrasında etkin kullanımı için altyapı oluşturma
Lojistik ve tedarik zinciri	16	Rota optimizasyonunu ile bir konumdan başka bir konuma giderken en hızlı ve verimli yolu planlama
	17	Gelişmiş teslimat sayesinde ulaşılması zor olan bölgelere gerekli malzemeleri ulaştırma
Enerji tedarigi	18	Yenilenebilir enerji teknolojileri ile enerji üretimi
	19	Sabit batarya kullanarak enerji depolama ve gerektiğinde kullanma
	20	Elektrikli araç bataryasını kullanarak enerji elde etme
	21	Akıllı şebeke uygulamaları ile enerji tedariginin kontrolü
Sağlık ve rehabilitasyon	22	Online sağlık hizmetlerini afetler özelinde yaygınlaştırma
Şehir planlama, altyapı ve barınma	23	Kritik yapılar önceliklendirilecek şekilde akıllı şehir uygulamalarının yaygınlaştırılması
	24	Afet sonrası barınma ihtiyacını karşılama



## KAYNAKLAR

- AFAD
- AKUT
- Amerikan Kızılhaçı
- Boğaziçi Üniversitesi-Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
- Cambridge Üniversitesi
- Carnegie Mellon Üniversitesi
- Emergency Telecommunications Cluster
- Global Environment Center
- Global Facility for Disaster Reduction and Recovery
- International Environmental Technology Center
- International Telecommunication Union
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi
- Japonya Dışişleri Bakanlığı
- Japonya Meteoroloji Ajansı
- Kaliforniya Devlet Üniversitesi
- Kızılay
- Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
- Princeton Üniversitesi
- Savunma Teknolojileri Mühendislik Raporu
- Science Direct
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü
- Trilateral Cooperation Secretariat
- TÜBİTAK – Dergipark
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction
- United States Geological Survey
- World Bank
- World Economic Forum



**DIŞ EKONOMİK İLİŞKİLER KURULU**  
**FOREIGN ECONOMIC RELATIONS BOARD**

Huzur Mahallesi, Azerbaycan Caddesi Skyland Sky Office  
No: 4 B Blok Kat: 21-22 Seyrantepe 34485 Sarıyer/İstanbul

[@deikletisim](#) | [/deikint](#) | [www.deik.org.tr](http://www.deik.org.tr)