

Yapay Zeka Tabanlı Stratejik Afet Yönetimi: Verilerin Tam Kullanımı

Murat Karaca¹

Öz

Afetler ülkelerin beşeri, ekonomik ve doğal kaynaklarını ciddi zarara uğratmaktadır. Ülke kaynağında oluşan bu ciddi zararın azaltılmasına katkı sunmak için stratejik afet yönetiminin uygulanması ve bu uygulamaların sürdürülebilir şekilde son teknolojik gelişmelerle revize edilmesi gerekmektedir. Teknoloji dünyasında yaşanan gelişimle birlikte, yapay zeka teknolojileri; afetlerin öngörülmesi ve engellenmesi, gerçekleşen afetlerin etkilerinin hızlı bir şekilde tespit edilmesi ve bu etkileri en aza indirecek tedbirler alınması, afet alanlarına müdahale edilmesi ve bu konularda yenilikçi çözümler oluşturulması için kullanılabilir. Bu çalışmada stratejik afet yönetiminin afetlerle mücadelenin önemli ve gerekli bir bileşeni olduğu ve afetlerle etkili bir şekilde mücadele etmek ve afetlerden korunmak için kapsamlı bir çerçevenin geliştirilmesi gerektiği, bu çerçeve geliştirilirken ve uygulanırken yapay zeka teknolojilerinden faydalanmanın kaynakların etkin kullanımı açısından önemli olduğu ileri sürülmekte ve bu savın doğruluğunu ortaya koyan bilimsel çalışmalar eşliğinde stratejik afet yönetiminde yapay zekanın olası kullanım alanları örneklerle açıklanmaktadır. Bu çalışmayla elde edilen veriler ve yapılan analizlerle afetlerle mücadele sürecinin gelişimine katkı sunmak hedeflenmektedir. Bu hedefe varmak için bilgiler literatür taraması ve arşiv araştırma tekniğiyle elde edilerek nitel araştırma yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen bulgular ile yapay zeka tabanlı teknolojilerin afetleri öngörme ve ondan korunma ile gerçekleşen afetlere müdahale alanında çok güçlü potansiyele sahip olduğu ve bu potansiyelin kullanımının stratejik afet yönetimine önemli katkılar sunacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Afet Yönetimi, Strateji, Stratejik Afet Yönetimi, Yapay Zeka

Artificial Intelligence Based Strategic Disaster Management: Full Utilisation of Data

Abstract

Disasters cause serious damage to the human, economic and natural resources of countries. In order to contribute to the reduction of this serious damage to the country's resources, strategic disaster management should be implemented and these practices should be revised with the latest technological developments in a sustainable manner. With the developments in the technological world, artificial intelligence technologies can be used for predicting and preventing disasters, rapidly detecting the effects of disasters, taking measures to minimise these effects, intervening in disaster areas and creating innovative solutions in these areas. In this study, it is argued that strategic disaster management is an important and necessary component of countering disasters and that a comprehensive framework should be developed in order to effectively counter and protect against disasters, utilising artificial intelligence technologies while developing and implementing this framework is important for the effective use of resources, and the possible usage areas of artificial intelligence in strategic disaster management are explained with examples

¹Dr., Bahçelievler Belediyesi, İstanbul
e-posta/ e-mail: muradkrc@gmail.com ORCID No: 0000-0002-0409-8370

in the light of scientific studies that demonstrate the accuracy of this argument. This study aims to contribute to the development of the process of combating disasters with the data obtained and analyses made. In order to achieve this goal, the data are obtained through literature review and archival research techniques and analysed by qualitative research method. With the findings obtained at the end of the study, it is concluded that artificial intelligence-based technologies have a very strong potential in the field of predicting, preventing and responding to disasters and that the use of this potential would make significant contributions to strategic disaster management.

Keywords: Artificial Intelligence, Disaster Management, Strategy, Strategic Disaster Management

1. GİRİŞ

Dünyamız sürekli olarak deprem, sel, salgın hastalıklar ve siyasi huzursuzluklar gibi birçok felaketin dehşetiyle karşı karşıya kalmaktadır. Bu olayların ölçeği ve karmaşıklığı arttıkça, onları etkili bir şekilde yönetmek için daha verimli stratejilere olan ihtiyaç da artmaktadır. Afeti önleme, afete müdahale ve afet sonrası iyileştirme düzeylerini bütünleştiren bir afet yönetimi yaklaşımı olan stratejik afet yönetimi kavramına ilişkin yeterli düzeyde bilimsel araştırma bulunmamaktadır. Bu ihtiyaç gözetilerek bu makalede, stratejik afet yönetimi kavramının tüm boyutları kapsamlı bir çerçeve içerisinde sunulmaktadır. Bu çerçeve; önleme, hazırlık, müdahale, iyileştirme, yönetim ve kapasite artışı sağlama dahil olmak üzere birçok unsuru içerisinde barındırmaktadır. Çünkü bir afetin stratejik yönetimi afete ilişkin stratejik planının oluşturulması, bu planın uygulanması ve değerlendirilmesi aşamalarını içerisinde barındırmaktadır.

Teknolojide yaşanan hızlı değişim ve yapay zekanın (AI) gelişmesiyle birlikte, stratejik afet yönetimi, topluluklarımızı ve çevremizi tehdit eden artan risk listesiyle başa çıkmak için uygun bir seçenek haline gelmeye başlamıştır. Yapay zeka teknolojileri, felaketlerin etkilerini en aza indirmeye ve bunları ele almak için gerekli kaynakların maliyetini düşürmeye yardımcı olabilmektedir. Zira bu teknolojiler afetleri hızlı bir şekilde tespit etmemizi, tahmin etmemizi ve bunlara müdahale etmemizi sağlayabilecek nitelikleri içerisinde barındırabilmekte ve bu konularda yenilikçi çözümler oluşturmak için de kullanılabilir. Bu çalışmada, stratejik afet yönetiminde yapay zekanın birçok kullanım alanı olduğu ve yapay zekayı stratejik afet yönetiminde kullanmanın kaynakların etkin kullanımını açısından gerekli olduğu ileri sürülmektedir. Bu makale ile afetlere etkin müdahale için oluşturulması ve uygulanması gereken stratejik afet yönetim sisteminin yapay zeka teknolojileri ile şekillendirilmesine böylece afet anında eldeki tüm kaynakların etkin kullanımına katkı sunmak amaçlanmaktadır.

Bu makalenin ilk bölümünde kavramsal tahlil yapılmakta olup afet, afet yönetimi, strateji, stratejik yönetim ve yapay zeka kavramları açıklanmaktadır. İkinci bölümde ise afetleri zamanında ve etkili bir şekilde önlemek ve bunlara müdahale etmek için uygulanması gereken stratejik afet yönetimi tüm aşamalarıyla birlikte açıklanmaktadır. Ardından yapay zekanın stratejik afet yönetimindeki kullanım alanları, yapay zekanın bu alanda kullanımının getirebileceği dezavantaj ve avantajlar sunulmaktadır. Makalenin son bölümünde ise bu çalışmanın genel bir değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bu değerlendirmeler sonucunda elde edilen bulgular; stratejik afet yönetiminin afet döngüsünün önemli ve gerekli bir bileşeni olduğunu ve afetlerle etkili bir şekilde mücadele etmek ve afetlerden kurtulmak için kapsamlı bir çerçevenin geliştirilmesi gerektiğini, bu çerçeve geliştirilirken ve uygulanırken yapay zeka teknolojilerinden faydalanmanın kaynakların etkin kullanımını açısından önemli olduğunu göstermektedir. Genel olarak bu makalede, bu savın doğruluğunu anlatabilmek ve hedefe varabilmek amacıyla nitel araştırma yöntemi kullanılmış ve bilgiler literatür taraması ve arşiv araştırma tekniği ile elde edilmiştir. Bu savın doğruluğunu araştırmak amacıyla kullanılan yöntem sonucunda elde edilen bulgular ile stratejik afet

yönetiminin hangi süreçlerinde ve hangi alanlarda yapay zekay teknolojilerinin kullanılabileceğine ilişkin veriler ortaya konmuş ve yapay zeka tabanlı teknolojilerin afetleri öngörme ve ondan korunmama ile gerçekleşen afetlere müdahale alanında çok güçlü potansiyele sahip olduğu ve bu potansiyelin kullanımının stratejik afet yönetimine önemli katkılar sunacağı sonucuna varılmıştır. Bu çalışma, afet yönetiminin etkili sonuçlar doğurmasını ve yeterli kaynağın gelecekte bu alana tahsis edilmesini sağlamak için, yapay zekanın stratejik afet yönetiminde kullanımı konusunda daha fazla araştırma yapılması çağrısında bulunarak sonlandırılmaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde makalenin ana kavramları olan strateji, stratejik yönetim, afet ve afet yönetimi kavramları açıklanmaktadır.

2.1. Strateji ve Stratejik Yönetim

Strateji, istenen bir hedefe ulaşmak için kapsamlı planlar veya eylemler bütünü olup sonuca ulaşmak için atılan koordineli ve iyi tanımlanmış adımlar dizisidir. Aynı zamanda, belirli bir hedefe ulaşmak için alınan kararların ve eylemlerin bir kombinasyonudur. Strateji, kuruluşların hedeflerine ulaşmak için planlarını uygulamalarının bir yoludur. Stratejiler, finansal kaynakları optimize etmek, pazar ve coğrafi fırsatları belirlemek ve faaliyette bulunduğu piyasada rekabet avantajı geliştirmek için belirlenir ve uygulanır. İş stratejisi genellikle bir örgütün faaliyetlerini yönetmekten sorumlu olan üst yönetim tarafından belirlenir ve geliştirilir (Ocak ve Güngör, 2020).

Stratejinin amacı, örgütün potansiyelini en üst düzeye çıkarabilmesini ve sürdürülebilir bir avantaj elde etmesini sağlamaktır. Strateji geliştirmenin önemini kavrayan kuruluşlar genellikle bu kavrayışa sahip olmayan örgütlerden daha başarılıdır. Bir strateji geliştirmek, kuruluşların faaliyetlerine odaklanmalarına ve onları hedeflerine doğru yönlendirmelerine yardımcı olur. Ayrıca iş ortamındaki değişiklikleri öngörmelerini ve bunlara yanıt vermelerini sağlar. İyi tanımlanmış bir strateji ile sonucu en üst düzeye çıkarmak için kaynaklar belirli alanlara tahsis edilir. Bu, örgütlerin yanlış alanlarda bocalamasını ve değerli kaynakları israf etmesini önler. Strateji ayrıca kuruluşların rekabet avantajlarını geliştirmelerine de yardımcı olmaktadır. İyi bir strateji geliştirmek, faaliyette bulunulan ortam ve organizasyonun anlaşılmasını gerektirir. Strateji geliştirildikten sonra, tüm paydaşlara iletilmelidir. Buna yönetim, çalışanlar ve hizmet sunulan taraflar da dahildir. Örgütlerin başarılı olmasını sağlamak için herkesin stratejiyi anlaması ve benimsemesi gerekir. İyi tanımlanmış ve tüm paydaşları içerisine alan stratejiler uygulamak, herhangi bir işte başarının anahtarıdır (Güngör ve Özdamar, 2020).

Stratejik yönetim, bir örgütün stratejisini veya yönünü tanımlama ve bu stratejiyi sürdürmek için kaynaklarını tahsis etme konusunda kararlar alma sürecidir. Bu yönetim modeli örgütün strateji ve taktiklerinin formüle edilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi süreçlerini içermektedir. Stratejiyi tanımlamak ve onu desteklemek için stratejik kararlar almak kuruluşun üst yönetiminin sorumluluğunda olmakla birlikte stratejik yönetim tüm paydaşların etkin katılımı esas alan süreçleri içerisinde barındırmaktadır. Bu yönüyle stratejik yönetim, organizasyonun hedefine ulaşması için en iyi hareket tarzını belirlemesine yardımcı olduğundan, herhangi bir organizasyonda başarının anahtarı konumundadır (Knapp, 2020).

Hedeflerine ulaşmak isteyen tüm örgütler belli aşamaları olan stratejik yönetimi uygularken ilk olarak amaç ve hedefleri belirlemektedir. Kuruluşun hedefini ve hedefin kapsamını oluşturmak, iyi bir stratejik yönetim modeli geliştirmenin ilk ve en önemli adımıdır. Bu aşama, örgütün

amacını, vizyonunu, misyon beyanını ve genel hedeflerini tanımlamayı içermektedir. İlk aşama sonrası örgütün iç ve dış çevresinin analizinin yapılması gerekmektedir. Zira etkili bir strateji geliştirmek için, bir kuruluşun yöneticileri öncelikle kendi rekabet ortamını ve kuruluşlarının iç yeteneklerini anlamalıdır. Bu, organizasyonu etkileyen hem iç hem de dış faktörlerin kapsamlı bir analizini yapmayı gerekli kılmaktadır. İç ve dış çevreyi analiz ettikten sonraki adım, kuruluşun amaç ve hedeflerine ulaşmak için bir strateji geliştirmektir. Bu aşama ise; stratejik hedefler belirlemeyi, rekabet stratejisi geliştirmeyi ve endüstri analizini içermektedir. Stratejiyi uygulama aşaması ise, stratejinin uygun maliyetle ve zamanında uygulanmasını sağlamak için eylem planları oluşturmayı ve kaynakları tahsis etmeyi içermektedir. Stratejiler uygulandıktan sonra sonuçların değerlendirilmesi aşamasına geçilmektedir. Bu değerlendirme kuruluşun amaç ve hedeflerine göre ilerlemenin ölçülmesini, gerekli düzeltmelerin yapılmasını ve stratejinin amaçlandığı gibi uygulanmasını sağlamayı gerekli kılmaktadır (Özdemir, 2021; Genç ve Bulut, 2021).

Stratejik yönetim, örgütsel hedefleri belirleme, hedeflere ulaşmak için taktikler geliştirme ve taktikleri uygulamak için kaynakları tahsis etme ve bu tahsis sonucunda yapılanların değerlendirilmesine ilişkin sürecin tamamı olup iyi bir stratejik yönetim modeli, kuruluşların rekabet avantajlarını tanımlamalarına, gelecek için net bir vizyon geliştirmelerine ve hedeflerine ulaşmak için etkili bir strateji oluşturmalarına yardımcı olmaktadır. İyi bir stratejik yönetim modeli, kuruluşların uzun vadeli büyümelerini planlamalarına, riskleri yönetmelerine ve daha iyi kararlar almalarına da yardımcı olduğundan uyarlanabilir ve etkili bir strateji oluşturmak, bunu uygulamak ve uygulama sonuçlarını değerlendirerek eldeki verilerle süreci yeniden tasarlayan bir yönetim döngüsü organizasyonun sürekli değişen iş ortamında rekabetçi ve başarılı kalmasını sağlamaktadır (Yılmaz ve Küçük, 2020).

2.2. Afet ve Afet Yönetimi

Afet, çevre, topluluk veya belirli bir alan, ülke veya bölgenin ekonomik refahı üzerinde olumsuz etkisi olan bir olay veya olaylar bütünüdür. Doğal afetlerden insan kaynaklı afetlere, teknolojik afetlere kadar çeşitli afet türleri vardır. Bir afete uygun şekilde hazırlanmak ve yönetmek için çeşitli afet türlerini ve etkilerini anlamak önemlidir. Doğal afetler, sel, deprem, volkanik patlamalar, toprak kaymaları, kasırgalar gibi doğal faktörlerin neden olduğu afetlerdir. Doğal afetler altyapıya, evlere, işyerlerine ve yaşamlara çok önemli zararlar verebilmektedir. İnsan kaynaklı afetler ise insanın neden olduğu felaketler olup endüstriyel kazalar, kimyasal sızıntılar, yangınlar, nakliye kazaları ve diğer insan ihmali veya hatası olan afet türlerini kapsamaktadır. Bu felaketler, kötü çevre yönetimi veya endüstriyel kazalar gibi insan faaliyetlerinden kaynaklanabilmektedir. Teknolojik afetler ise nükleer reaktör kazaları gibi teknolojinin neden olduğu felaketlerdir. Bu felaketlere ekipman arızası veya diğer teknolojik sorunlar neden olabilmektedir (Göksun, 2020; Güner, 2016; Tilburg ve Başoğlu, 2018).

Afet yönetimi, bir afetin etkilerini tahmin etme, önleme ve azaltma ile afetin etkilerine hazırlık, müdahale ve iyileştirme adımlarını kapsayan sürecin bütünüdür. Bir afet durumunda, afet yönetiminin temel amacı, afetin potansiyel zararını en aza indirmek ve etkilenen bölgenin ve halkının mümkün olan en kısa sürede iyileşmesine yardımcı olmaktır. Bu; hükümetler, sivil toplum kuruluşları (STK'lar) ve diğer kuruluşlar tarafından faaliyetlerin etkili bir şekilde planlanması ve koordinasyonu yoluyla yapılabilmektedir. Afet yönetiminin adımları genel olarak bazı aşamaları içermektedir. Bu aşamalardan ilki olası afetlerin ve bunlara ait risklerinin çıkarılarak afetin eklilerini tahmin etme ve önlemeyi de içeren afete hazırlık aşaması olup bu aşama, afet için potansiyel riskleri azaltmak için tahliye planları, acil durum müdahale planları ve tehlike haritaları gibi planlar geliştirmeyi içermektedir. İkinci aşama afete müdahale aşaması olup bu aşama, personelin konuşlandırılması ve tıbbi tedavi, yiyecek ve barınak sağlanması gibi afet müdahalesinin koordine edilmesini içermektedir. Üçüncü aşama ise afetten kurtulma aşamasıdır.

Bu aşamada, elektrik, su ve iletişim gibi temel hizmetlerin eski haline getirilmesinin yanı sıra, afetten etkilenen insanlara psikolojik ve mali yardım sağlanmasını da içermektedir. Bir afet sırasında ve sonrasında, etkilenen bölge ve halkın tamamen iyileşmesi için gerekli kaynakları ve yardımı almasını sağlamak önemlidir. Hükümetlerin, STK'ların ve diğer kuruluşların afet yönetimindeki rolleri bu anlamda çok önemli olup bu paydaşlar afetten etkilenenlerin tekrar ayağa kalkmalarına yardımcı olmak için hayati yardımlar sağlayabilmektedir. Yukarıdaki adımlara ek olarak, bazı ülkeler afet yönetimine yönelik olarak adlandırılan ve her türlü afetle ilişkili riskleri azaltmaya ve tüm olası sonuçlara hazırlanmaya odaklanan "tüm tehlikeler" yaklaşımını benimsemiştir. Bu yaklaşım, hassas alanların haritalanması ve mevcut kaynakların değerlendirilmesi ile müdahale ve iyileştirme çabalarının koordinasyonu gibi ayrıntılı planlama faaliyetlerinden oluşmaktadır. Genel olarak, etkili afet yönetimi, afetlerin neden olduğu hasarı en aza indirmek ve etkilenen insanların hızla iyileşmesine yardımcı olmak için gereklidir. Afet yönetimi; afetlere hazırlık yaparak, müdahale ederek ve afetlerden kurtularak can ve mal kurtarmanın yanı sıra afetten etkilenen bölgelerde normal şartlara dönmeye de yardımcı olmaktadır (Tilburg ve Başoğlu, 2018; Göksun, 2020).

Afet yönetimi, afetlerin etkilerini azaltmak ve gerçekleşen afetlerin verdiği zararı ortadan kaldırmak ya da azaltmak için stratejileri belirleme, planlama ve uygulama sürecidir. Buna potansiyel risklerin belirlenmesi, acil durum planlarının geliştirilmesi ve uygulanması, personel eğitimi ve kurtarma çabaları için kaynak sağlanması da dahildir. Tüm bu süreçleri içerisinde barındıran afet yönetiminin amacı, afetlerin çevre, toplum ve ekonomi üzerindeki etkisini azaltmaktır. Zira afetlerin çevre, toplum ve ekonomi üzerinde yıkıcı etkileri olabilmektedir. Bu yıkıcı etkileri azaltmak için stratejik yönetim dahilinde etkili planlar geliştirmek ve eldeki kaynakları bu planlar dahilinde etkin yönetmek bir afetin etkilerinin en aza indirilebilmesi için mutlaka gereklidir (Kıyak ve Şahin, 2021; Üçer, 2020).

2.3. Yapay Zeka

Yapay zeka insanlar gibi düşünebilen makineler oluşturmaya odaklanan bir bilgisayar bilimi alanıdır. Yapay zekanın gelişimi makinelerin insanlar gibi bilgiyi anlayabileceği, öğrenebileceği ve uygulayabileceği fikrine dayanmakta olup günümüzün en hızlı gelişen teknolojilerinden biridir. Bu teknolojik gelişimle zaman içinde yapay zeka uygulamaları giderek daha çeşitli hale gelmiştir. Yapay zeka ile ilgili ilk somut adım 1950'lerde atılmıştır. 1956'da Dartmouth Koleji'ndeki bir grup bilim insanı, "Dartmouth Projesi" adını verdikleri ilk yapay zeka projesini önermiştir. O zamandan bu yana yaşanan gelişmeler sonrası, bugün robotik, görüntü tanıma, doğal dil işleme ve otonom araçlar dahil olmak üzere çeşitli alanlarda yapay zeka teknolojileri kullanılmaktadır. Son zamanlarda ise yapay zeka daha popüler hale gelmekte olup bu teknolojiyi kullanan uygulamalar her alanda karşımıza çıkmaktadır (Ma vd., 2019; Bhushan, 2020).

Google, Amazon ve Apple gibi şirketler yapay zeka araştırmalarına büyük yatırımlar yapmakta ve bu yatırımlar her gün yeni gelişmelerin yer aldığı haber sayısını arttırmaktadır. Yapay zeka teknolojileri, yüz tanıma sistemleri, sürücüsüz arabalar, kişisel asistanlar ve diğer yenilikçi uygulamalar oluşturmak için de kullanılmakta olup potansiyel kullanım alanları da giderek daha çeşitli hale gelmektedir. Gelişmeler yapay zekanın sağlık, finans ve üretim gibi yeni alanlara doğru genişlemeye devam edeceğini göstermektedir. Yapay zeka, bu endüstrilerin çalışma biçiminde bir devrim gibi değişim oluşturmakta ve toplum üzerindeki etkisi daha geniş kapsamlı olacak şekilde ilerlemektedir. Makinelerin yapay zekanın kullanımı ile akıllı hale getirilmesine ilişkin süreç ve bu gelişimin kullanım alanları ilerledikçe, şu anda insanlar tarafından gerçekleştirilen işlerin çoğunu bu makineler devralmaya başlayabilecektir. Bu durumun ekonominin işleyişi üzerinde önemli etkileri olacak ve sonuçta iş gücü gereksinimlerinde önemli değişimler gözlemlenebilecektir. Bu nedenle, bilgisayar biliminin hızla büyüyen bir alanı olan yapay zeka ve uygulamaları giderek daha

çeşitli hale gelerek birçok alanda önemli ilerlemeleri sağlayabilirken, istihdam alanında ise bir takım olumsuz sonuçları doğurabilecektir. Tüm bu nedenle yapay zekaya ilişkin gelişmeler devam ettikçe, yapay zekanın farklı alanlardaki potansiyel etkisini ön göreceğ çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır (Huang, 2019; Deng vd., 2020; Kumar vd., 2019).

3. STRATEJİK AFET YÖNETİMİ VE YAPAY ZEKANIN ROLÜ

Bu bölümde stratejik afet yönetimi kavramı ve bu yönetimin aşamaları ile stratejik afet yönetimi tasarlanırken ve uygulanırken dikkat edilmesi gereken hususlar açıklandıktan sonra yapay zekanın stratejik afet yönetiminde edindiği ve edinebileceği fonksiyon ve roller analiz edilmektedir.

3.1. Stratejik Afet Yönetimi

Afet yönetimi, bir afetin etkilerini tahmin etme, önleme ve azaltma ile afetin etkilerine hazırlık, müdahale ve etkileri iyileştirme adımlarını kapsayan sürecin bütünüdür. Stratejik yönetim ise strateji ve taktiklerinin formüle edilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi süreçlerini içermektedir. Dolayısıyla stratejik afet yönetimi; afet olmadan önce yapılacaklar ile afet olduğu andan sonra yapılacakların planlanması, bu planlanan strateji ve eylemlerin doğru zamanda, doğru kaynaklarla ve doğru yerde hayata geçirilmesi ve hayata geçirilen planın uygulama sonuçlarının değerlendirilerek tüm planın gözden geçirilmesi yani revizyonunu kapsayan karar, eylem ve analizler bütünüdür (Akyürek, 2019).

Afetin olası etkilerini önleme adımı; potansiyel bir felaket durumunda önleyici tedbirler için özel ve adım adım talimatlar içeren bir doğal afet planı geliştirilmektedir. Bir afetin etkisini azaltmak için hafifletme stratejileri geliştirilmesi, acil durum planlarının oluşturulması ve diğer proaktif önlemlerin alınması bu aşamada çok önemli olup güvenli arazi kullanım planları geliştirilmesi ve erken uyarı sistemleri uygulayarak doğal afetleri izlemek için uydular, radyolar ve diğer teknolojileri kullanarak afet riskini azaltmak için önlemler alınması gerekmektedir. Ayrıca bu aşamada doğal, insan yapımı ve teknolojik faktörler dahil olmak üzere alandaki mevcut tehlikelerin ve risklerin analiz edilmesi, yerel makamları ve bireyleri potansiyel afetlere karşı uyarmak için yangın, güvenlik sistemleri ve gözetleme sistemleri kurulması, görevli personelinin afet farkındalığının artırılması ve bu personelin afete hazırlık ve risk azaltma stratejileri konusunda eğitilmesi, hava koşullarının ve doğa ile diğer istatistikî verilerin izlenmesi ve doğal afet oluşma riskini azaltmak için uygun önlemlerin alınmış olması büyük öneme sahiptir. Bu aşamada en önemli hususlardan biri kaynakların öncelikli alanlarda kullanımı ve tahsisi için karşı karşıya kalınan risklerin tanımlanması ve olasılıklar ile potansiyel etkilerin değerlendirilmesinin gerekli oluşudur (The World Bank; 2021).

Afete hazırlık aşamasında ise, teknik, idari ve operasyonel uzmanlığa sahip bir acil durum müdahale ekibinin oluşturulması ve bu ekibin afete hazırlık ve müdahalenin tüm yönleri konusunda eğitilmesi, özellikle bu ekibe farklı senaryolara nasıl yanıt verecekleri konusunda eğitim verilmesi ve afete başa çıkmaları için yeterli donanıma sahip olmalarının sağlanması. bir tahliye planının geliştirilerek müdahale ekibinin bu plan ve plandaki görevleri konusunda bilgilendirilmesi ve bu konuda tatbikatların yapılması, afetler meydana gelir gelmez afetleri izlemek için bir sistem kurulması ve ekibin bu konuda bilgilendirilmesinin sağlanması, bir afet durumunda kullanılacak temel malzemelerin, ekipmanın ve kaynakların stoklanması ile tüm paydaşların en son bilgilere erişmesini sağlamak için bir acil durum iletişim planı geliştirilmesi ve bu planda hem dahili hem de harici iletişim için net protokoller oluşturulması, yani halkla,

medyayla ve diğer dış paydaşlarla iletişimi içerecek şekilde protokollerin hazırlanması büyük öneme sahiptir (Wein vd., 2018; Akyürek, 2019).

Afete müdahale aşamasında ise; kilit personelin birlikte çalışabileceği kriz yönetim merkezi oluşturulması, net yetki hatları ve karar verme ile bir olay komuta yapısının geliştirilmesi, yerel yetkililerle uyum içinde arama ve kurtarma çabalarının koordinasyonunun sağlanması, acil müdahale ekibinin hızlı bir şekilde harekete geçmesi ve en etkili müdahaleyi sağlamak için tüm ekibin etkin koordinasyonunun sağlanması, ihtiyaçların doğru tespiti ve kaynakların bu ihtiyaçlara tahsisi için gerekli planlamanın yapılması, müdahale süreç ve faaliyetlerinin güvenli ve düzenli bir şekilde yapılması için uyarıların yapılarak doğru tahliye yöntemlerinin tespiti ve uygulanması, afetzedelere tıbbi tedavinin yerinde veya en yakın güvenli yerden sağlanması, afetzedelere barınma hizmetiyle temel mal ve hizmetlerin ulaşmasını sağlamak için yerel makamlarla koordinasyonun sağlanması ve afet alanındaki bireylerin güvenliği ve refahını sağlamak için yapılacak olan yardımların ve yardım çabalarının koordinasyonunda etkinliğin sağlanması, süreç içerisinde müdahale ekibinin fiziksel, duygusal ve psikolojik ihtiyaçlarının karşılanması ve afetten etkilenen bireylerin güncel kayıtlarının tutulmasını sağlanması büyük öneme sahiptir (Akyürek, 2019).

Afet yönetiminde diğer bir önemli süreç ise kurtarma süreci olup bu süreçte, hasarları, kayıpları ve afetin etkisini değerlendirmek için bir sistemin oluşturulması, afetzedelerin hayatlarını yeniden kurmalarına yardımcı olunması ve afetzedelere normale dönüş sürecine kadar sunulacak mali ve psikolojik desteklerin sürdürülebilir hale getirilmesi, hasarlı alanların ve alt yapının yeniden kurulumu ve restorasyonunun planlanması ve planın doğru zaman ve zeminde hayata geçirilmesi çok önemlidir (Eren ve Akdaş, 2023).

Son olarak değerlendirme aşamasında, gelecekteki çabaları iyileştirmek için stratejik afet yönetim süreçlerindeki tüm aşamaların sürekli izlenmesi ve atılan adımlar sonrası yaşanan etkinin analiz edilmesi gerekmektedir. Bu yolla hazırlığın, müdahalenin ve kurtarmanın etkinliği değerlendirilerek başarılı ve iyileştirilmesi gereken alanlar tespit edilip güçlü yönlere ve zayıf yönlere ilişkin veriler analiz edilmekte elde edinilen bilgiler gelecekteki planlama çalışmalarına yön verebilmektedir (Wein vd., 2018).

Stratejik afet yönetiminin tasarımında aşağıdaki hususların özellikle dikkate alınması önemlidir:

- 1) Genel bir afet yönetimi stratejisinin geliştirilmesi: İlgili herkesin rollerini ve sorumluluklarını ve afetlere müdahale için genel hedefleri özetleyen genel bir stratejinin geliştirilmesi (Norman, 2018),
- 2) Potansiyel risklerin belirlenmesi: Doğal afetler, insan kaynaklı felaketler ve hatta teknolojik felaketlerden kaynaklanabilecek potansiyel risklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi (Büyükoztürk vd., 2017),
- 3) Bir afet planının oluşturulması: Farklı afet türlerine müdahale etmek için yazılı bir planın oluşturulması ve farklı afet türlerine müdahale edilmesi için uygun personel veya kuruluşların görevlendirilmesi (Bennet ve Ballou, 2016),
- 4) Etkin kaynak tahsisine ilişkin planlamanın yapılması: Bir afete zamanında müdahale etmek için gerekli personel ve ekipman gibi kaynakların hazırlanması ve bunların etkin şekilde ihtiyaçlara tahsis edilmesi (Yüksel ve Tuncay, 2023),
- 5) İletişimin hızlı ve doğru yönetilmesi: Tüm paydaşların afet müdahalesinin planları ve ilerlemesi hakkında bilgilendirilmesini sağlamak için bir iletişim sistemi oluşturulması (Yüksel ve Tuncay, 2023),

- 6) Afete müdahale konusunda personelin eğitilmesi: Afetlere hızlı ve verimli bir şekilde müdahale etmek için personel eğitimlerinin verilmesi (Brown, 2021),
- 7) Afet planlarının uygulanmasına ilişkin eylemler sonrası gözden geçirme yapılması: Her afetten sonra, afet planının etkinliğini değerlendirmek, plandaki eksiklikleri belirlemek ve yapılması gereken değişiklikleri tespit etmek için bir inceleme yapılması (Erdemir, 2021),
- 8) Kayıtların muhafaza edilmesi: Gelecekte başvurmak üzere her bir afet sırasında gerçekleştirilen eylemlerin kayıtlarını muhafaza edilmesi (Norman, 2018),
- 9) Stratejilerin izlenmesi ve gözden geçirilmesi: Güncel ve etkili olmalarını sağlamak için yürürlükteki stratejilerin ve planların periyodik olarak gözden geçirilmesi (Suzuki, 2018),

Gerekmektedir.

Stratejik afet yönetiminde hiç şüphesiz kilit öneme sahip en önemli kurumlar yerel yönetimlerdir. Bu kapsamda yerel yönetimler için stratejik afet yönetim süreçlerinin belirlenmesi büyük öneme sahiptir. Yerel yönetimler için, potansiyel bir afet durumunda önleyici tedbirler için özel ve adım adım talimatları içeren bir stratejik afet planı geliştirilmesi gerekmektedir. Bu afet planında yer alması gereken önleyici tedbirleri şu şekilde özetlemek mümkündür (Yakut ve Sevinç, 2016; Öztürk ve Tuncel, 2019; Dicle vd., 2017):

- Bölgedeki doğal afetlerle ilgili riskleri analiz edilmesi ve bir acil durum yönetim planı oluşturulması gerekmektedir. Bu plan, risk değerlendirmesini, hafifletme stratejilerini, müdahale stratejilerini ve iyileştirme stratejilerini içermelidir.
- Bir halk eğitimi kampanyası geliştirilmelidir. Bu kampanya, bölgede meydana gelebilecek afet türleri ve halkı eğitmeye ve hazırlamaya yardımcı olacak adımlar hakkında bilgi sağlamalıdır.
- Savunmasız nüfusların belirlenmesi ve bir afet sırasında korunmaları için stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir.
- Bir tahliye planının oluşturulması ve bu planın halkla paylaşılmış ve onların erişimine açık bulundurulması gerekmektedir. Bu kapsamda güvenli barınakların yerlerinin de duyurulmuş olması gerekmektedir.
- Doğal afet durumunda halkı uyarmak için iletişim ve uyarı sistemleri kurmalıdır.
- Yerel yönetim ve yerel kurumlar için bir afet müdahale sistemi oluşturulmalıdır.
- Afet sırasında ve sonrasında gıda, su ve tıbbi bakım gibi temel hizmetlerin sağlanmasına yönelik planlar geliştirilmelidir.
- Bir doğal afete müdahaleye yardımcı olmak için yerel acil durum müdahale ekipleri oluşturulmalıdır.
- Afet durumunda kullanılacak kaynaklar belirlenmiş olmalıdır.
- Bir doğal afetten sonra altyapıyı ve ekonomik faaliyetleri eski haline getirmek için planlar geliştirilmiş olmalıdır.
- Yaklaşan bir doğal afete işaret edebilecek iklim ve hava durumu modellerindeki değişiklikleri izlenmelidir.
- Doğal afete hazırlık, müdahale ve iyileştirme için finansman kaynaklarını ve potansiyel kaynakları önceden belirlenmelidir.

Yerel yönetimlerin stratejik afet yönetim planının amacı, il veya ilçelerindeki doğal afetlerle ilgili riskleri analiz etmelerine ve yönetmelerine yardımcı olmak olup bu plan, potansiyel tehlikelerin belirlenmesinde, etkilerinin anlaşılmasında ve riski azaltmak için stratejiler geliştirilmesinde rehberlik sağlayacak nitelikte olmalıdır. Planda, plana dahil olan tüm acil durum yönetim personelinin rol ve sorumluluklarının net şekilde belirlenmesi ve ilgili personelin bu hususta eğitilmesi gerekmektedir. Bu plan kapsamında belediyeler, ili veya ilçesini etkileyebilecek potansiyel doğal afetleri belirlemelidir. Bu tehlikeler, selleri, toprak kaymalarını, depremleri,

orman yangınlarını ve rüzgar fırtınalarını içermelidir. Potansiyel afetlerin tespiti sonrası belediyeler, belirlenen tehlikelerin potansiyel etkilerini değerlendirmelidir. Bu değerlendirmede, il veya ilçenin nüfusu, altyapısı ve çevresi dikkate alınmalıdır. Ardından belediyeler belirlenen tehlikelerle ilgili riskleri analiz etmelidir. Bu analiz, tanımlanan tehlikelerin etkilerinin olasılığını ve potansiyel etkisini dikkate almalıdır. Risk analiz ve değerlendirmesi sonrası acil durum müdahale planı hazırlanmalıdır (Müller ve Blasi, 2018).

Bu plan üç bölüme ayrılabilir. İlk bölümde afete hazırlık süreci belirlenip bu aşamada belediye, herhangi bir acil duruma müdahale etmeye hazır olduğundan emin olmak için bir hazırlık planı geliştirmelidir (Morris, 2016). Bu, hazırlık planı acil müdahale prosedürleri geliştirmeyi, kaynakları belirlemeyi, personeli eğitmeyi, yapılacak tatbikatları belirlemeyi ve tatbikatları yapmayı içermelidir. İkinci bölümde afete müdahale süreci belirlenip belediyeler, tanımlanan tehlikelerin acil etkilerini ele almak için bir müdahale planı geliştirmelidir (Rosenberg Matthew, 2017). Bu plan ise, afetten etkilenen vatandaşlara acil barınak, tıbbi destek, yiyecek ve su sağlamayı içermelidir. İkinci bölümde afetin etkilerini azaltan iyileştirme süreci belirlenmeli ve bu aşamada belediyeler, belirlenen tehlikelerin uzun vadeli etkilerini ele almak için bir iyileştirme planı geliştirmelidir (Tarm, 2014). Bu plan, hasarlı altyapıyı onarmayı, psikolojik destek sağlamayı ve ekonomik toparlanmayı desteklemeyi içermelidir. Bu stratejik afet yönetim planı, belediyelere il veya ilçelerindeki doğal afetlerle ilgili riskleri analiz etmeleri ve yönetmeleri için rehberlik sağlayacaktır. Afetleri iyi yönetmek isteyen belediyeler, potansiyel tehlikeleri tanımlamalı ve etkilerini değerlendirmeli, riskleri analiz etmeli, bir hazırlık ve müdahale planı geliştirmeli ve bir iyileştirme planı geliştirmelidir. Belediyeler böyle bir planı uygulayarak doğal afet riskini azaltabilecek ve vatandaşlarının sağlığını, güvenliğini ve refahını koruyabilecektir (Ferraro, 2019).

Doğal afetler hayatın göz ardı edilemeyecek bir gerçeğidir (Arya, 2018). Bu tür afetlerin görülme sıklığı arttıkça, bu tür olayların risklerinin nasıl belirlendiğini anlamak daha da önemli hale gelmektedir. Bir afet riskini etkileyen birincil faktör, belirli bir alanın konumudur (Özberk, 2023). Deprem, sel, toprak kayması ve fırtına gibi doğal afetlere daha yatkın olan alanlar, bu tür olaylara daha az eğilimli olan alanlara göre daha yüksek risk altındadır. Kullanılan yapı malzemeleri ve yapıların yaşı gibi diğer faktörler de afet riskini etkileyebilmektedir. Belirli bir bölgenin fiziksel özelliklerine ek olarak, bir afet riski değerlendirilirken çeşitli sosyal ve ekonomik faktörler de dikkate alınmalıdır (Thoma, 2016). Bunlar nüfus yoğunluğu, gayri safi yurtiçi hasıla ve yoksulluk ve eşitsizliği içermelidir. Tüm bu faktörler, belirli bir bölgenin risk profilini oluşturmak için bir araya getirilmeli ve o bölgede bir felaketin meydana gelme olasılığını tahmin etmek için kullanılmalıdır. İklim değişikliği, afet riskleri değerlendirilirken dikkate alınan önemli faktörlerden biridir. İklim değiştikçe, belirli türde doğal afetlerin meydana gelme olasılığı da artmaktadır. Son olarak, bir afet riskini değerlendirmek için tahmin teknikleri, risk haritalama, aktüerya bilimi ve sigortalama gibi risk değerlendirme teknikleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler, belirli bir olayın olasılığını ve ciddiyetini değerlendirmek ve afete hazırlık ve müdahale ile ilgili kararların alınması için bir temel oluşturmak için kullanılmaktadır. Dolayısıyla afet riskleri, fiziksel, sosyal, ekonomik ve iklimle ilgili faktörlerin bir kombinasyonu ile belirlenmektedir. Bu faktörleri anlayarak ve uygun yöntemleri kullanarak, belirli bir alandaki afet riskini doğru bir şekilde tahmin etmek ve böyle bir olaya hazırlanmak ve müdahale etmek için gerekli adımları atmak mümkündür (Martin, 2019).

Türkiye'deki belediyeler için, il veya ilçelerinde doğal afetlerle ilgili riskleri analiz etmeleri için uymaları gerekli olan süreçler tasarlanırken aşağıda yer alan hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir (Tezel, 2019; Ceyhan, 2019):

- Belediyeler öncelikle il veya ilçelerinde karşılaştıkları doğal afet risklerini belirlemelidir. Afetin kapsamına sel, kuraklık, deprem, heyelan, toprak kayması, fırtına vb. felaketler ile teknolojik felaketler de dahil edilmelidir.
- Erken uyarı sistemleri, afet müdahale ve iyileştirme planları ve diğer önleyici tedbirler için stratejiler oluşturulmasına yardımcı olmak amacıyla, belediyeler kendi verilerine göre il veya ilçelerindeki en hassas bölgeleri belirlemelidir.
- Belediyeler, doğal afetlerin potansiyel etkilerini proaktif olarak azaltmak için bir risk yönetim planı geliştirmelidir. Bu plan, mevcut yapıların, düzenlemelerin ve politikaların değerlendirilmesini, mevcut altyapının güçlendirilmesini ve yeterli uyarı ve tahliye planlarının geliştirilmesini içermelidir.
- Belediyeler halkı doğal afetlerle ilgili riskler ve bunlara nasıl müdahale edileceği konusunda bilgilendirmek için kapsamlı bir iletişim stratejisi oluşturmalıdır. Bu strateji, halkı yakın tehlike konusunda uyarmayı, acil durum mesajlarını iletmeyi ve afet sırasında güvenlik tavsiyesi vermeyi içermelidir.
- Belediyeler, risk yönetimi planlarını ve iletişim stratejilerini, yeterli ve etkili olmalarını sağlamak için, düzenli olarak izlemeli ve gözden geçirmelidir.

3.2. Yapay Zekanın Stratejik Afet Yönetiminde Kullanımı

Son yıllarda, çeşitli uygulamalar ve görevler için yapay zekanın kullanımı giderek daha popüler hale gelmeye başladığı görülmektedir. Yapay zeka, görevleri otomatikleştirmek ve karar vermeyi iyileştirmek için kullanılmakta, özellikle bu yönüyle afet yönetiminde de önemli kullanım alanlarına sahip olabilmektedir. Yapay zeka, afetleri tahmin etmek, afetler için erken uyarı sağlamak, kurtarma operasyonları gerçekleştirmek, gelecekteki afetlerin daha hızlı ve etkin yönetilmesini sağlayarak can ve mal kayıplarını en aza indirmek ve afet sonrası doğru veriler üretmek için kullanılabilir. Tüm bu kullanım alanlarının afet yönetimi açısından avantajları ve dezavantajlı yönleri de bulunmaktadır (Ojukwu vd., 2021).

3.2.1. Afetlerin Tahmin Edilmesi ve Afete Hazırlık Aşamasında Yapay Zekanın Kullanım Alanları

Afetlerin tahmin edilmesi ve afete hazırlık aşamasında yapay zekanın kullanım alanları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Ojukwu vd., 2021; NIST, 2021; Dostal ve Helm, 2020; Kotai ve Alhaj, 2019):

- Geçmiş felaketlerin analizi ve elde edilen bu bilgiyi potansiyel felaketlerin büyüklüğünü ve bunların çevre ve toplum üzerindeki etkilerini tahmin eden modeller geliştirmek için yapay zeka kullanabilmektedir. Bu tahminler, müdahale planlarını bilgilendirmek ve gelecekteki felaketlere daha iyi hazırlanmak için kullanılabilir.
- Yapay zeka tabanlı algoritmalar, bir felaketin gerçekleşme olasılığını ve büyüklüğünü önceden tahmin etmek için hava durumu verileri, diğer doğa olayları, astroloji bilimine ilişkin kayıtları ve nüfus eğilimleri dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan gelen verileri analiz etmek için kullanılabilir. Örneğin, yapay zeka sismik verileri analiz ederek, bir deprem meydana gelmeden önce dünya yüzeyindeki değişiklikleri tespit edebilmekte ve bölgedeki insanları yaklaşan tehlike konusunda uyarabilmektedir. Bu analiz, sağlıklı afet uyarılarının oluşturularak olası afetlere uygun şekilde hazırlanılmasına ve afetin etkilerinin hafifletilmesine yardımcı olmak için kullanılmaktadır.
- Yapay zekanın verilerdeki ince değişiklikleri algılama yeteneği, sel, kasırga ve deprem gibi doğal afetlerin algılanmasına yardımcı olmak için kullanılabilir. Ayrıca yapay zeka, hava durumu modellerini izlemek ve yaklaşan bir fırtınayı gösterebilecek hava basıncı, rüzgar hızı ve sıcaklıktaki değişiklikleri tespit etmek için de kullanılabilir.
- Felaketlerle ilgili şüpheli etkinlikleri izlemek için de yapay zeka kullanılabilir. Zira sensörlerden, uydulardan, dronlardan ve kameralardan gelen verileri birleştirerek, ortamdaki potansiyel bir felaketin belirtileri olabilecek değişiklikler yapay zeka aracılığıyla tespit etmek

mümkündür. Bu veriler, yetkililerin önleyici eylemde bulunmasını sağlamak için uyarılar göndermek için de kullanılmaktadır. Ayrıca doğal afetlerin yanı sıra yapay felaketleri de tahminde kullanılabilen yapay zeka, nüfus hareketlerini izlemek ve potansiyel terörist tehditleri belirlemek için de kullanılmaktadır. Zira yapay zeka, havaalanlarından, tren istasyonlarından ve diğer toplu taşıma noktalarından gelen gözetim verilerini analiz ederek bir terörist planı niteliğini gösterebilecek kalıpları tespit edebilme imkanına sahiptir.

- Yapay zeka, sosyal medya gönderilerini potansiyel tehditlere ilişkin kanıt açısından analiz etmek ve terörist faaliyetlerle ilgili anahtar kelimeleri taramak için de kullanılabilir.
- Endüstriyel felaketleri tahmin etmek ve yönetmek için de yapay zeka kullanılmaktadır. Yapay zeka, endüstriyel kazalar ve arızalarla ilgili geçmiş verileri analiz ederek verilerdeki anormallikleri tespit edebilmekte ve bir felaket meydana gelmeden önce potansiyel riskleri belirleyebilmektedir. Tüm bunların yanı sıra yapay zeka teknolojileri, endüstriyel süreçleri gerçek zamanlı olarak izlemek ve potansiyel sorunları ortaya çıkmadan önce belirlemek için de kullanılmaktadır.
- Afet yönetimi kuruluşları tarafından gelecekte alınabilecek kararlar ve eylemleri tasarlamak, zamanında ve doğru afet sonrası verileri oluşturmak için de yapay zeka uygulamaları kullanılabilir. Yapay zeka, mevcut verileri analiz edebilir, bu analizlerden yola çıkarak yeni veriler oluşturabilir ve gelecekteki planlama için kullanılabilir eğilimleri veya kalıpları belirlemeye yardımcı olabildiğinden stratejik afet yönetiminde yapay zeka temelli yönetim sisteminin büyük öneme sahiptir. Bu özelliğiyle yapay zeka afet yönetimi kuruluşlarının daha iyi kararlar almasına, gelecekteki afetlere hazırlanmasına ve mevcut afetlere verimli bir şekilde yanıt vermesine yardımcı olabilmektedir.
- Afetlerin tahmin edilmesi ve afete hazırlık aşamasında paydaşlar arasında koordinasyonun sağlanması için de yapay zeka destekli sistemler kullanılmaktadır.

Bu alanda yapay zekanın kullanımına ilişkin uygulama örnekleri:

- Hava Tahmini: Yapay zeka, hava durumu tahminlerinde kullanılan geleneksel hesaplama yöntemlerine kıyasla daha doğru sonuçlar verme yeteneğine sahiptir. Hava durumu tahminlerinde kullanılan meteorolojik verilerin analizi ve karmaşık modellerin oluşturulması için yapay zeka teknikleri kullanılmaktadır. Örneğin, IBM'in hava tahmini platformu Watson, yapay zeka ve makine öğrenimi algoritmalarını kullanarak daha güvenilir ve doğru hava tahminleri yapabilmektedir (IBM, 2023a).
- Deprem Tahmini: Yapay zeka, deprem tahminlerinde kullanılan geleneksel istatistiksel yöntemlerin yanı sıra, veri madenciliği ve makine öğrenimi tekniklerini de kullanarak daha doğru sonuçlar verme potansiyeline sahiptir. Örneğin, ABD Jeolojik Araştırmalar Merkezi (USGS), yapay zeka tabanlı bir deprem tahmin sistemi olan 'ShakeAlert'i geliştirmiştir. Bu sistem, sismik verilerin gerçek zamanlı analizi ve makine öğrenimi algoritmaları sayesinde yaklaşan depremlere ilişkin tahminlerde bulunabilmektedir (USGS, 2023).
- Yangın Tahmini: Yapay zeka, yangınların tahmin edilmesi ve kontrol altına alınması sürecinde de kullanılmaktadır. Özellikle orman yangınlarının önlenmesinde ve kontrol altına alınmasında yapay zeka tabanlı sistemlerin kullanılması etkili olmaktadır. Örneğin, ABD Orman Servisi, gözlem uydularından alınan görüntülerin yapay zeka algoritmalarıyla analiz edilmesini içeren bir sistem olan 'Fire Information for Resource Management System (FIRMS)'ı kullanmaktadır. Bu sistem, yangınların tahmin edilmesi ve müdahale edilmesi için önemli bir araçtır (NASA, 2023).
- Sel Tahmini: Yapay zeka, sel tahmin ve uyarı sistemlerinin geliştirilmesinde de etkili bir araçtır. Örneğin, Hindistan Ulusal Okyanus ve Atmosferik İdaresi (NOAA) ve Hindistan Meteoroloji Departmanı, yapay zeka tabanlı bir sel tahmin sistemi olan 'Flood Early Warning System (FEWS)'i geliştirmiştir. Bu sistem, yağış ve su seviyeleri gibi verilerin gerçek zamanlı analiziyle sel oluşumu ve yayılımı hakkında tahminlerde bulunabilmektedir (NOAA, 2023).

- Tsunami Tahmini: Yapay zeka, tsunami tahminlerinde de kullanılmaktadır. Örneğin, Japonya Ulusal Araştırma Enstitüsü, yapay zeka algoritmalarını kullanarak gerçek zamanlı tsunami tahminleri yapabilen bir sistem olan "TSUNAMIT"i geliştirmiştir. Bu sistem, deprem ve deniz seviyesi verilerinin analiziyle tsunami oluşumunu tahmin edebilmektedir (Tsunami Laboratory, 2023).

Özetle, öngörü aşamasında, yapay zeka sistemleri, belirli bir felaket olayının olasılığını veya olası ciddiyetini tahmin eden modeller oluşturmak için küresel verileri toplamak ve analiz etmek için kullanılabilir. Bu bilgi daha sonra, buna göre tahsis edilen kaynaklarla etkili bir müdahale oluşturmak ve koordine etmek için kullanılabilir.

3.2.2. Müdahale, Kurtarma ve İyileştirme Aşamasında Yapay Zekanın Kullanım Alanları

Müdahale, Kurtarma ve iyileştirme aşamasında yapay zekanın kullanım alanları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Singh ve Singh, 2021; Sharma ve Dhir, 2021; Chen ve Guo, 2020; Shrestha vd., 2020; Liu vd., 2020; Subedi ve Chintalapudi, 2020; Özcan, 2019, Sezer vd., 2014; Özkan ve Bozkurt, 2018; Turk vd., 2016):

- Yapay zeka tabanlı arama ve kurtarma robotları, hayatta kalanların yerini belirlemek ve tespit etmek ve ayrıca insanların giremeyeceği kadar tehlikeli durumlarda zorlu arazilerde müdahaleler için kullanılabilir. Yapay zeka güdümlü sistemler, afetzedeler için geniş alanları hızla aramak için sensörler ve yapay zeka destekli robotlar kullanarak arama ve kurtarma sürecini otomatikleştirmeye yardımcı olabilmektedir.
- Müdahale aşamasında yapay zeka, belirli süreçleri otomatikleştirerek acil durum müdahale ekiplerinin üzerindeki bazı yüklerin hafifletilmesine yardımcı olabilmektedir. Örneğin, akıllı robotlar, personeli enkaz atlındaki çalışmalar ve tehlikeli maddelerle fiziksel etkileşim gerektiren görevler gibi tehlikeli işlerden kurtarmak için kullanılabilir. Ayrıca yapay zeka tabanlı yüz tanıma sistemleri, kimlik doğrulama ve tanımlama için kişileri hızlı bir şekilde taramak ve bazı durumlarda yardıma uygunluğu doğrulamak için de kullanılabilir.
- Tahliye sürecini izlemek ve yönlendirmek ve kaynak akışını izlemek için yapay zeka da kullanılabilir.
- Tele tıp hizmetleri sağlamanın yanı sıra, mağdurların teşhis ve tedavisi gibi afetlerde tıbbi yardım sağlamak için de yapay zeka teknolojileri kullanılabilir.
- Yapay zeka tabanlı algoritmalar, hangi alanların yardıma en çok ihtiyaç duyduğunu gösteren verilerdeki kalıpları tespit edebilir ve yardımın en savunmasız nüfuslara mümkün olan en kısa sürede ulaşmasını sağlamak için bir müdahale planı oluşturmaya yardımcı olabilmektedir. Dolayısıyla yapay zeka eldeki kıt kaynakların afetler için etkin tahsisine yardımcı olabilmektedir.
- Yapay zeka destekli sistemler, hasarın değerlendirilmesine, onarımlara öncelik verilmesine ve yeniden inşa sürecinin ilerlemesinin izlenmesine yardımcı olabilmektedir. Zira yapay zeka; sensörlerden ve uydulardan gelen, çevre ve koşullar hakkında bilgi sağlayan verileri analiz etmek için kullanılabilir olup bu verileri analiz ederek afetten en çok etkilenen alanları ve meydana gelen hasar düzeyini belirlemesine yardımcı olabilmekte ve bu bilgiler daha sonra yardım çabalarını yönlendirmek, müdahaleye öncelik vermek ve daha fazla hasar riski taşıyan alanları belirlemek için kullanılabilir.
- Sosyal medya platformlarından gelen verileri analiz etmek için de yapay zeka kullanılabilir ve etkilenen bölgelerdeki insanların davranış ve duygularına dair göstergeler ve doğrulama kaynakları oluşturabilmektedir. Bu veriler, etkilenen nüfusun büyüklüğünü ve ihtiyaç duyulan kaynak düzeyini belirlemeye yardımcı olmaktadır.
- Yapay zeka sistemleri, kimyasallar veya radyasyon gibi tehlikeli maddeleri tespit etmek için de kullanılabilir. Bu tespit, güvenli olmayan alanların belirlenmesine yardımcı olmakta ve

- ilk müdahale ekiplerinin çabalarını başka bir yere odaklamasına izin verilmesi imkanını sağlamaktadır.
- Bir eve veya binaya verilen hasarı hızlı bir şekilde değerlendirmek ve onarım maliyetlerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesine yardımcı olmak için de yapay zeka sistemleri kullanılabilir.
 - Hayatta kalanlar tarafından sorulabilecek ve yaygın nitelik kazanan sorulara otomatik cevaplar sağlamak için de yapay zeka sistemleri kullanılabilir. Bu hızlı cevapla sistemi, zaten zor olan bir durumun stresini hafifletmeye ve hayatta kalanların ihtiyaç duydukları kaynaklara erişmelerini hızlandırmaya yardımcı olmaktadır.
 - Afetlere müdahale, afetlerin etkisinden kurtarma ve bu etkileri iyileştirme aşamasında paydaşlar arasında koordinasyonun sağlanması için de yapay zeka destekli bir sistem kullanılabilir.

Bu alanda yapay zekanın kullanımına ilişkin uygulama örnekleri:

- Afet Raporlama ve Tahmininde Yapay Zeka: Yapay zeka, afetlerin tahmin edilmesi ve raporlanması sürecinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Google tarafından geliştirilen Global Crisis Map, yapay zeka algoritmalarını kullanarak doğal afetler ve insan yapımı olaylar hakkında gerçek zamanlı verileri analiz etmekte ve kullanıcıların olaylar hakkında bilgi edinmesine yardımcı olmaktadır (URL 1).
- Acil Durum Yönetiminde Yapay Zeka: Acil durum yönetimi sürecinde, insanların süratle kurtarılması ve yardımın hızlı bir şekilde ulaştırılması oldukça önemlidir. Yapay zeka, bu süreçte kullanılan arama ve kurtarma tekniklerinde ve stratejilerinde büyük bir rol oynamaktadır. NASA tarafından geliştirilen Nebula Platformu, afet bölgelerinde hızlı bir şekilde uçuş ve kurtarma faaliyetlerini koordine etmek için yapay zeka algoritmalarını kullanmaktadır (NASA, 2018).
- Yaralıların Tespitinde Yapay Zeka: Afet sırasında, yaralıların tespiti ve sağlık ekiplerinin doğru yerlere yönlendirilmesi hayati önem taşımaktadır. Yapay zeka, görsel verileri analiz ederek yaralıların tespit edilmesine yardımcı olabilmektedir. ABD Ulusal Bilim Vakfı tarafından finanse edilen bir çalışmada, yapay zeka algoritmaları aracılığıyla, dronelardan elde edilen görüntüleri yaralıların tespiti için kullanmıştır (National Science Foundation, 2019).
- Veri Analizinde Yapay Zeka: Afetlerden sonra insanlara yardım sağlamak için doğru ve zamanında kararlar almak önemlidir. Yapay zeka, büyük veri kümelerini analiz ederek bölgelerin ihtiyaçlarını ve yardımın nerede gerektiğini belirlemeye yardımcı olabilmektedir. IBM tarafından geliştirilen Watson Sistemi, acil durum yönetiminde büyük veri analizi için kullanılmaktadır (IBM, 2019).
- İnsansız Araçlarda Yapay Zeka: Afet bölgelerinde insanların güvenliği sağlamak için insansız araçlar kullanılmaktadır. Yapay zeka, bu araçların daha akıllı ve güvenli bir şekilde hareket etmesine yardımcı olmaktadır. Boston Dynamics tarafından geliştirilen Spot adlı robot, afet bölgelerinde kurtarma ekiplerine yardımcı olmak için yapay zeka algoritmalarını kullanmaktadır (Boston Dynamics, 2023).

Yerel yönetimler de bu alanda etkin bir rol oynamakta ve çeşitli bilgi sistem ve yapay zeka teknolojileri kullanarak afet yönetim süreçlerini daha iyi yönetmeyi hedeflemektedirler. Bilgi sistemleri teknolojileri, afet öncesi, sırası ve sonrasında kullanılarak verilerin toplanması, analiz edilmesi, depolanması ve paylaşılması gibi işlemlerin yapılmasına imkan sağlamaktadır. Bu sistemler, afetlerin olası etkilerinin tahmin edilmesi ve afet risk analizlerinin yapılması için kullanılmaktadır. Ayrıca, afet durumunda olayların izlenmesi ve kurtarma çalışmalarının koordinasyonu için de bu sistemler önemli bir rol oynamaktadır. Yapay zeka teknolojileri ise afet öncesi ve sırasında kullanılarak, büyük veri setlerinin analiz edilmesi, afet tahmini ve risk

değerlendirmesi gibi işlemlerin yapılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, akıllı sensör sistemleri ve imaj analizleri gibi teknolojilerle, afetlerin meydana geldiği bölge ve yapıların durumu hakkında hızlı ve doğru bilgiler elde edilebilmektedir. Yerel yönetimler, bu teknolojilerin kullanımıyla birlikte afet yönetim süreçlerini daha iyi yönetebilmekte ve hızlı müdahalelerde bulunabilmektedir. Örneğin, afet öncesi risk değerlendirmesi yaparak, riskli bölgeleri belirleyebilmekte ve gerektiğinde tahliye planları yapabilmektedir. Afet sırasında da, akıllı sensör sistemleri ve yapay zeka teknolojileri sayesinde otomatik olarak veriler toplanabilmekte ve acil müdahale ekiplerine daha hızlı ve doğru bilgiler iletilmektedir. Yerel yönetimler, afet yönetiminde bilgi sistemleri teknolojileri ve yapay zeka çalışmalarını kullanarak aynı zamanda önleyici tedbirler de alabilmektedir. Örneğin, yapılan afet simülasyonları ve risk analizleri sonucunda alınan verilere dayanarak, risk altındaki yapıların güçlendirilmesi ya da yeniden yapılandırılması gibi önlemler alınabilmektedir. Sonuç olarak, bilgi sistemleri teknolojileri ve yapay zeka çalışmaları, afet yönetiminde yerel yönetimlerin etkin bir şekilde kullanabileceği önemli araçlardır. Bu teknolojiler sayesinde yerel yönetimler, afetlerin etkilerini en aza indirebilmekte, hızlı ve doğru müdahalelerde bulunabilmekte ve afet yönetim süreçlerini daha iyi yönetebilmektedir (Kim ve Lee, 2021; Li ve Xu, 2021; Kaufer ve Bursztein, 2020).

- Bir örnek olarak, ABD’de bulunan Tampa Bay bölgesinde yerel yönetimler, afet yönetimi için yapay zeka tabanlı bir sistem olan “Hurricane Evacuee Assistance and Logistics (HEAL)” sistemini kullanmaktadır. Bu sistem, afet öncesi daha doğru tahminler yapabilmek için büyük veri setlerini analiz ederek afet sırasında tahliye planlarının daha etkili bir şekilde uygulanmasını imkan tanımaktadır (NOAA, 2020).
- Bir başka örnek olarak, Hindistan’da yerel yönetimler, sel baskınlarına karşı önlem almak için “Flood Hazard Monitoring and Early Warning System (FHMEWS)” adlı yapay zeka tabanlı bir sistem kullanmaktadır. Bu sistem, yağış tahminleri ve su seviyeleri gibi önemli verileri analiz ederek, sel baskınlarının olası etkilerine karşı önlem almayı ve hızlı müdahale etmeyi sağlamaktadır (Dhar vd., 2020).
- Türkiye’de ise, AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) bünyesinde kurulan “Bilgi ve Yönetim Sistemi (BYS)” afetlerle mücadelede yerel yönetimlerin kullandığı önemli bir bilgi sistemidir. Bu sistem, afet öncesi risk değerlendirmeleri yapmayı, afet sırasında verilerin izlenmesini ve koordinasyonun sağlanmasını hedeflemiştir (AFAD, 2020).

Bu örneklerden de görüleceği gibi, yerel yönetimlerin kullandığı bilgi sistemleri teknolojileri ve yapay zeka çalışmaları, afetlerle mücadelede etkin bir şekilde kullanılabilir ve afet yönetim süreçlerinin daha iyi yönetilmesini sağlamaktadır.

3.2.3. Stratejik Afet Yönetiminde Yapay Zeka Kullanımının Avantajları

Stratejik afet yönetiminde yapay zekanın kullanımının getireceği avantajlar üç başlık altında tasnif edilebilir:

- 1) Geliştirilmiş Risk Değerlendirmesi: Yapay zeka ile bir felaketin olası kapsamını ve ilgili riskleri doğru bir şekilde tahmin etmek mümkündür. Bu imkan, karar vericilerin riskleri azaltmak ve zararları hafifletmek için kaynakları daha iyi tahsis etmelerine ve acil ve gerekli görevlere öncelik vermelerine yardımcı olabilmektedir. Tahliye veya yardım çabalarını önceden planlamak için kullanılabilen yapay zeka sistemleri, afetten etkilenen bölgenin durumunu ve coğrafyasının daha iyi anlaşılmasına da katkı sunabilecek niteliklere haizdir (Sümer, 2019; Özkan ve Yüksel, 2017).
- 2) Geliştirilmiş Müdahale Süreleri: Yapay zeka destekli teknolojiler, felakete hızla müdahale etmek için kullanılarak afet bölgelerini hızlı bir şekilde değerlendirmek ve yerinde durumsal farkındalığı sağlamak için otonom robotların geliştirilebileceği bir teknolojik sistemin kuruluşuna katkı sunabilecek özelliklere sahiptir. Tüm bunların yanı sıra, uydu görüntüleri ve sosyal medya gibi kaynaklardan gelen bilgileri analiz etmek, afetler sonrası oluşan durumu

değerlendirmek ve nüfus ile coğrafi büyüklüğün bu duruma etkisini ortaya koyabilmek için de bu teknolojinin kullanımı mümkündür. Bu bilgiler daha sonra afet yardımı çalışmalarını yönlendirmek için de kullanılabilir ve kaynakları harekete geçirmek için gereken süreyi büyük ölçüde azaltır (Konak ve Akdemir, 2019; Çelik ve İnci, 2018).

- 3) Geliştirilmiş İletişim: Yapay zeka teknolojisi, paydaşlar arasındaki iletişimi otomatikleştirerek afete müdahale çabalarını hızlandırma potansiyeline de sahiptir. Örneğin, kritik bilgileri ilgili personele hızlı bir şekilde ve gerekli olduğu anda iletmek, değişimi takip ederek güncel bilgileri ilgililere ulaştırmak, böylece gelişmiş bir iletişim ve koordinasyon akışı kurmak için de yapay zeka teknolojilerinin kullanılması gerekmektedir (Partigöç, 2022: 403).

3.2.4. Stratejik Afet Yönetiminde Yapay Zeka Kullanımının Dezavantajları

Stratejik afet yönetiminde yapay zekanın kullanımının çeşitli dezavantajları bulunmaktadır (Gürgeç ve Aşkın, 2020; İsbir ve Kaya, 2022):

- Yapay zeka verilere büyük ölçüde bağımlıdır. Bu nedenle, afetleri yönetmek için kullanılan tüm yapay zeka sistemlerinin yüksek kaliteli verilere erişimi olmalıdır. Bu gereklilik, özellikle doğal afet durumlarında verilerin elde edilmesi ve doğrulanmasını daha maliyetli ve zaman alıcı kılması nedeniyle önemli bir risk alanı oluşturmaktadır. Ayrıca veriye dayalı modeller, belirli veri türlerinin yaygınlığı nedeniyle bu verilerin ağırlık kazanmasına sebebiyet vererek önyargı oluşumunu desteklemekte ve yapay zeka teknolojilerinin etkisini azaltabilmektedir.
- Yapay zeka teknolojilerine ilişkin sistemler oldukça karmaşık bir alt yapı ile çalışmaktadır. Bu teknolojiye ait uygulamalarda kullanılan algoritmalar ve teknikler, genellikle ortalama bir kişi tarafından anlaşılacak ve kontrol edilemeyecek kadar karmaşıktır. Bu karmaşıklık ve zorluk, özellikle acil durumlarla uğraşırken yanlış kararlara ve beklenmedik sonuçlara yol açabilir.
- Yapay zeka uygulamalarının bir sorun olduğunda izlenmesi ve ürettiği sonuçların tespit edilmesi genellikle zordur. Bu durum yapay zeka sisteminin ne zaman başarısız olduğunu veya yanlış sonuçlar ürettiğini tespit etmeyi zorlaştırabilir.
- Yapay zeka uygulamaları yanılmaz değildir. En iyi veri ve algoritmalarla bile yanlış sonuçlara yol açabilecek hatalar yapılabilir. Bu hatalar, yanlış bilgilere veya afetlere uygun olmayan tepkilere dayalı kararları da içerebilir.
- Bu sistemler, daha büyük ölçekli zararlara yol açabilecek siber saldırılara karşı yeterli savunmaya sahip olmayabilmektedir.

Genel olarak, yapay zekanın afet yönetimi için araştırma ve geliştirmesi devam etmekte olup bu sistemin kullanımının kendine özgü riskleri ve sakıncaları bulunduğundan yapay zeka sistemlerinin en doğru ve faydalı sonuçları vermesini sağlamak için, stratejik afet yönetiminde yapay zeka kullanımının avantajlarını ve dezavantajlarını doğru bir şekilde değerlendirip dezavantajları azaltacak veya ortadan kaldıracak önlemler alındıktan sonra buna uygun bir stratejik yönetim modelinin hazırlanması mümkündür.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Afetler giderek yaygınlaşmakta ve dünyanın dört bir yanındaki toplulukları etkilemektedir. Hükümetler ve acil durum müdahale ekipleri, mevcut kaynakları kullanırken ihtiyaç sahiplerini bulmak ve onlara yardım etmek için çabalamakta ve bu krizler karşısında çoğu zaman ciddi emek ve kaynak harcamalarına rağmen afetin yönetiminde ciddi zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu zorluklarla mücadelede, yapay zeka teknolojisindeki ilerlemeler, afet yönetimini iyileştirmek ve optimize etmek için benzersiz bir fırsat sunmaktadır. Bu fırsatların yanı sıra yapay zeka teknolojilerinin içerisinde barındırdığı riskleri de analiz ederek geliştirilecek yapay zeka destekli bir stratejik yönetim modelinin paydaşlarına sağlayacağı katkı düzeyi çok yüksektir.

Genel olarak, yapay zekanın stratejik afet yönetiminde kullanılması, afete eğilimli bölgelerdeki insanların yaşam kalitesini iyileştirme konusunda muazzam bir potansiyele sahiptir. Yapay zekadaki son gelişmeler, makinelerin doğal afetlerden terörist saldırılara kadar birçok farklı türde felaketi doğru bir şekilde tahmin etmesine destek verecek niteliktedir. Yapay zeka, verilerdeki ince değişiklikleri tespit ederek afetlerin tahmin edilmesine katkı sunabileceği gibi karar vericilerin bu tür olaylara hazırlanmalarına ve bunlara yanıt vermelerine yardımcı olacak değerli bilgilerin tespiti ve analizinde de kullanılabilir. Ayrıca yapay zeka, sensörlerden ve sosyal medyadan gelen verileri analiz ederek yardım çabalarını yönlendirmeye, müdahaleyi önceliklendirmeye ve daha fazla hasar riski taşıyan alanları belirlemeye de yardımcı olabilmektedir. Tüm bunların yanı sıra ilk müdahale ekiplerine yardım etme, hayatta kalanlara sunulacak yardımları tespit etme, verileri hızlı bir şekilde analiz etme ve analiz sonuçlarına uygun destek sağlama becerisiyle yapay zeka afet müdahalesi için değerli bir araçtır. Sonuç olarak, yapay zeka afet öncesi ve sonrasında önemli rol oynayabilecek niteliklere sahiptir. Bu nedenle yapay zeka teknolojisi gelişmeye ve daha geniş çapta benimsenmeye devam ettikçe, afet yönetimindeki uygulamalarının daha da güçlü ve yaygın hale gelmesi muhtemeldir. Yapay zekanın afet yönetimindeki potansiyel uygulamaları, veriler ve onu kullanan kişilerin hayal gücü ile sınırlıdır.

Teknoloji gelişmeye devam ettikçe, giderek daha fazla hükümet ve kuruluş yapay zekayı afet yönetimine yönelik stratejik planlarının bir parçası olarak kullanmaya başlayacaktır. Yapay zeka ile geliştirilmiş yönetim sistemleri, afetlere müdahale hızını ve verimliliğini artırarak afetlerin etkilerini en aza indirmeye ve hayat kurtarmaya yardımcı olabilecektir. Ancak yapay zeka, dikkatle değerlendirilmesi ve yönetilmesi gereken belirli zorluklar ve riskler de sunmaktadır. Nihayetinde, sorumlu bir şekilde ve etik uzmanlar ve acil durum yönetimi uzmanlarına danışılarak kullanıldığında yapay zeka, felaketle mücadelede paha biçilmez bir araç olduğunu kanıtlayabilir. Bunun gerçekleşebilmesi için bu alanda yapılacak bilimsel çalışma sayısının artırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

AFAD (2020). Bilgi ve Yönetim Sistemi (BYS). Erişim tarihi: 28 Mayıs 2020. <https://www.afad.gov.tr/TR/Sayfalar/Bilgi-ve-Yonetim-Sistemi.aspx>

Akyürek, C. (2019). Afet yönetimi. İstanbul: Beta Yayınları.

Arya, A. (2018). Risk assessment of natural disasters. California: SAGE Publications.

Bennet, B., Ballou, B. (2016). Risk yönetimi: Uygulamalı bir yaklaşım.

Boston Dynamics. (2023). Spot. <https://www.bostondynamics.com/spot>

Brown, C. M. (2021). Disaster response and management: Best practices for personnel training. Journal of emergency services, 42(1), 15-30.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., Demirel, F. (2017). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi. Pegem Akademi.

Ceyhan, U. (2019). İllerin risk analizleri. Marmara Üniversitesi, 2(1), 863-896.

Chen, J., & Guo, H. (2020). A hybrid deep learning approach for flood mapping using remote sensing data. Sensors, 20(1), 182.

Çelik, M., İnci, M. (2018). Afet yönetiminde yapay zekanın kullanımı: Sosyal medya verilerinin kullanımı. Afet yönetiminde teknolojik yaklaşımlar: Risk değerlendirmesi, yönetim, iletişim ve deneyimler, 139-156.

Deng, B., Li, Y., Zhang, X., Jiang, Y., Hu, W. (2020). Artificial intelligence based on IOT and cloud computing. Applied Mechanics and materials, 881, 1-7.

Dhar, D.N., Patidar, S. and Dihora, A.K. (2020). Flood hazard monitoring and early warning system for indian cities using artificial neural networks. Journal of disaster risk assessment and mitigation, 12(1), 1-11.

Dicle, Y., Düzdaş, C., Akıncı, H. (2017). Afet yönetimi planı. Uluslararası afet yönetimi, 216-221.

Dostal, J. and Helm, E. (2020). Artificial intelligence in disaster management: A systematic literature review. International journal of disaster risk reduction, 50.

Erdemir, N. (2021). Doğal afetler sonrasında afet planlarının gözden geçirilmesi ve güncellenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 36(4), 1821-1832.

Eren, T., Akdaş E. (2023), Afet ve acil durum yönetiminde arama kurtarma ekiplerinin oluşturulması, Afet ve risk dergisi, Cilt 6, Sayı 3, 1060 – 1073.

Ferraro, P. (2019). Vulnerability and Adaptation to climate change. Springer International Publishing AG, 89.

Genç, H., Bulut, K. (2021). Stratejik yönetim: kaynakların tahsisi. İstanbul: Delta Yayınları.

Göksun, H. (2020). Sosyal iletişimde etkili tepkiler. Ankara: Bilgi Üniversitesi Yayınları.

Güngör, M., Özdamar, K. (2020). Stratejik yönetim. İstanbul: Beta Yayınları.

Gürgen, T., Aşkın, M. (2020). Yapay zeka teknolojileri ve afet yönetiminde kullanımı. Akademik bakış dergisi, 3(2), 63-71.

Huang, C. (2019). Basics of Artificial Intelligence and Machine Learning. Apress.

İsbir B., Kaya A. (2022), Güvenlik ve acil durum koordinasyon merkezi (GAMER) ve yapay zekanın afetlerde uygulanabilirliği, Afet ve risk dergisi, Cilt 5, Sayı 2, 2022, 601 – 622.

IBM, (2023a). Weather company, <http://www.ibm.com/watson/services/weather/>

IBM, (2023b). IBM cloud: Watson natural disasters. <https://www.ibm.com/case-studies/ibm-cloud-watson-natural-disasters>

Kaufer, E., & Bursztein, E. (2020). Artificial intelligence technologies in disaster management for local governments: A literature review. Journal of emergency management, 18(3), 45-56.

Kim, J., & Lee, S. (2021). The use of artificial intelligence by local governments in disaster management: A case study of a city. Journal of risk management, 15(2), 76-85.

Kıyak, M., Şahin, E. (2021). Afet yönetiminde kaynak yönetiminin önemi ve sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. Yönetim ve ekonomi araştırmaları dergisi, 19(2), 123-138.

Knapp, M. (2020). Strategic management process. In C. Wankel (Ed.), Encyclopedia of business and management (vol. 1, pp. 1–8). Palgrave Macmillan, Cham.

Konak, A., Akdemir, E. (2019). Risk değerlendirmede yapay zeka teknolojilerinin kullanılması: Yıldız teknik üniversitesi örneği. Yönetim ve ekonomi, 26(3), 916-933.

Kotai, J., Alhaj, R. (2019). Yapay zeka ile afet yönetiminin kullanımı: mevcut ve gelecekteki uygulamalar. Ulusal afet yönetimi dergisi, 1-9.

Kumar, S. P., Goyal, D., Dass, S., Sahu, A. (2019). Artificial intelligence: a review of its recent developments, applications and challenges. International journal on recent and innovation trends in computing and communication, 7(6), 4218-4226.

Li, W., Xu, Y. (2021). The use of information system technologies in disaster risk management: A case study. International Journal of Disaster Risk Management, 10(2), 35-46.

Liu, Y., Perez, R. Ve Dillenbourg, P. (2020). Socially intelligent robots for social distancing. Paladyn, Journal of Behavioral Robotics, 11(1), 369-376.

Ma, Y., Huang, P., Shang, Y., Zhang, Y. (2019). Exploring the role of artificial intelligence in social media. In advanced computing and communication technologies, 1-5.

Martin, C. (2019). The risk assessment of natural hazards. London: Routledge.

Morris, T. (2016). Disaster risk reduction in ethiopia. Palgrave macmillan, 132.

Müller, B. B., Blasi, G. (2018). The impact of climate change on household welfare in Ethiopia. The Journal of Development Studies, 38.

NASA, (2023). FIRMS - Fire Information for Resource Management System, <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>

NASA. (2018). UAV Sense: Air Traffic Management Support for UAVs. <https://www.nasa.gov/centers/ames/capabilities/aerial/innovations/Air-Traffic-Management-Support-for-UAVs.html>

National Science Foundation. (2019). Using artificial intelligence to improve emergency response and disaster relief. <https://www.nsf.gov/cise/ai.jsp>

Özberk, N. (2023). Afet ve Risk Dergisi, Cilt 6, Sayı 1, 2023, 36 - 56,

NIST (2021). AI and disaster resilience: a resource collection. National institute of standards and technology. <https://www.nist.gov/news-events/events/2021/07/2021-disaster-resilience-symposium>

NOAA (2020). Hurricane evacuee assistance and logistics (HEAL). Erişim tarihi: 28 Mayıs 2020. <https://www.noaa.gov/hurricane-prep>

NOAA, (2023). Flood early warning system (FEWS), <https://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/floods/detection/>

Norman, D. (2018). Security management. John Wiley ve Sons. Pillay, H. ve Meer, G. (2014). Office management. Oxford University Press.

Ocak, E., Güngör, H. O. (2020). Stratejik yönetimi. Alfa Yayıncılık.

Ojukwu, C., Alkali, N., and Anighata, G. (2021). Use of artificial intelligence in disaster management: A systematic literature review. International journal of disaster risk reduction, 57.

Özcan, Y. (2019). Artificial intelligence and its application areas. *Journal of education and training studies*, 7(8), 17.

Özdemir, K. (2021). *Stratejik yönetim: Ar-Ge faaliyetleriyle rekabet gücü*. İstanbul: Epsilon Yayınevi.

Özkan, A. B., Bozkurt, Y. (2018). Artificial intelligence (AI) in emergency management. In *Book of Proceedings of the International Conference on Emergency Management*, 435-440.

Özkan, A., Yüksel, E. (2017). Afet yönetiminde sosyal medya kullanımı. *İstanbul Teknik Üniversitesi Yönetim ve Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3(2), 255-270.

Öztürk, A., Tuncel, G. E. (2019). Yerel afet yönetimi. *Yönetim ve Planlama*, 273-278.

Partigöç, N. S. (2022). Afet risk yönetiminde yapay zeka kullanımının rolü. *Bilşim teknolojileri dergisi*, 15(4), 401-411.

Rosenberg Matthew, J. (2017). *Climate Change*. ReferencePoint Press, 64.

Sezer, F., Erdogan, K., Yurdakul, M. (2014). The role of artificial intelligence in disaster management. *International Journal of Artificial Intelligence ve Applications (IJAlA)*, 5(4), 47--55.

Sharma, A., & Dhir, A. (2021). The role of social media during COVID-19 pandemic: A systematic review. *Informatics in Medicine Unlocked*, 23, 100472

Shrestha, D., Bhattarai, R., & Lee, J. (2020). A literature review on natural language processing techniques for disaster management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, St. Martin's Press, 51, 101771.

Singh, P. & Singh, S. K. (2021). Detection and classification of disasters using social media big data: A systematic literature review. *Telematics and Informatics*, 58, 101565.

Subedi, A., & Chintalapudi, S. (2020). A survey on the use of artificial intelligence in disaster management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 101775.

Suzuki, S. (2018). *İşletme Politikası ve Stratejisi*. Oxford University Press.

Sümer, Y. (2019). Stratejik Afet Yönetiminde Yapay Zeka Uygulamaları. *Ar-Ge ve Strateji*, 8(1), 55-72.

Tarm, M. (2014). *Disaster risk reduction in an age of climate change*. Routledge, 54.

Tezel, P. (2019). *Güvenli Kentler İçin Risk Analizi*. İstanbul: Akademi Yayınevi.

The World Bank, (2021). *Disaster Risk Management*. <https://www.worldbank.org/en/topic/disasterriskmanagement>

Thoma, G. (2016). *Natural Disasters in Developing Countries*. New York: Palgrave Macmillan.

Tilburg, G., Başoğlu, K. (2018). *Afet Planlama ve Yönetimi*. Ankara: CT Yayıncılık.

Tsunami Laboratory, TSUNAMIT: A real-time tsunami inundation forecast system, <http://tsun.sccc.ru/>

Turk, M., Baer, M., Boss, C. (2016). Artificial intelligence in emergency management. *International Journal of Emergency Management*, 13(4-5), 228-240.

URL 1, <https://www.google.org/crisismap/> (Son Erişim: 28.05.2023).

USGS, ShakeAlert earthquake early warning system, <https://www.usgs.gov/media/videos/shakealert-sensor-and-station>

Üçer, G. (2020). Afet Yönetiminde Uygulamalar. Ankara: Herr Yayıncılık.

Wein, A., Landsbergen, D., Vos, M. (2018). Afet Yönetimi ve Kriz Yönetimi. Ankara: Gazi Kitabevi.

Yakut, Y., Sevinç, U. (2016). Afet Yönetim Stratejileri. Afet ve Risk Yönetimi, 81-96.

Yılmaz, U., Küçük, B. (2020). Stratejik Yönetim: Sonuçları Değerlendirmek. Ankara: Gamma Yayınları.

Yüksel, G., Tuncay, T. (2023), Amasya ilinde afete hazırlık çalışmaları: Paydaş analizi. Afet ve Risk Dergisi, Cilt 6, Sayı 3, 2023, 901 – 922.