

# AKILLI ŞEHİRLERDE AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin BAYRAKTAR<sup>1</sup>, Dursun Yıldırım BAYAR<sup>2</sup>, Bestami KARA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, huseyin.bayraktar@csb.gov.tr

<sup>2</sup> Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, dyildirim.bayar@csb.gov.tr

<sup>3</sup> Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, bestami.kara@csb.gov.tr

## ÖZET

Ülkemizde akıllı şehir politikalarına ulusal katmanda bütüncül bir bakış açısı getirerek ulusal politikalarla uyumlu şekilde yatırımları güvence altına almak amacıyla 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Strateji ve Eylem Planı hazırlanmıştır. 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında tanımlanan eylemlerin, görev ve sorumlulukların gerçekleştirilmesine ulusal ölçekte katkı sağlanması ve başta yerel yönetimlerimiz olmak üzere tüm paydaşların kapasitesinin artırılması amacıyla "Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi" T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından hayata geçirilmiştir. Proje kapsamında hazırlanan akıllı şehir külliyatında akıllı şehirlerde afet ve acil durum yönetimi konusu kapsamlı bir şekilde ele alınmış, bu konuda akıllı şehirlerde afet ve acil durum yönetimi eğitim kitabı, video ve sunumlar hazırlanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Akıllı Şehirler, Afet, Acil Durum Yönetimi

## ABSTRACT

### DISASTER AND EMERGENCY MANAGEMENT IN SMART CITIES

The 2020-2023 National Smart Cities Strategy and Action Plan has been prepared in order to assure investments in line with national policies by bringing a holistic perspective to smart city policies at the national level in our country. Smart Cities Capacity Building and Guidance Project was implemented by the General Directorate of Geographic Information Systems of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, in order to contribute to the realization of the actions, duties and responsibilities that are defined within the scope of the 2020-2023 National Smart Cities Strategy and Action Plan, and to increase the capacity of all stakeholders, especially local governments. In the smart city collection prepared within the scope of the project, the issue of disaster and emergency management in smart cities was comprehensively discussed, and a training book on disaster and emergency management in smart cities, videos and presentations were prepared on this subject.

**Keywords:** Smart Cities, Disaster, Emergency Management

## 1. GİRİŞ

Akıllı şehir politikalarına ulusal katmanda bütüncül bir bakış getirerek birlikte çalışabilme yetisi kazanmak, belirlenen politikalarla uyumlu yatırımları önceliklendirerek yatırımların doğru proje ve faaliyetlerle uygulandığını güvence altına almak amacıyla ulusal ihtiyaçları ve öncelikleri bütüncül olarak göz önünde bulunduran, ekosistem paydaşlarının ortak aklı ile inşa edilen 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmıştır.

Akıllı şehirlerde afet ve acil durum yönetimi 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planında 16 akıllı şehir bileşeni arasında yer almaktadır. Afetler doğa ve insan/teknoloji kaynaklı olarak ikiye ayrılmaktadır. Afetler bir olayın çok ani, güçlü ve çok şiddetli olarak oluştuğu, insan topluluklarını etkileyen, mevcut sistemlerin kilitlendiği ve kaynakların yetersiz olduğu olaylardır. Bu çalışma; afetler ile meydana gelebilecek zararların azaltılması yönünde akıllı teknolojilerin şehirlerde yaygınlaştırılması için önemli araç öneminin de altını çizmektedir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Birleşmiş Milletler Afet Risk Azaltma Ofisi (UNISDR) tarafından (2017) önerilen terminolojiye göre tehlike; can kaybına, yaralanmaya ya da diğer sağlık bozucu etkilere, mal varlığının zarar görmesine, sosyal ve ekonomik işleyişin kesilmesine veya çevresel bozulmaya neden olabilen süreç, olgu ya da insan faaliyeti olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre can ve mal kaybına yol açan tehlikeleri doğa ve insan kaynaklı (teknolojik) afetler olarak ayırmak mümkündür.

### 2.1. Doğa Kaynaklı Afetler

Doğa kaynaklı afetler kökenlerine göre, "yer kaynaklı (depremler, volkanlar, zemin oturmalari, çökmeler ve sıvılaşmalar, kaya düşmeleri, heyelan vb.), hidrolojik (su baskını, heyelan), meteorolojik, klimatolojik (anormal sıcaklıklar, hortum vb.) ve biyolojik (salgın hastalıklar, böcek istilaları) olarak sınıflandırılmaktadır. 2014 yılında, Integrated Research on Disaster Risk (IRDR DATA) projesi kapsamında hazırlanan ve yayınlanan "Tehlike (Peril) Sınıflaması ve Tehlike Terimleri Sözlüğü"ne göre

afetler aile, esas olay ve tehlike adı olarak üç şekilde gösterilmektedir (Below ve diğ., 2009:1). Sistemde afetler, 5 aile grubuna veya diğer bir ifade ile alt gruba ayrılmaktadır. Doğa kaynaklı afetlerin türlerine göre sınıflandırılmış hali Şekil 1'de verilmektedir.

## Doğal Kaynaklı Afetler



Şekil 1. Doğa Kaynaklı Afetlerin Sınıflandırılması (Below ve diğ.)

## 2.2. Teknolojik Afetler

Teknolojik diğer adıyla insan kaynaklı afetler, doğa ile aralarında bir neden-sonuç ilişkisi kurulamayan ve doğrudan insan faktöründen kaynaklanan, toplumda büyük çapta tahribatlara ve ölümlere neden olan afetlerdir (AFAD, 2015). EM-DAT gibi küresel veri tabanlarında insan kaynaklı veya teknolojik afetler olarak endüstriyel afetler, nükleer afetler, baraj kazaları ve büyük çaplı yangınlar, her türlü ulaşım kazaları, maden kazaları vs. kullanılmaktadır. İnsan kaynaklı afetlerin içinde yer alan diğer afet türleri olarak; savaş, kargaşalık, halk hareketleri ve her türlü terör eylemleri yer almaktadır. İnsan kaynaklı (teknolojik) afetlerin genel sınıflandırması Şekil 2'de verilmektedir.

## İnsan / Teknoloji Kaynaklı Afetler



Şekil 2. İnsan (Teknoloji) Kaynaklı Kaynaklı Afetlerin Sınıflandırılması  
(Below ve diğ.)

## 2.3. Afetlerin Etkileri

21. yüzyılın ilk 20 yılını bitirdiğimiz bu günlerde, afet riskleri her geçen yıl yeni şekillere bürünmekte, sayısı ve etkileri artarak devam etmektedir. Shah vd. (2019), tarafından da belirtildiği üzere özellikle son on yılda doğa ve insan kaynaklı tüm afetlerin şiddetinin arttığı ifade edilmiştir. 2020 yılında, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)(Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi) tarafından hazırlanan ve 1980-2019 dönemini kapsayan çalışmada benzer sonuçlar görülmektedir. Şekil 3'te verilen grafikte görüldüğü gibi afetlerin etkileri her anlamda artış göstermektedir. 1980-1999 yılları arasında dünyada 4.212 afet rapor edilmiştir. Bu afetler; 1,19 milyon can kaybı, 3,25 milyar toplam afetzede ve 1,63 trilyon dolar ekonomik kayıp rapor edilmişken; Bu dönemi izleyen on yıllık dönemde (2000-2009) ise dünyamızda 7.348 afet rapor edilmiş ve bu afetlerin sonucunda 1,23 milyon insanın hayatını

kaybetmesine, 4,03 milyar insanın afetlerden etkilenmesine ve 2,97 trilyon dolar ekonomik kayıp oluşmasına neden olmuştur. Afetlerin yirmi yıl önesine kıyasla çok keskin bir artış gösterdiği tespit edilmiştir (CRED raporu, 2020; Shah ve diğ., 2019:91885).

### 3. AKILLI ŞEHİRLERDE AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ

Akıllı şehirler, sektör temsilcileri ve uzmanlar tarafından farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Ancak, tanımı ne olursa olsun önümüzdeki yıllarda dünyada gelişen teknoloji, bilgi ve iletişim tekniklerinin kullanımının yaygınlaşması ile daha fazla sayıda dünya nüfusunun bu yöntem ve uygulamaları kullanacağı aşikârdır. Nitekim biyolojik bir afet olarak tanımlanan Covid-19 küresel salgınının dünyayı çok hızlı bir şekilde sarması, milyonlarca kişinin ölümü ve hastalanması sonucu birçok devlet, salgına hızlı müdahale etmek ve salgını önlemek amacıyla insanları evlerine kapatmıştır. Okullarda eğitimin ve işyerlerindeki işlerin çevrim içi yöntemlerle yapılması kararı alınmış ve alınmaya da devam edilmektedir. On yıl önce hayal edilecek bir seviyede olan bu tür uygulamalar, 2019 yılının Kasım ayında hayatımıza girmiştir. Uygulamaların bir çoğu belki de kalıcı olarak yeni yaşam biçimimizi oluşturacak ve afetlerin zararını azaltmada kullanılması kaçınılmaz olacaktır. Yirmi birinci yüzyılda özellikle küresel ölçekte hayatımızın sayısal cihazlar ve verilerle birlikte yürütmesi, nesnelere interneti, büyük veri, veri analizi, siber güvenlik, yapay zekâ ve robotik sistemlerin geliştirilmesi vb. konuların gün geçtikçe popüler olmasını ve araştırmaların gerçek hayata uygulanmasıyla bu süreç sürekli güncellenmekte, uygulama alanı genişlemekte ve daha da önemlisi hayatımızı kolaylaştıracak çözümlerin çok hızlı bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Gelişen ve uygulama alanı her an artan internet uygulamaları, yapay zekâ ve akıllı sistemlerin akıllı şehirlerde de uygulanma örnekleri gittikçe artmaktadır. Bu bölümde özellikle akıllı şehirlerde kullanılması öngörülen olanakların neler olduğu kısaca değinilerek akıllı şehirlerin afet yönetiminde yapılması gereken çalışmaların, yeni teknoloji ve uygulamalarla iyileştirilmesi ve entegrasyonu konusundaki yol haritası çıkarılacaktır.

2020-2023 Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı’nda, Afet ve Acil Durum Yönetimi karşılaşılabilecek zararların önlem alınarak azaltılması, afet ve acil durumlara hazır olunmasının sağlanması, bir olay ya da durum gerçekleştiğinde müdahalede bulunulması, afet ve acil durum verisinin akıllı bir şekilde analiz edilmesi ve normal yaşama dönüş süreci gibi uygulamaları kapsayan sistemler bütünü olarak tanımlanmaktadır

Eylem planında tanımlanan bazı eylemlerde akıllı şehirlerde yapılması gereken güncelleme çalışmaları ile 15.9 numaralı eylemde “Afet ve Acil Durum Yönetimi Bileşenin Olgunluğu Artırılacaktır”, 15.11 numaralı eylemde ise “Bilgi ve İletişim Teknolojileri Bileşenin Olgunluğu Artırılacaktır” eylemleri desteklenmekte ve afet yönetimi konusunda birçok yeni uygulamanın geliştirilmesi ve standartların getirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu eylemler ışığında akıllı şehirlerde oluşan ve geliştirilmesi sürdürülen sayısal sistemler, verileri ve bilgi/iletişim tekniklerini kullanarak afet yönetiminde akıllı teknolojilerden faydalanarak yaygınlaştırılabilir, sürdürülebilir ve kolaylıkla uygulanabilir hale gelmesini sağlayacaktır. Böylece afetler sonrasında oluşabilecek zararları azaltma konusunda merkezi yönetim ve yerel yönetimlere yeni olanaklar ve fırsatlar sunacaktır. Kullanılan tüm yeni uygulama ve teknolojiler ile akıllı şehirler yaratılarak toplumu afetlere karşı daha dirençli hale getirmek hem şehir hem de ülke için kazançlı olacaktır. Afetler özellikle buldukları coğrafya ve ülkelerin gelişmişlik seviyelerine göre az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde çok fazla can kayıplarına yol açmaktadır. Gelişmiş ülkelerde ise can kaybı daha az olurken, ekonomik anlamda büyük kayıplar yaşanmaktadır.

Son yıllarda Afet ve Acil Durum yönetimi alanında kullanılan güncel teknolojiler ve veri analitiği konusunda birçok araştırma ve derleme çalışması yapılmıştır. Bu alanda yapılan bazı çalışmalara örnek olarak Memiş ve Babaoğlu (2020) ile Çağlayan ve diğ., (2018) verilebilir. Afet Yönetiminde hâlen kullanılan ve geliştirilen yeni teknoloji ve yazılımlar afet yönetiminin her aşaması için ayrıntılı olarak anılan çalışmalardan elde edilebilir. Son 50 yıllık dönemde özellikle bilgi ve iletişim teknolojileri alanında yaşanan gelişmeler, toplumlara ve bireylere yeni olanaklar sağlamıştır. BİT alanındaki gelişmeler; tümleşik, üstel ve özyinelemeli olarak varlık göstermektedir (Leonhard, 2018). Bu noktada güncel olarak; mikroişlemciler, nesnelere interneti, bulut bilişim, robotlar, mobil uygulamalar, yapay zekâ, derin öğrenme, algılayıcılar (sensör), RFID (Radyo Frekans Tanımlama), GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi), sanal gerçeklik/artırılmış gerçeklik, 3-B baskı, drone teknolojileri, büyük veri, blok zincir gibi teknoloji ve bilişim alanında yenilikler öne çıkmaktadır. Ayrıca taraflar arası iletişimi ve bağlantıyı

sağlayan, kullanıcılarından veri elde etmeye olanak sağlayan yaşamın her alanında kullanılabilen ve ucuzladıkça yaygınlaşan sosyal medya araçları da önemli potansiyeller barındırmaktadır (Dereli ve diğ., 2018). Örneğin nesnelere interneti, nesnelere yerleştirilen algılayıcılar üzerinden herkese ve her şeye bağlanılabilmektedir. Bu bağlantılar üzerinden oluşan veriyle birlikte bir üst zekâ elde etmek mümkün olabilmektedir (Leonhard, 2018). Yaşanan gelişmeler ışığında özellikle veri üretiminin yaygınlık kazanması, verilerin aşırı çoğalması, makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi tekniklerin geliştirilmesi, yapay zekâyı gündeme getirmektedir. Bu sayede elde edilen veriler ile ortalamaların ötesinde öngörüler mümkün olmaktadır (Agrawal ve diğ., 2019). Bu gelişmeler “akıllı” olarak nitelendirilen, kendi kendine faaliyet gösteren (otonom) veya birbirleri arasında bağlantıları oluşan, bu anlamda biyolojik biçim kazanan teknolojileri gündeme getirmiştir (Arthur, 2011).

Büyük veri (big data) tanım olarak; üretilen, yakalanan ve yüksek hızla işlenen çok çeşitli verilerin büyük hacimli hali olarak tanımlanmaktadır. Dünya nüfusunun artışı ve teknolojinin ilerlemesi sonucu ortaya çıkmıştır (Laney, 2001). Büyük veri bilgi akışı, sosyal medya verileri veya büyük veri tabanlarında gerçekleşir (Chen ve diğ., 2017). Büyük verinin afet yönetimi ve diğer uygulamalarda kullanılabilmesi için işlenmesi gerekmekte ve bu verilerden anlamlı çıktılar oluşturabilmek için istatistik ve sayısal hesaplama yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçlar için istatistik, veri madenciliği, zaman serisi analizi, regresyon, graf teorisi, simülasyon, sinir ağları, makine öğrenmesi teknikleri ve iş zekâsı gibi farklı yöntemler uygulanmaktadır (Çağlayan ve diğ., 2018).

Yaşanan kayıpları azaltmak için bazı uzmanlar tarafından önerilen ve geliştirilen akıllı şehir çözümlerini sıralamak gerekirse bunlar: Modelleme Sistemleri, Erken Uyarı Sistemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Sosyal Medya, Mobil Uygulamalar, Drone ve Uydu Teknolojileri, Mekanik Dış İskelet Teknolojisi, Mobil İletişim Sistemleri ve Taşınabilir Güneş Paneli Sistemleridir. Yine afet yönetiminin bileşen ilişkileri literatürde Akıllı Ulaşım, Akıllı Altyapı, Akıllı İnsan, Sosyal Altyapı, Akıllı Yaşam, Akıllı Çevre, Akıllı Sağlık, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Kentsel Dönüşüm olarak sınıflandırılmıştır. Bu kapsamda afet ve acil durum yönetiminin bileşenleri; Akıllı Kalabalık Yönetimi, Akıllı Koordinasyon Hizmetleri, Acil Uyarı Sistemleri ve Acil Durum İş Birliği Yönetimidir. Akıllı Kalabalık Yönetim sistemleri özellikle kalabalık binalarda enkaz altında kalan kişilerin olup olmadığının tespit edilmesi veya bir yangın anında binanın herhangi bir bölü - münde baygın kalmış, sıkışmış kişilerin akıllı sensörler ve kameralarla bulunmasıdır. Özel - likle Covid-19 salgını sırasında yapılan uygulamalarda olduğu gibi virüse yakalanmış kişilerin belirlenmesi ve virüsün yaygın etkisinin anlık olarak izlenmesi gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu yöntemle kalabalık şehirlerde enkaz altında kalan fazla sayıda kişi bilgisinin tespit edilebilmesi ve bu bilginin arama-kurtarma, sağlık ekipleri ve itfaiyecilerin yönlendirilmesi amacıyla kullanılabilir hale getirilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir. Bu ve benzeri sistemlerin ülkemizde mevcut deprem erken uyarı ve acil müdahale sistemlerine entegre edilerek geliştirilmesinde büyük fayda vardır.

Akıllı Kalabalık Yönetiminin sadece afetler anı ve sonrasında değil aynı zamanda kötü niyetli hareketlerin ve terör saldırılarının önlenmesi gibi farklı alanlarda güvenlik amacıyla kullanılmasına yönelik uygulamalar dünyada geliştirilmektedir. Afet ve acil durumlar, güvenlik ve akıllı trafik yönetimi ve benzeri amaçlar için dün - yada birçok üniversite ve özel şirket, bu tür ürünlerin geliştirmesi ve uygulama alanlarının çoğaltılması için yoğun çaba göstermektedir. Akıllı Koordinasyon Hizmetleri ise özellikle çok sayıda paydaşın birlikte yönetildiği karmaşık sistemlerin olduğu uygulamalar için geliştirilen ve kullanılan sistemlerdir. Bir ilde afeti yönetecek Vali o ilde bulunan birçok çalışma grubuyla iletişim halinde olmalıdır. Bu grupları koordine ve sevk etmek; hükümete ve topluma bilgi vermek gibi birçok zor görevi hızlı ve güvenilir bir şekilde yönetmelidir. Akıllı koordinasyon hizmetleri afet sırasında afete müdahale edecek birimler arasındaki koordinasyonu sağlayarak daha etkin ve hızlı bir müdahalenin yapılmasını, can ve mal kayıplarını azaltacak önemli kararların alınmasını sağlamaktadır. Bu tür akıllı yönetim sistemleri gerek ilin afet konusunda çalışan tüm kamu kurumlarını ve birimlerini, gerekse dış paydaşları koordine etmek için kullanılan sistemlerdir. Afet anında hızlı karar verilebilmesi ve afet sırasındaki elde edilen imkânların bilinmesi, bunların gerekli personelin ve malzemenin doğru şekilde kullanılmasında ve doğru yerlere yönlendirilmesinde yani yoğun hasarın olduğu bölgelere gönderilmesinde kullanılır.

Birçok depremde ağır hasarlı bölgeler yerine depremin daha az etkilenen bölgelere ilk müdahalenin yapıldığı örnekler bulunmaktadır. Bu tür iki örnek, 17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi ve 1995 Kobe Depremidir. Kocaeli Depreminde bazı arama kurtarma grupları ilk saatlerde depremin dışmerkezinin

belirsiz olması nedeniyle depremin İstanbul-Avcılar’da olduğunu düşünerek ilk olarak buraya gitmişlerdi. Kobe depreminde ise yapılan afet planı daha küçük bir aletsel büyüklüğe göre yapıldığı için hasarın boyutu tam kavranamamış ve afete müdahalede bazı yanlış kararlar ve gecikmeler yapılmıştır. Hyogo Bölge Valisi İç Savunma Kuvvetleri’nin (Self Defence Forces) afete müdahale etmesini ilk saatlerde kabul etmemiştir. Hatta, Itami üssünde konuşlu bulunan ikinci ordunun (Middle Army) afet bölgesine erişimi için gönderilen emrin depremin oluş zamanından 12 saat 14 dakika sonra iletildiğini iddia eden bir askeri kaynak bulunmaktadır (Goltz, 1996). Bu tür yönetim modellerinde karar destek sistemleri, erken uyarı ve hasar tahmin sistemleri gibi birçok farklı birim ve kurumdan veriler alınmaktadır. Bu veriler, hızlı bir şekilde analiz edilip yapay zekâ ve makine öğrenme yöntemleri gibi birçok farklı algoritma kullanılarak atılması gereken adımlar afeti yöneten sorumluların eylemlerini planlaması için gereklidir. Bunun benzeri İBB AKOM tarafından yapılan AKOMAYS ve AFAD tarafından yapılan AYDES gibi sistemler içinde Karar Destek Sistemleri olarak tanımlanan bu modüller, ilgili kurumlar tarafından halen kullanılmakta olup ilerleyen bölümlerde bu konudaki bazı iyi örnekler anlatılacaktır.

Acil Uyarı Sistemleri ise acil bir durum oluşmadan gerek ilgili birimleri gerekse toplumu uyarmak ve acil durumun olumsuz sonuçlarını en aza indirmeye yönelik farklı amaçlar için geliştirilen farklı sensörler, kameralar ve yazılımların birlikte kullanıldığı akıllı uygulamalardır. Özellikle bu tür uyarılar meteorolojik tahmin ve uyarı sistemleri olarak dünyada oldukça yaygın olarak kullanılan sistemlerdir. Genellikle erken uyarı sistemleri dünyada deprem, tsunami veya nükleer sızıntılar için kullanılmaktadır. Bu tür bir sisteme iyi bir örnek olarak İBB tarafından ani hava değişimlerinde olası kaza ve su baskınlarının önüne geçmek amacıyla kullanılan sistemler verilebilir. Bu tür farklı acil uyarı uygulamaları ise aslında hayatımızın birçok alanına uygulanabilmektedir. Tokyo Belediyesi kalabalık misafirhane, yurt ve benzeri birimlerdeki atık sularını sürekli izleyerek bu sulara dökülen atık bitkisel yağ denetimini yapmakta ve eşik seviyeyi aşan kurum ve kuruluşları resmi bir yazı ile uyararak o kuruluşa su kesintisi ve maddi ceza yaptırımını yapacağını bildirmektedir. Bu tür uygulamalar ile yeraltı suları ve denizlerin kirliliğinin önüne geçme amacı güdülmektedir. Elbette bu tür denetimler yapılırken atık bitkisel yağların çöp toplama alanlarında belirlenmiş bölgelerde plastik, cam şişe ve kavanozlarla ücretsiz toplanması, bu tür yoğun bitkisel kullanılan birimlere atık yağ emen sünger veya bez dağıtımı ve tüm bu hizmetlerin ücretsiz sağlanması gibi çözümlerle bu işin gerek denetimini gerekse sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. Tokyo Belediyesinin bu uygulaması Ş. Barış tarafından 2002 yılında 10 aylık bir süre için bulunduğu Japonya’da Tokyo Teknoloji Enstitüsü (Tokyo Institute of Technology) misafirhanesinde kaldığı dönemde meydana gelmiş gerçek bir uygulamanın özetidir. Buzlanma ve sel erken uyarı sistemlerine ilişkin iyi uygulama örnekleri ilerleyen bölümlerde bahsedilecektir.

Acil Durum İş birliği Yönetim Sistemi ise afeti yöneten Valilerin afet ve acil bir durumda STK’ler, uluslararası yardım kuruluşları, Kızılay, Kızıllaç ve benzeri yardım kuruluşları, profesyonel arama-kurtarma dernekleri ve destek illeri arasındaki koordinasyonun sağlandığı ve ilgili birimlere sağlanacak ekipman, çadır, ilaç, giyecek ve yiyecek gibi lojistik sistemler ile desteklenmesi için afet anında her türlü ihtiyaca dönük bilgilerin kayıt altına alındığı bilişim altyapısı kullanılarak oluşturulması gereken bir modüldür. Her iki araştırmacı tarafından da önerilen bu sistemlerin akıllı şehirlerin afete dirençliliğini artırma ve afetin zararını azaltma amacıyla afet yönetiminde kullanılabilmesi için öncelikli olarak akıllı şehirlerin ve ileride akıllı şehir olmak için çaba gösterecek il yöneticilerinin, il ve ilçelerinde modern ve bütünleşik bir afet ve acil durum yönetim planı oluşturma, planı uygulayacak kişileri eğitime ve toplumun afete dirençli hale gelebilmesi için kapasiteyi artırma zorunluluğu vardır. Oluşturulacak bu planların her il ve ilçe için geçmiş dönemlerde yaşanan afetler, yavaş gelişen ancak şu an öngörülmeleyen afetler, kültürel yapı, coğrafi konum, ekonomik yapı vb. kriterler ışığında o il ve ilçeye özgü hazırlanması gerektiği unutulmamalıdır. Hâlen il ve ilçelerde gerek yönetimler, gerekse kurullar tarafından hazırlanan birçok plan o il/ilçe/kurum/kuruluş için doğru bir tehlike analizi, tehlike avı yapılmadan ve belirli ilkeler gözetilmeden ve genellikle birbirinin aynısı formatta hazırlanmaktadır. Bu tür planların bir acil durum veya afette işe yaramayacağı aşikârdır. Bu nedenle, bu bölümde modern ve bütünleşik bir afet planı oluşturma adımları anlatılırken aynı zamanda akıllı şehirler için geliştirilen ve önerilen akıllı çözümlerin; bilgi, iletişim, teknik ve teknolojilerinin her adımda nasıl ve hangi aşamalarda kullanılması gerektiği açıklanacaktır.

#### 4. AKILLI ŞEHİRLERDE AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİNDE KULLANILAN BİLGİ VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ VE BU SİSTEMLERİN İYİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Akıllı ve afete dirençli şehirler oluşturmak için gelişen teknoloji ve yazılımları kullanmanın olası bir afetin etkilerini azaltacağı aşikârdır. Ancak bu tür sistemleri ve teknolojileri afet anı ve sonrasında kullanmak yerine hâlen dünyada mevcut olan model sistemleri mantığını kullanarak olası bir afet oluşmadan evvel bu teknolojileri ve sistemleri kullanarak oluşabilecek acil durum ve afetleri öngörerek zarar azaltma çalışmalarını planlamak mümkündür. Son yıllarda yapay zekâ ve robot teknolojilerinden sosyal medya uygulamalarına uzanan geniş bir alanda birçok teknoloji afet yönetimi kapsamında kullanılmaya başlanmıştır. Akıllı sensörler, akıllı sinyaller, mobil internet ve nesnelere interneti ile afet riski altındaki bölgelerde toplanan veriler ışığında gerçekleştirilen modellemeler ve yapılan analizler, tehlikelerin önceden tespit edilmesini ve gerekli önlemlerin zamanında alınmasını sağlamaktadır. Bir şehrin altyapısının, hassas noktalarının kapsamlı bir şekilde modellenmesi, gerçek zamanlı bilgi akışıyla güncellenmesi, büyük veri analiz sistemleriyle değerlendirilmesi afetlerin hem erken tespitini hem de afet anında hızlı müdahaleyi mümkün kılabilmektedir. Böylelikle olası bir afet durumunda oluşabilecek hasarlar öngörülebilmekte ve alınması gereken önlemler ve yapılması gereken hazırlıklar hayata geçirilebilmektedir (Özerpalet, F., 2020). Bu tür bir modelleme çalışmasına örnek olarak deprem senaryoları ve tsunami senaryoları verilebilir. İBB tarafından İstanbul'u etkileyebilecek olası bir deprem için 2002, 2007 ve 2018 yıllarında güncellenen deprem senaryoları hazırlanmıştır. Şehirde oluşabilecek hasar dağılımı, trafik sıkışıklığı, olası can kayıpları, yaralı sayısı, kapanan yollar, yangın ve doğalgaz patlama sayısı gibi birçok bilgi farklı yer ve büyüklüklerdeki depremler için elde edilmiş ve bu bilgiler hazırlık, zarar azaltma çalışmaları için kullanılmaya başlanmıştır. Bu bilgiler İBB Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü web sayfasından her ilçe için ayrı ayrı raporlar halinde vatandaşların ve ilçe belediyelerinin hizmetine sunulmuştur. Benzer şekilde 2018 yılında yaptırılan tsunami senaryoları ile 45 farklı tsunami senaryosu çalıştırılarak olası bir depremde hangi ilçelerin ne tür bir dalga yüksekliği ile karşı karşıya kalacağı ve deniz sularının ne kadar mesafe karasal bölgelerin içlerine gireceği modellenmiştir. Tsunami senaryoları da rapor olarak İBB Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü'nün web sayfasında yer almaktadır. Bu çalışmalar hakkında daha ayrıntılı bilgiler ilgili web sitelerinde ve dağıtılan raporlarda bulunmaktadır.



Tablo 3. Bütünleşik Afet Yönetimi Döngüsünde Kullanılan Bilgi ve İletişim Teknolojileri (Memiş ve Babaoğlu, 2020)

Bütünleşik Afet Yönetiminin farklı aşamalarında kullanılan çeşitli modelleme, teknoloji, bilgi ve iletişim teknolojileri ve bunların afetin hangi aşamalarında kullanıldığına dair birçok derlemeler literatürde

bulunmaktadır. Bu derleme çalışmalarından iki tanesi ve içerik ayrıntıları Çağlayan ve diğ. (2018), Memiş ve Babaoğlu (2020)’de verilmiştir. Aşağıda Tablo 3 ve Tablo 4’te verilen bilgiler yapılmış derleme çalışmalarının özeti niteliğini taşımakta olup Tablo 3’te Afet ve Acil Durum Yönetiminde her aşamada kullanılan yeni teknoloji ve bilgi sistemleri sınıflanmıştır

Acil Durum ve Afet Yönetiminde Süreç Yaklaşımı ve Teknoloji

Afet Yönetimi Aşaması	Kullanılan Bilgi Sistemi	Afet Yönetimi Aşaması	Kullanılan Bilgi Sistemi
Zarar Azaltma - Müdahale - Hazırlık İyileştirme	<ul style="list-style-type: none"><li>-IoT Tabanlı Sistemler</li><li>-İşlemsel Zeka</li><li>-Bilgi Teknolojileri</li><li>-Sosyal Medya/Ağlar</li><li>-CBS</li><li>-Uzaktan Algılama</li></ul>	Afet Sonrası	<ul style="list-style-type: none"><li>-CBS</li><li>-Ajan Temelli Simülasyon</li><li>-IoT Tabanlı Sistemler</li></ul>
Zarar Azaltma	<ul style="list-style-type: none"><li>-CBS</li><li>-Sosyal Medya/Ağlar</li></ul>	Müdahale	<ul style="list-style-type: none"><li>-IoT Tabanlı Sistemler</li><li>-CBS</li><li>-Uzaktan Algılama Teknolojileri</li><li>-Sosyal Medya/Ağlar</li><li>-Bilgi ve İletişim Teknolojileri</li><li>-Sensörler</li><li>-Bulut Sistemleri</li><li>-RFID</li></ul>
Müdahale İyileştirme	<ul style="list-style-type: none"><li>-Bilgi Sistemleri</li></ul>		

Tablo 4. Bütünleşik Afet Yönetimi Aşamalarında Kullanılan Bilgi ve İletişim Teknolojileri (Çağlayan ve diğ., 2018)

Tablo 4’te ise afet yönetiminin her aşamasında uygulanan bazı güncel yöntemler ve kullanılan bilgi ve teknoloji sistemleri kısaca özetlenmiştir. Bu çalışmaların ayrıntıları ve gerekli kaynaklara erişim için ilgili kaynaklara ve makalelere başvurmakta fayda vardır.

#### 4.1. Afet Yönetim Sistemi (AYDES)

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından geliştirilen Afet Yönetimi ve Karar Destek Sistemi (AYDES), afet ve acil durum yönetimine ilişkin süreçlerin etkin bir biçimde yürütülebilmesi için kurgulanmış bir bilişim sistemidir. Sistem masaüstü, coğrafi bilgi sistemi destekli web uygulamaları (iki boyutlu ve üç boyutlu) ve mobil uygulamalarını içeren, birçok kurum içi ve dışı sisteme ve uygulamaya bağlı bütünsel bir platformdur. AYDES, özellikle Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) kapsamına uygun olarak hazırlanmış; AFAD, ilgili Bakanlıklar ve taşra teşkilatları tarafından kullanılacak şekilde tasarlanmış; süreçlerin etkin ve hızlı yürütülmesine imkân sağlayan bütünleşik bir yapıdadır. CBS tabanlı bir yazılım yönetim modeli ile yerel ve ulusal düzeyde afet ve acil durumlara müdahale sağlamakta, ana yönetim süreçleri (kaynak yönetimi, nakliye, talep yönetimi) sayesinde esnek ve etkin şekilde yönetilebilmektedir. Ulusal ya da yerel düzeyde bir afet olayı gerçekleştiği andan itibaren; olay bildirimleri ekiplere SMS ve e-posta ile gönderilebilmekte, TAMP kapsamında tanımlı hizmet grupları, anlık mesajlaşma ve e-posta yoluyla sistem üzerinden sürekli etkileşim ve iletişim halinde kalabilmektedir (Gökçe vd., 2016). Afet yönetim sistemlerinin bir afet anında her an erişilebilir olması açısından bulut tabanlı olarak yapılmasında ve mevcut sistemlerin de bulut tabanlı erişime açık hale dönüştürülmesinde büyük fayda bulunmaktadır. Bu tür bir bulut tabanlı afet yönetim modeli Habiba ve Akhter (2018) tarafından listelenmektedir.

#### 4.2. Afet Yönetim/Koordinasyon Merkezi

Afet öncesi afet planlarının yapılması, afet anı ve sonrasında ise afetlerin yönetiminin sağlıklı ve kesintisiz bir şekilde yönetilebilmesi için il ve ilçelerde Afet Yönetim Merkezleri ve Afet Koordinasyon Merkezlerinin akıllı teknolojiler kullanılarak kurulması çok önemlidir. Afeti yönetecek karar vericilerin ve afet ekiplerinin afet bölgesinde can güvenliklerinin sağlandığı bir merkezde çalışma olanağına sahip olması sürdürülen çalışmaların çok daha hızlı, güvenli ve verimli olmasını sağlamaktadır. Bu nedenle akıllı şehirlerde düzgün bir afet yönetimi için her türlü akıllı teknolojiye ve akıllı bina mantığına sahip, afetlere dayanıklı bir afet yönetim merkezine ve afet koordinasyon merkezine ihtiyaç duyulmaktadır. Afet Yönetim

Merkezleri illerde, valilikler; ilçelerde ise kaymakamlıklar tarafından kurulmak ve bir afet sonrasında kriz masasını oluşturarak afeti yönetmek amacıyla hizmet vermektedir. Afet Koordinasyon Merkezleri ise genellikle il belediyeleri tarafından kurulan belediyenin kendi birimleri ve iştirakleri arasındaki koordinasyonu sağlamak amacıyla kurulmuş merkezlerdir. Bazı Afet Koordinasyon Merkezleri il valisi tarafından afet yönetim merkezi olmayan illerde afeti yönetmek amacıyla da kullanılmaktadır. İllerde Afet Yönetim Merkezleri genellikle İl Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezinde yer almaktadır. Bu tür bir merkezin ilk örneği 2000 yılında Bursa Valiliği tarafından hayata geçirilmiştir. Afeti yönetmek amacıyla geniş bir alanda arama-kurtarma birliklerinin barınabileceği misafirhane, sivil toplum örgütlerinin her biri için ayrı ayrı prefabrik çalışma ofisleri ve il dışından gelen arama-kurtarma birliklerinin konaklayacağı elektrik, su ve WC gibi altyapıların olduğu çadır alanlarından oluşan prefabrik toplanma merkezleri planlanmıştır. Bu merkez halen Bursa İl Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi olarak işlevselliğini sürdürmektedir.

### 4.3. Acil Durum Uyarı Sistemleri

Acil Durum Uyarı Sistemleri farklı amaçlar, durumlar ve tehlikeli bir durum öncesi toplumu uyarmak için kullanılan sistemlerdir. Birçok ülkede nükleer bir saldırı veya savaş durumunda uçaklarla yapılacak bombalı saldırı öncesi sesli ikaz sistemleri ile toplum uyarılarak vatandaşların güvenli bölgelere ve sığınaklara gitmelerini sağlamak için çok eskiden beri kullanılmaktadır. Benzer acil uyarı durumları erken uyarı sistemleri olarak uyarlanarak birçok doğa kaynaklı afet öncesi (fırtına, hortum, sel, heyelan), anı (deprem) ve sonrasında (tsunami), nükleer kaza/sızıntı veya büyük yangınlarda toplum zararını azaltmak için kullanılan uyarı sistemleridir. Acil ve Erken uyarı sistemi (Early Warning System=EWS) alıcıları, temel özellikleri itibariyle iki tinerli (alıcı) ve yansıtıcı (RDS) radyo alıcısıdır. İki alıcıdan birisi, cihazın kullanılacağı bölgedeki EWS vericisinin frekansına sabitlenir. Kullanıcı, EWS alıcısını normal radyo alıcısı gibi kullanırken acil durum mesajı yayınlandığında, EWS vericisine kilit - lenmiş alıcı bu durumu fark eder ve radyoyu EWS frekansına çeker. Kullanıcı radyosunu kapatmış olsa bile radyo otomatik olarak açılır, sesi yükseltilir uyarı mesajının duyulması sağlanır. EWS mesajları uyarı sinyali olabileceği gibi yazılı ve sesli mesajlar da olabilir. Camilerin hoparlörleri, belediyelerin anons sistemleri EWS yayınları için kullanılabilir. EWS'in bir başka güzelliği/özelliği ise alıcılarda farklı gruplamalar yapabilmesidir. Polis, okullar, itfaiye, kamu yöneticileri, muhtarlar gibi 10 farklı kategoriye ayırıp kullanıcı gruplarına özel mesajın ulaştırılması sağlanabilir. EWS'in en avantajlı özelliği yayı - nın, alıcı sayısından bağımsız olarak, hep aynı kalitede ulaştırılıyor olmasıdır. Dünya üzerinde bu sistemi kurup işleten ülkeler bulun - maktadır. Endonezya tsunamiye karşı, Japonya deprem ve diğer afet durumlarına karşı, Kuzey Avrupa nükleer sızıntıya karşı EWS sistemini kullanmaktadır (Coşar, 2019).

### 4.4. Afetlerde Kesintisiz İletişim Sistemleri

Büyük depremlerde, afet bölgesinde bulunan ve affetten etkilenen kişilere yakınlarının öncelikli istekleri onlardan haber alarak, güvenliklerinden emin olmak istemektedirler. Öte yandan karar vericiler ve afeti yöneten kişilerin de hem birbirleriyle ile iletişimde kesinti olmaması, hem de kamuoyunu bilgilendirmesi elzemdir. Bir depremde enkaz altında kalan afetzedelerin hızlı bir şekilde enkaz altından çıkarılması, selde mahsur kalmış afetzedelerin buldukları olumsuz ortamlardan kurtarılarak hastanelere sevk; afet bölgesindeki afetten etkilenen insanların da güvenli toplanma alanlarına tahliyesi için iletişim büyük önem taşımaktadır. Yaşanan depremler afet anındaki iletişimin yoğun telefon trafiği nedeniyle kesintiye uğradığını göstermiştir. Kesintisiz iletişim için gerek ülkeyi yöneten yöneticiler gerekse bilim insanları ve telekomünikasyon uzmanları farklı teknolojileri geliştirmekte ve yaygınlaştırmaya çalışmaktadır. Kesintisiz iletişim özellikle afet sonrası arama-kurtarma ve müdahale faaliyetlerinde önem kazanmaktadır. Ancak, bu kesintisiz iletişim sistemleri ve altyapısının afet öncesi planlanması ve uygulamaya geçirilmesi gereken çalışmalardır. Afetlerde etkin bir müdahale ve can kayıplarının azaltılması için bazı iyi örnekler aşağıda verilmiştir: Japonya'da afet anında acil yardıma muhtaç olan afetzedeler, yakınlarından haber almaya çalışan vatandaşlar, afette görevli sorumlu kurum, personel ve afeti yönetenler arasındaki hayati öneme sahip olan acil durum iletişiminin kesilmemesi için bir iletişim sistemi oluşturulmuştur. Bir afet anında afetin boyutuna göre belirlenen bir sürede acil durum mesajları 171 hattı üzerinden sıra esasına göre kaydedilerek 30 saniyelik mesajlar aranan numara için sisteme kaydedilmekte ve numaranıza bırakılan mesajlar dinlenebilmektedir (Şekil 15). Bu sayede vatandaşların acil durum anında en önemli ihtiyaç olan yakınlarından haber almaları sağlanırken, iletişim hatlarını kesintiye uğratmayarak acil durum



haberleşmesinde kullanımına olanak sağlanmaktadır. Bu sistemin, afetin büyüklüğüne göre kullanım süresi ayarlanabilmekte ve birkaç saatten iki haftaya kadar sürmektedir. Bu süre zarfında tüm GSM operatörleri ve karasal hat hizmeti veren telekomünikasyon operatörler sistemin ortağı olarak haberleşmeyi tek bir hat ve numara üzerinden sağlamaktadır. Bu sistem, 2003 Sendai depremi sırasında ve 2011 Tohoku depremi sırasında devreye girmiş olup, o depremlerde Japonya’da yaşayan Ş. Barış tarafından da kullanılmış ve Sendai bölgesindeki arkadaşları ile bu yöntemle iletişime geçmiştir.

#### 4.5. Web Tabanlı Afet Koordinasyon Bilgi Sistemi

Akıllı şehirlerde hazırlık aşamasında yapılması gereken çalışmalardan bir diğeri enkaz döküm alanlarının belirlenmesidir. Bu döküm alanlarının önceden belirlenmesi büyük bir deprem sonrası yeraltı sularının, çevrenin ve denizlerin kirlenmesini ve uzun süreli olumsuz etkisini önlemek açısından çok önemlidir. Moloz döküm alanlarının önemli bent, baraj ve yeraltı sularına karışmaması, dökülen molozlardan açığa çıkacak çeşitli toksinleri içeren zehirli maddeleri sızdırmayacağı boşluğun yerleşim ve tarım alanlarından uzak bölgelerde seçilmesi çevre ve halk sağlığı açısından çok önemlidir. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülen bu çalışma ile enkazın döküleceği alanlar web üzerinden servis edilmektedir. 7.6. Zarar Tespit Çalışmalarının Online İzlenmesi Zarar tespit çalışmaları, tabletler üzerinde, coğrafi bilgi sistemleri tabanlı yazılımların kullanımıyla sahada girilen veriler, günlük olarak T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’ndan izlenebilmektedir. Zarar tespit çalışmalarında; cep telefonları, tablet bilgisayarlar, drone teknolojisi, sayısal uydu görüntüleri ve GSNN ağları gibi farklı teknolojilerden yararlanılması planlanmaktadır. Bu tür çalışmalar 1999 Kocaeli depreminden sonra önce şehir üzerinde uçan askeri helikopter ve küçük uçaklardan alınan fotoğraflarla sağlanılmaya başlanmış, gelişen teknoloji ile insansız hava araçları (İHA) drone ve uydu görüntüleri ile zenginleştirilmiştir. Yapılması gereken CBS sistemlerinde farklı kaynaklardan gelen bu verilerin aynı formatta uyumlu hale getirilmesi ve farklı kurumlardan elde edilen hasar bilgisinin ortak kriterlerle belirlenerek tek bir veri tabanında toplanması gereklidir. Bu yönde veri güvenliği çalışmaları; T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, AFAD ve DASK gibi kurumlar arasında koordinasyon ve iş birliği güçlendirilerek sürdürülmektedir. Elde edilen bu bilgilerin hızlıca arama-kurtarma ekiplerinin yönlendirilmesinde kullanılması büyük şehirlerdeki can kayıplarını azaltacak önemli çalışmalardır.

#### 4.6. Erken Uyarı Sistemleri

Erken uyarı sistemleri afet tehlikesi yaratabilecek olumsuzlukları ve afetin zararlarını azaltmak, insanları uyarmak ya da afet başladıktan sonra zarar verici etkilerinin insanlara, canlılara ve şehirlere ulaşmadan, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak oluşacak her türlü can kaybı ve ekonomik kayıpları azaltıcı sistemler olarak tanımlanır. Meteorolojik olaylar için çok eskilere dayanan bu sistemler; deprem ve tsunamiler için 1980’li yıllardan itibaren geliştirilmektedir.

### 5. SONUÇLAR

Akıllı ve afete dirençli şehirler oluşturmak için gelişen teknoloji ve yazılımları kullanmanın olası bir afetin etkilerini azaltacağı aşikârdır. Ancak bu tür sistemleri ve teknolojileri afet anı ve sonrasında kullanmak yerine hâlen dünyada mevcut olan model sistemleri mantığını kullanarak olası bir afet oluşmadan evvel bu teknolojileri ve sistemleri kullanarak oluşabilecek acil durum ve afetleri öngörerek zarar azaltma çalışmalarını planlamak mümkündür. Son yıllarda yapay zekâ ve robot teknolojilerinden sosyal medya uygulamalarına uzanan geniş bir alanda birçok teknoloji afet yönetimi kapsamında kullanılmaya başlanmıştır.

### KAYNAKLAR

- T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021. Akıllı Şehir Yönetimi/akillisehirler.gov.tr/egitim-akilli-afet-acil-durum-yonetimi/, (Eylül 2022).

D. Maktav ve H.Bayraktar (İkiden fazla yazar varsa "H.Bayraktar vd." şeklinde yazılır): Tam Metin Bildiri Başlığı  
(Bildiri başlığı gerekirse tek satıra sığacak şekilde kısaltılmalıdır.)

---

Agar, E. & Kutluhan, S. 2005. Karayollarında Kış Bakımı Kar ve Buz Kontrolü. TMMOB İstanbul Bülten

Arthur, B. (2011). Teknolojinin doğası: Nedir ve nasıl evrilir. İstanbul: Optimist Yayınları.

Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2019). Geleceği gören makineler: Yapay zekâ ekonomisine giriş. İstanbul: Babil Kitap

Barış, Ş., S. Tunç, G. Kaman, O. Bozkurt, D. Çaka, B. Tunç, H. Woith, B. Lühr,(2017). Automatic Shutdown Systemy in Gas Regulators for Real-Time Seismic Risk Reduction of a Populated City: Bursa, Turkey, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, Japan.

Çağlayan, N., Satoğlu, S.I., Kapukaya, E.N. (2018). Afet Yönetiminde Büyük Veri ve Veri Analitiği Uygulamaları: Literatür Araştırması, 7.Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, ULTZK Bildiriler Kitabı, sayfa 1-10.

Chen, N., Liu, W., Bai, R., Chen, A.(2017). Application of computational intellegence technologies in emergency management: a literature review, Artificial Intellegence Review, pp. 1-38.

Coşar Ö. (2019), Afetlerde Acil Durum Uyarı Sistemi, Elektrik Mühendisleri Odası, Ankara

Dereli, T., Çelik, N. & Çetinkaya, C. (2018). A literatüre review on big data and social media usage in disaster management. Afet ve Risk Dergisi, 1 (2), 114- 125. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/afet/issue/40112/453396>

Goltz, J. D.(1996), Emergency Response in the Great Hanshin-Awaji Earthquake of Januray 17, 1995: Planning, Mobilization and Interorganizational Coordination, Eleventh World Conference on Earthquake Engineering, Paper No:589. Acapulco, Mexico.

Gökçe O., Tüfekçi M. K., Çetinkaya M, Deveci G. ve Gündoğdu Ş. T.(2016), "Web Tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Afet Yönetimi Ve Karar Destek Sistemi Yazılımı: AYDES", 69. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara.

Kadioglu, M., Köse, A. (2011), Karayollarında Buzlanmayı 3 Saat Öncesine Kadar Haber Verebilen Buzlanma Erken Uyarı Sistemleri (BEUS), İTÜ, 5. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu

Kamruzzaman, M., NI Sarkar, J. Gutierrez ve SK Ray.(2017). "A study of IoT-based post-disaster management," 2017 International Conference on Information Networking (ICOIN) , Da Nang, pp. 406-410, doi: 10.1109 / ICOIN.2017.7899468.

Laney, D. (2001). 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety (). META Group.