



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tiha>

e-ISSN 2687-6094



Biyolojik Bozguna Yeni Bir Tedbir: Yapay Zekâ Destekli İnsansız Hava Araçları

Mutlu Can Soydan ^{1*}

¹ Amasya Üniversitesi, Merzifon Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Sivil Havacılık Kabin Hizmetleri Pr., 05300, Amasya, Türkiye; (mutlucansoydan3@gmail.com)



Sorumlu Yazar:
mutlucansoydan3@gmail.com

Araştırma Makalesi

Alıntı: Soydan, M. C. (2024). (2024). Biyolojik Bozguna Yeni Bir Tedbir: Yapay Zekâ Destekli İnsansız Hava Araçları. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 6(2), 81-90.

Geliş : 11.12.2023
Revize 1 : 26.06.2024
Revize 2 : 27.08.2024
Kabul : 05.11.2024
Yayınlama : 31.12.2024

Özet

Kendini sıklıkla jeofiziksel, hidrolojik, teknolojik, meteorolojik, iklimsel ve biyolojik biçimleriyle gösteren afetler gün geçtikçe çeşitlenmektedir. Söz konusu durum artık mevcut anlayışların ve araçların acil bir müdahaleye yetemediğini de ortaya koymaktadır. Bu afetlerin önem sırası kıtalara, ülkelere ve bölgelere göre değişmekle birlikte, özellikle son yıllarda biyolojik afetlerin etkisinin küresel olması bu çalışmaya kaynaklık etmiştir. Nitekim biyolojik afetlerin, yayılma süresine müdahaleleri bakımından diğer afetlerden ayrı tutulması da gerekmektedir. Çalışma doğrudan bu sürenin indirgenmesi amacını gütmektedir. Şayet bu tipteki afetlerin kaynağına efektif bir müdahale sağlanabilirse etkisi azalacaktır. Çalışmada, sistematik analiz yöntemi kullanılmıştır. Analiz, araştırmanın temel fikrinin daha güçlü kanıtlar ile desteklenmesine imkân sağlaması yönünden tercih edilmiştir. Çalışma, neticede iki tip biyolojik afet müdahalesiyle temellendirilmiştir. Bunlardan ilki, biyolojik afetlerin yayılma sıklıklarının bölgesel olarak ölçülmesinin esas alındığı ilk müdahaledir. İkincisi de; bu çalışmada ilk kez ortaya koyulacak olan CAAN Modeli ile gerçekleştirilecek diğer bir müdahaledir. İlk müdahalede söz konusu ölçüm, yapay zekâ destekli bir veri akışı ile sağlanacaktır. İkinci müdahalenin çıkış noktası ise; bölgede vazifelerini sürdüren sağlık kurum/kuruluşlarının, afet ve acil durum kurum/kuruluşlarının ve sivil toplum kuruluşlarının, bölgeye yönelik bilgi akışını bir yapay zekâ destekli sivil ağ üzerinden ilgili havacılık otoritesine aktarmasıdır. Modelin bulguları çerçevesinde; bilgi akışı daha sağlıklı hale gelmiş, dönemin ve afetin ihtiyaçlarına göre insansız hava aracı o bölgenin acil ilaç vb. gibi ihtiyaçlarını rahatlıkla karşılamıştır. Çalışmanın son bölümünde dezavantajlarına nazaran, modelin avantajlarının çok daha baskın olduğu çıkarımı yapılmıştır. İnsansız hava aracı üreticileri, sağlık kurum/kuruluşları, afet ve acil durum dernekleri/başkanlıkları/müdürlükleri, sivil toplum kuruluşları ve yetkili sivil havacılık otoriteleri tam da bu noktada bu tip krizlere yeni nesil ve yapay zekâ destekli bir ağ sistemi ile müdahale etmeyi tecrübe ettikleri takdirde, ortaya çıkacaklar karşısında da hem stratejik hem de operasyonel anlamda nelere odaklanacaklarını, ne türden tedbirler alacaklarını kolaylıkla izleyebilirler.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik afet, yapay zekâ, insansız hava araçları, sivil havacılık.

A New Measure Against Biological Defeat: Artificial Intelligence Supported UAV

*Corresponding Author:
mutlucansoydan3@gmail.com

Review Article

Citation: Soydan, M. C. (2024). A New Measure Against Biological Defeat: Artificial Intelligence Supported UAV. *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 6(2), 81-90 (in Turkish).

Received : 11.12.2023
Revised 1 : 26.06.2024
Revised 2 : 27.08.2024
Accepted : 05.11.2024
Published : 31.12.2024

Abstract

Natural disasters, which manifest themselves in various forms such as geophysical, hydrological, technological, meteorological, climatic, and biological, are becoming more diverse day by day. This situation reveals that existing understandings and tools are no longer sufficient for an urgent intervention. While the importance of these disasters varies according to continents, countries, and regions, the global impact of biological disasters in recent years has prompted this study. Indeed, it is necessary to treat interventions for biological disasters separately from other disasters in terms of the spread time. This study directly aims to reduce this time. If effective intervention can be provided at the source of these types of disasters, their impact will decrease. In the study, systematic analysis method was used. Analysis is preferred because it allows the basic idea of the research to be supported by stronger evidence. The study is ultimately grounded on two types of biological disaster interventions. The first one is based on measuring the regional spread frequencies of biological disasters. The second one involves the implementation of the CAAN Model being introduced for the first time in this study. In the first intervention, the measurement in question will be provided through an artificial intelligence-supported data flow. The starting point of the second intervention is for the health institutions/agencies, disaster and emergency institutions/agencies, and civil society organizations operating in the region to transfer information flow related to the region to the relevant aviation authority through an artificial intelligence-supported civil network. Within the framework of the findings of the model; the information flow has become healthier, and unmanned aerial vehicles have easily met the urgent needs of that region such as medication, based on the needs of the era and disaster. In the final section of the study, it is inferred that the advantages of the model are much more dominant compared to its disadvantages. Unmanned aerial vehicle manufacturers, healthcare institutions, disaster and emergency organizations, civil society organizations, and authorized civil aviation authorities, when they experience intervening in such crises with a next-generation and artificial intelligence-supported network system, can easily observe what they will focus on strategically and operationally, and what precautions they will take in the face of emerging challenges.

Keywords: Biological disaster, artificial intelligence, unmanned aerial vehicles, civil aviation.

1. Giriş

Afetlerin yönetimine yeni nesil bir yaklaşım için sıkça yapay zekâ¹ uygulamalarından, dijital dönüşümlerden ve hava araçlarının varlığından yararlanılmaktadır (Değirmen vd., 2018).

Yapay Zekâ (YZ), bilgisayar bilimi alanındaki teknolojik gelişmelere yardımcı olan ve akıllı sistemler oluşturmak için kullanılan bir mühendislik bilimidir (Aiken & Epstein, 2000). Esasında insan zekasının nasıl çalıştığına bir kopyasıdır, fakat gözlemlenebilir yöntemler sunmamaktadır. YZ, birtakım hesaplama modelleri kullanılarak problemlerin analitik ve algoritmik yönüyle ilgilenen çalışmaların bir bütünüdür (Amisha vd., 2019). Öte taraftan YZ, birtakım sistemlere gelişmiş bir zekâ yerleştirilmeye çalışılan yeni nesil bir bilgisayar bilimi olarak da tanımlanmaktadır (Andriessen & Sandberg, 1999).

Bu tanımlardan hareketle, YZ çeşitlerinin anlaşılması, ne tür bir amaca hizmet edebileceğinin anlaşılmasını kolaylaştıracaktır. YZ'nin ilk türü "Reaktif Makineler" olarak adlandırılan biçimdir. Bunlar son derece sınırlı kapasiteye sahip eski YZ sistemleridir. İnsan zihninin çeşitli uyaranlara yanıt verme yeteneğini taklit ederler. Bir diğer türü de "Sınırlı Belleğe Sahip YZ" dir. Sınırlı bellekli makineler, tamamen reaktif makinelerin yeteneklerine sahip olan ve kararlar almak için geçmiş verilerden öğrenme yeteneğine sahip makinelerdir. Günümüzde bilinen mevcut uygulamaların neredeyse tamamı bu kategoriye aittir. İnsansız hava araçlarının görüntülerle öğrenme deneyimi YZ'nin bu tipten açıklanabilir (Dhokare & Gaikwad, 2021). Keza bu çalışmada da, bu tipin bir uygulaması tartışılacaktır. Bir diğeri "Zihin Teorisi" tipidir. Etkileşimde bulunan varlıkların ihtiyaçlarını, duygularını, inançlarını ve düşünce süreçlerini belirleyerek daha sağlıklı bir anlaşılma sağlama olarak tanımlanmaktadır. "Kendinin Farkında Olan YZ" tipi ise şu anda varsayımsal olarak YZ'nin gelişimindeki son aşamadır. Bu tipin, muhtemelen kendi duyguları, ihtiyaçları, inançları ve kendi arzuları da olacağı öngörülmektedir. "Genel YZ" tipi de bir insan gibi öğrenme, algılama, anlama ve işlev görme yeteneğinin toplamını ifade etmektedir. Son olarak "Yapay Süper Zeka", YZ çalışmalarının başlangıcını işaret etmesi yönünden önem arz etmektedir. Bu tip, insan çok boyutlu zekasını taklit etmesinin yanı sıra, genişletilmiş hafızası, daha hızlı veri işleme, analizi ve karar alma yetenekleri yönleriyle öne çıkmaktadır (Dhokare & Gaikwad, 2021).

Öte taraftan bu teknolojileri doğru biçimde kullanabilmenin yolu, hedef afeti iyi tanımlamaktan

geçmektedir. Bu çerçevede; araştırmanın ilk etabı, faydalanana biyolojik afetleri kavramsal bakımdan tanımlamak ve söz konusu afet türünü biyolojik ajanları, hastalıkları ve potansiyeli bakımından tasnifleyecektir. Nitekim afet yönetim süreçlerinden şüphesiz en kritik olanı; afet gerçekleşmeden harekete geçebilme dürtüsüdür.

Söz konusu alan yazında yine sıklıkla "drone teknolojisi"nin kavramsallaştığı fark edilmiş, ancak çalışmalar çoğunlukla insansız hava araçlarının görüntü alınması ve işlenmesi sürecinde kullanıldığı saptanmıştır. Bu anlamda çalışma, güncel bir bakış açısıyla söz konusu teknolojinin iletişim eksikliğine yönelecektir. Nitekim araştırma süreci içerisinde ilgili literatür taranırken daha önceki araştırmacıların; afetlerde DRR, afetlerde eylem planı ve afet sonrası analiz gibi hususlara odaklandıkları tespit edilmiştir. Ancak bu çalışmada söz konusu hususlar kapsam dışı bırakılmış; araştırma insansız hava aracı ile geliştirilmiş acil müdahale süresinin indirgenmesine odaklanmıştır.

Çalışmada sistematik analiz yöntemi; araştırmacının ana fikrine gitmesi için bir yol olarak kullanılacaktır. Bu yöntemle gerçekleşen araştırmalar birkaç adımda özetlenebilir. Bu yöntemin ilk adımı; ilgili araştırmaların incelenmesini müteakip temel problemi belirlemek, ardından çalışmanın evrenini oluşturarak temel probleme yapılacak müdahaleleri önermek (araştırmada sıkça "acil durumda gerçekleştirilecek müdahaleler" olarak söz edilecektir) ve alternatif yolları belirginleştirmektir. Nitekim sürecin daha objektif ve tekrarlanabilir olmasını sağlamak için, incelemenin fiili olarak yürütülmesinden önce araştırma prosedürlerinin tamamının açık hale getirilmesi esastır (Atlı, 2024b). İkinci adım ise; doğru bilgi kaynaklarını belirlemektir. Ardından bu çalışmaların kalitesinin belirlenmesi araştırmacıya ait olacaktır. Bir sonraki adım da; çıkarımlar (çalışma bu adımın çevresinde temellenecektir) gerçekleştirmektir. Son olarak araştırma değerlendirilecek ve birtakım önerilerde bulunacaktır.

Sistematik analiz yöntemi örnek bir çalışma ile; su florürülenmesinin güvenliği konusunda yayınlanacak olan bir araştırma üzerinden izah edilebilir. Burada konunun temelini florürleme değil, inceleme metodolojisi olması vurgulanabilir. Hatta çalışma neticede özellikle kamusal kararların alınması konusunda okuyucusuna hem teorik hem de pratik önerme/önermeler sunabiliyorsa; tam da bu noktada çalışmanın bu tipten bir yöntem ihtiyacı duyduğu belirtilebilir. Bu varsayım çalışmadan hareketle,

¹ Çalışmanın bu kısmından itibaren "yapay zekâ" kavramı, "YZ" ifadesi ile kısaltılacaktır.

çalışmanın bu kısmında benzeri örnekler ele alınacaktır.

Bu kısımda ele alınan çalışmalar ise, bu araştırmanın odak noktasının belirlenmesinde ve sınırının çizilmesinde önemli rol oynamıştır. Yer verilen araştırmalar, kronolojik bakımdan güncelden geçmişe göre sıralanmıştır.

İlk irdelenen çalışma Sharma vd. (2024) araştırmacılarına aittir. Gerçekleştirdikleri çalışmada, afet müdahalesi esnasında spektral verimliliği en üst düzeye çıkarmak, insansız hava araçlarının pil ömrünü artırmak ve daha sağlıklı bir kablosuz iletişim için bir güç optimizasyon tekniği önermektedir. Ludwig vd. (2023), gerçekleştirdikleri çalışmasında, 2000-2020 yılları arasında insansız hava araçları ve doğal afetler hakkında rapor veren 254 makalenin bibliyografik bir incelemesini sunmuştur. Ana bulgu olarak, afet öncesi aşamada insansız hava araçlarının risk azaltmada kullanımıyla ilgili çok az çalışma olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bushnaq ve Natalizio (2022), insansız hava aracı sisteminin, COVID-19 karantina bölgelerinde çok kullanışlı ve etkili bir araç haline geldiğini ortaya koymuşlardır. Baker vd. (2020), yaptıkları araştırmada afet sonrası çelik kirişlerdeki hasarı tespit etmek için düşük ışık koşullarında insansız hava araçlarının kullanımını araştırmışlardır, neticede dünyanın bu konuda daha fazla deneye ihtiyacı olduğuna kanaat getirmişlerdir. Estrada ve Ndoma (2019), gerçekleştirdikleri çalışmada afet sonrası hasar değerlendirmesi, afet lojistiği ve afet sonrası meteorolojik değerlendirmelerin bir takım otonom hava aracı sistemleri ile gerçekleştirilmesi gerektiği bulgusuna ulaşmışlardır. Kamilaris ve Boldú (2017), araştırmalarında, oluşturdukları veri kümesine (yangın, deprem, yıkılmış binalar, tsunami ve sel gibi afetlerin görüntülerinden oluşan) dayanarak derin öğrenmenin yakın gelecekte afetleri yüksek doğrulukla tahmin etme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

“Biyolojik Afetlerde Yapay Zekâ Destekli İnsansız Hava Araçları” adlı bölüm de, araştırmanın bulgular kısmını oluşturacaktır. Son bölümde ise araştırmanın sonucu ve önerilerine ilişkin esasları yer alacaktır.

2. Yöntem

Araştırmanın Tasarımı: “Sistemik Analiz” yöntemi doğrultusunda belirlenen ölçütleri izleyerek periyodik bir literatür incelemesi çalışması yürütülmüştür. Belirlenen bu ölçütler iki ayrı şekilde alınmıştır. İlki konunun içeriğine uygun/yakın çalışmaların incelenmesi, ikincisi ise bu yöntemle uygun/yakın çalışmaların incelenmesi sağlanmıştır.

Uygunluk Kriterleri: Sistemik incelemeler çerçevesinde çalışmada; yayınlanmış/yayınlanma aşamasındaki lisans tezleri, kitaplar, kitap bölümleri, bilimsel araştırmalar, bilimsel makaleler ve web kaynakları incelenmiştir. Çalışmanın araştırılma sürecinde ana dil kısıtlaması yoktur, hatta sıkça İngilizce dilinden çeviriler gerçekleştirilmiştir.

Verilerin Toplanması: Hem ulusal hem de uluslararası kapsamda sistematik bir bilgi kaynağı araması gerçekleştirilmiştir. Arama, yine iki ayrı ölçüt çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. İlki konunun içeriğine uygun/yakın çalışmaların incelenmesi, ikincisi ise bu yöntemle uygun/yakın çalışmaların incelenmesi şeklindedir.

Veri Çıkarım Süreci: Gerçekleştirilen bilgi kaynağı arama sürecinden hareketle, çalışmanın temel fikri; literatürdeki çalışmalar ile desteklenerek uygun bir zemine oturtulmuştur.

Araştırma Süreci: Bu araştırmanın problemi belirlenirken problemin önemi ve çözümlenebilme durumu göz önünde bulundurulmuş; bu anlayış da problemin sınırlarının belirlenmesinde bir araç haline gelmiştir. Çalışmada, “Biyolojik afetlerde, YZ teknolojileri sayesinde insansız hava araçlarının kabiliyetleri kullanılabilir mi?” tipinde bir problemin cevabı aranmıştır. Bu problem, araştırmanın diğer aşamaları için kuramsal bir anlam zemini de oluşturmuştur. Çalışma temel problemine cevap ararken; biyolojik afetlerde insansız hava araçlarının buldukları konunun ve geleceklerinin irdelenmesi gibi ikincil bir amaç da edinmiştir.

Çalışma araştırmacılara biyolojik afetlerde insansız hava araçlarının daha ulaşılabilir olduğunu göstermesi bakımından önem taşımaktadır. Bu ulaşılabilirlik, nicel anlamdaki biyolojik hastalık tespitlerinin ardından; yeni nesil bir iletişim ağı ile sağlanacaktır. Araştırma insansız hava araçlarının biyolojik afetlerde faaliyetlerini sürdüreceği ve bu afetlerde sıkça kullanılacağı varsayımına dayanmaktadır. Şayet gelecekte çok daha teknolojik araçların icadı halinde, söz konusu iletişim ağı kuşkusuz çok yönlü biçimde gelişecektir.

Çalışmada irdelenen konular, araştırma hakkında esaslı bir anlayış oluşturulması açısından; uluslararası dokümanların ve bilimsel çalışmaların incelenmesi yöntemiyle derlenmiştir. Bu derlemenin yorumlanması ise birbiriyle bağlantılı ve tamamlayıcı bir yaklaşım ile ortaya koyulmuştur. Bu araştırma konusu özelinde genel çerçevenin çizilirken; ihtiyaç duyulan dokümanların ulaşılabilirlik durumu, dokümanların özgünlüğünün kontrolü, dokümanların anlaşılabilirliği, bilgilerin analiz edilebilirliği ve verilerin tarafsız olup olmaması hali bir süreç halinde gözden geçirilmiştir. Çalışmanın sonucu ve önerisi ise

sistemik bir bakış açısıyla ele alınmış ve yorumlanmıştır.

Çalışmanın derlenmesinde, sistemik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu analiz; önceki araştırmaların detaylı ve objektif kıstaslar ile taranıp, sonuçların kolaylıkla değerlendirilmesine imkân sağlaması sebebiyle çalışmaya uygun bir yöntem olarak görülmüştür (Uman, 2011; Karacam, 2013). Araştırmanın "Giriş" bölümünde yer aldığı üzere; bu çalışmada analizin iki ayrı kıstası bulunmaktadır. İlki konunun doğrudan ilişkili olduğu ülkemiz afetlerine yönelik gerçekleşen araştırmalar, bir diğeri de ilgili araştırmaların afetlere müdahale aşamalarından hangisi/hangilerine odaklandığının saptandığı araştırmalardır.

İnsansız hava araçları ilk geliştirildiğinde, bu cihazlar manuel olarak, uzaktan kontrol ediliyordu. Ancak şimdilerde, söz konusu araçlar genellikle operasyonların bir kısmını veya tamamını otomatikleştiren YZ'yi bünyesinde barındırmaktadır. YZ'nin işin içine dahil edilmesi; görsel ve çevresel verileri toplamak ve bunları da biyolojik afetlerde uygulamak için hava aracının sensörlerine gelen verileri kullanması anlamına gelmektedir (Cao & Jiang, 2020).

Çalışma, aynı alanda gerçekleştirilmiş geçmiş çalışmaların üzerine koyacak şekilde tartışılacaktır. Bu çerçevede akademik veri tabanları kullanılarak ülkemizde bu minvalde gerçekleştirilen araştırmalar detaylıca incelenmiştir. Veri tabanları, insansız hava araçları çerçevesinde özellikle yabancı dilde oldukça fazla araştırmanın gerçekleştirildiğini ortaya koymuş, ancak çalışmayla doğrudan ilişkili araştırmalara ulaşmak amacıyla veri tabanlarındaki filtreler kullanılmıştır. Burada esas gaye, insansız hava araçlarının ülkemizde gerçekleşebilecek afetlerde etkinliğini irdeleyen çalışmalara ulaşmaktır.

Bu kısımda ele alınan benzeri çalışmalar, hem bu araştırmanın yöntemine yakın yöntemler izlemesi, hem de irdeledikleri konuların benzerliği itibarıyla bu kısımda özetlenecektir. Ayrıca bu kısımdaki araştırmalar gerçekleştirildiği yıllar itibarıyla değil; konularının benzerliği ile tasniflenmiştir.

Bu noktada ele alınan ilk araştırma, Değirmen vd. (2018) araştırmacılarına aittir. Araştırmacılar afet bölgelerinin gözetlenmesinde kullanılabilmesi amacıyla bir rota planlaması ortaya koymuştur. Programlama tabanlı bu yaklaşım, kullanılacak yer istasyonlarını da tespit etmektedir. Bir diğeri araştırma Uysal vd. (2018) araştırmacılarının gerçekleştirdiği "İnsansız Hava Araçlarının Afet Yönetiminde Kullanımı" adlı çalışmadır. Araştırmada araştırmacılar tarafından bir test alanı belirlenmiş, bu alandan

yakalanan görüntülerin de arama-kurtarma ve iyileştirme faaliyetlerinde kullanılabileceği açıklanmıştır. Yine Türk (2009), gerçekleştirdiği araştırmada bir insansız hava aracından elde edilen fotogrametrik verilerin ne şekilde kullanılacağını ortaya koymuştur. Coğrafi bilgi sistemlerinin ülkemizde gerçekleşen doğal afetlerin yönetiminde zaten kullanıldığını ortaya koyması bakımından çalışma önem arz etmektedir. Keza bu tipten bir çalışma da Villi ve Yakar (2023) araştırmacılarına aittir. Bu araştırmacıların bir önceki yıl gerçekleştirdikleri çalışma ise (2022) coğrafi bilgi sistemleri uygulamalarının yanı sıra bir takım sensör tiplerini de irdelemişlerdir. Yılmaz (2019), çalışmasında insani yardım lojistiği kullanım aşamaları ve alanlarını detaylandırmıştır. Özkan (2018) de çalışmasında, ülkemizde gerçekleşebilecek olası orman yangınlarının riskli bölgelerini tespit etmiştir. Bu çerçevede neticede senaryolar halinde bir takım kabul edilebilir rota planlamaları ortaya koymuştur.

Bu araştırmalardan hareketle, ele aldığı ilkeleri ve neticede ortaya koyacağı önerisiyle söz konusu konunun ülkemizde bu yönüyle ilk kez irdelendiği tespit edilmiştir.

2.1. Biyolojik Afetler

İnsanoğlu tarih boyunca biyolojik hastalık etkenlerinin sebep olduğu hastalıklarla karşı karşıya kalmıştır (Tekin, 2021). Bu hastalık etkenleri², bölgesel ve küresel ölçekte sıklıkla insanlığı tehdit etmiş ve ölümlere neden olmuştur. Bu etkenlerin sonucunda şarbon, veba, tularemi, botulinum toksini, influenza, çiçek hastalığı, ebola, risin, AIDS, VHF, SARS-CoV ve MERS gibi hastalıklar ortaya çıkmıştır (AFAD, 2023).

Tablo 1'de yayılma kolaylıkları bakımından tasniflenen biyolojik ajanlar yer almaktadır. Bu ajanların canlılarda yol açtığı birtakım hastalıklar ve daha ciddi hastalıklara sebep olabilme riskine göre potansiyelleri de tabloda yer almaktadır. "A" kategorisinde yer alan ajanlar yayılması en kolay kategori olarak ifade edilebilir. "C" kategorisindeki ajanlar ise gelecekte biyolojik silah olarak kullanılabilecek yeni tehditler olarak değerlendirilmelidir.

Tabloda yer alan biyolojik hastalıklardan korunmak; günümüzde sıklıkla maruz kaldıktan sonra birtakım tedbirler alarak, dekontamine yolla ya da tıbbi tedavi ile sağlanmaktadır. Bu yaklaşım ise afet yönetimine proaktif bir yaklaşım sergilenmesi ile örtüşmemektedir. Gelecekte insanoğlu, biyolojik afetlere afet öncesi, afet anı ve afet sonrası bir plan dahilinde müdahale yapabilmelidir (AFAD, 2023).

² Virüs, toksin ve viral boyutlarla hastalık oluşturan, bu hastalıkları da bulaşıcı hale getiren biyolojik ajanların tamamı.

Tablo 1. Biyolojik afetlerin kategorilendirilmesi.

Kategori	Biyolojik Ajanları	Hastalıkları	Potansiyeli
Kategori - A	- "Variola Major", - "Bacillus Anthracis", - "Yersinia Pestis", - "Clostridium Botulinum Toksini", - "Francisella Tularensis", - "Filovirüsler (Ebola, Marburg)", - "Arenavirüsler (Lassa, Junin, Machupo)"	- "Çiçek", - "Şarbon", - "Vebe", - "Botulizm", - "Tularemi", - "Viral Kanamalı Ateş"	- "Halk Sağlığı ve Ulusal Güvenlik İçin En Yüksek Riski Taşıyan Organizmalar ya da Toksinler"
Kategori - B	- "Coxiella Burnetti", - "Brucella", - "Burkholderia Mallei/Pseudomallei", - "Alfaviruslar (Venezuela, Ensefalomiyeliti)", - "Toksinler (Risin, Clostridium vb.)", - "Rickettsia Prowazekii", - "Chlamydia Psittaci", - "Salmonella Spp.", - "Shigella Dysenteriae", - "Escherichia Coli", - "Cryptosporidium Parvum", - "Vibrio Cholerae"	- "Q Ateşi", - "Bruselloz", - "Ruam/Melioidoz", - "Ensefalit", - "Toksik Sendromlar", - "Tifus", - "Psittakoz", - "Salmonellosis", - "Dizanteri", - "Gıda Zehirlenmesi", - "Cryptosporidiosis", - "Kolera"	- "İkinci Yüksek Riski Taşıyanlar, Orta Dereceli Hastalık Yapma Derecesi"
Kategori - C	- "Nipah Virüsü", - "Hantavirüs", - "Kene Kaynaklı Kanamalı Ateş ve Ensefalit Virüsü", - "Çok İlaça Dirençli Mycobacterium Tuberculosis"	- "Gelecekte Kesinlik Kazanacak Hastalıklar"	- "Yüksek Oranda Hastalığa ve Ölümüne Sebep Verme"

*Kaynak: (AFAD, 2023) kaynağından hareketle araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Bu müdahalenin en kritik noktası, hastalıkların tespiti aşamasıdır. Bu tip hastalıkların tespit süresi uzasa da; mutlaka yayılacaktır. Ancak biyolojik afetlerin acil müdahale süresine etki edilmesi halinde bu tip hastalıklar küresel bir hale dönüşmeyecektir.

2.2. Afet Yönetiminde Yapay Zekâ Kazanımları

Sürdürülebilirlik odağında YZ teknolojilerinin kullanımı, yeni nesil bir anlayışı beraberinde getirerek hızla artmaktadır. Bu noktadaki uygulamalar yalnız afet sonrası değil, afet öncesi riskleri de azaltmaktadır. Havadan görüntüleme ve hava tahmin uygulamaları gibi günümüz uygulamalarının yanı sıra sofistike afetlere yönelik erken uyarı sistemleri tipindeki uygulamalar da küresel havacılık sektöründeki önemli yeni nesil uygulamalar olacaktır. Bu tip YZ uygulamaları, insanoğlunu güvenli alanlara yönlerecektir (Tech Inside, 2023).

Bu uygulamaların yanı sıra, özellikle verilerin değerlendirilmesi sürecinde de YZ uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Burada esas amaç, eylem planlamasının sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesidir. Bir biyolojik afet ortaya çıkmadan, sağlık personelleri YZ verileri ile bilgilendirilebilecek, hatta simülasyon yöntemleriyle biyolojik afetlere müdahale edecek personellerin yeni bir anlayış kazanması sağlanabilecektir.

Bir diğer uygulama da biyolojik afetlerin ardından erişilemeyen yerlere ulaşabilmeyi sağlayabilecek robotik sistemlerdir. İnsan yerine insandan daha

efektif şekilde çalışabilecek robotik uygulamalar, fiziksel ortam ne kadar zor olursa olsun önemli bir rol oynayacaktır (Tech Inside, 2023).

YZ destekli dijital iletişim platformlarının giderek artacağı öngörüsü de yapılabilir. Bu öngörü, geleceğin dünyası için yanıltıcı olmayacaktır. Şüphesiz günümüzde biyolojik afetler yayılırken kurulan iletişim, söz konusu platformlardan biri ya da birkaçıyla sağlanmaktadır. Doğrudan biyolojik afetlerde kullanılacak doğrulanmış veriler, hasta ve riskli bireylerin tespitleri gibi bilgiler de bu platformlardan sağlanabilmektedir. Gelecekte bu tip iletişim platformlarının biyolojik afetler için de geliştirileceği aşikardır. Tersine mühendislikle; biyolojik afetlerin çeşitlenmesi de bu iletişim platformlarının sayısını artıracaktır.

Literatür taraması sürdürülürken; dünyada benzer ancak daha az karmaşık bir örneğinin de hayata geçirildiği saptanmıştır.

Zipline, Ruanda ve Gana'da devlet yetkilileri, yetkili sivil havacılık makamlarından gerekli izin ve görüşleri alarak sağlık hizmeti veren merkezlerle beraber iletişim alt yapısını oluşturmuştur. Ruanda'da iki, Gana'da dört dağıtım noktası kurulmuştur. Bunlar hem insansız hava araçlarının iniş-kalkış terminali olarak, hem de tıbbi malzeme deposu olarak görev yapmaktadır (Euronews, 2023).

Sağlık personeli, ilk etapta Zipline'in online eczane sorumlularına mevcut telefon hatları üzerinden bir text mesajı yoluyla sipariş yollamaktadır. Bu text mesajında acil ihtiyaç duyulan ürünün niteliği ve miktarı

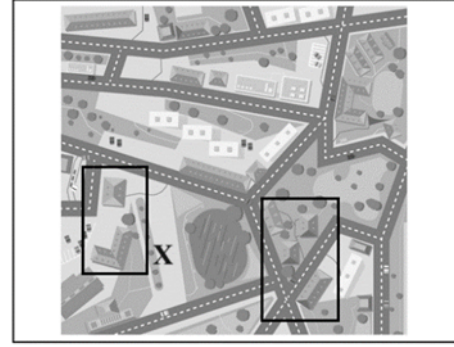
belirtilmektedir. Siparişin yönlendirildiği, en yakın dağıtım noktasındaki ekipler de talebi karşılamak üzere harekete geçmektedir. Personeller dört parçadan oluşan hava aracını uçuşa hazır hale getirmekte ve ardından kargo haznesine korunaklı biçimde ihtiyaç duyulan paket yüklenmektedir. İnsansız hava aracı, acil drone hattı için özel geliştirilen platformdan fırlatılmaktadır. Sürekli olarak GPS bağlantısı da barındıran bu araçlar, uçuş süresince uzaktan kumanda gerektirmeksizin otonom şekilde çıkış ve varış noktaları arasında hareket edebilmektedir. Varış yerine ulaştığında, ihtiyaç duyulan malzemeyi belirli bir yükseklik seviyesinde havadan bırakmaktadır. Hemen ardından açılan paraşüt de paketin deforme olmadan yere inmesini sağlamaktadır (Euronews, 2023).

Buradan hareketle, biyolojik afetlere müdahale bakımından çalışma, iki temel üzerine kurulmuştur. İlki afetlerin nicel bakımdan yayılma hızı ve bölgesel sıklıklarının ölçülerek ölçülmesidir. Bu, hastaların muayene sonuçlarına ve/veya sağlık kurum/kuruluşlarının hastalığı tespit biçimlerine bağlı olarak sağlık otoritesinin uygulamalarına bağlı olarak belirlenebilir. Zaten söz konusu sağlık kurum/kuruluşları günümüzde rahatlıkla vaka haritası ortaya koyabilmektedir. Bu noktanın geliştirilmesinde YZ algoritmalarının desteğine elbette ihtiyaç duyulacaktır. Biyolojik afetlere yapılacak müdahaledeki ikinci dayanak noktası ise doğrudan insan destekli bir sivil iletişim ağının varlığı olacaktır. Bu aşda, afet ve acil durum kurum/kuruluşları ve/veya sivil toplum kuruluşları ile koordine edilerek anlaşılacak bilgi, bu kez insansız hava araçlarını uçuş için hareketlendirecektir. Bu safhada gerçekleştirilecek uçuş, acil ilaç teslimi vb. gibi çağın gerektirdiği amaçlar için yapılabilecektir. Bu iki temellendirme, yalnızca birbirini izleyerek uygulandığında biyolojik afetlere süre bakımından optimal bir yaklaşım sağlanacaktır.

3. Bulgular

İnsansız hava araçları; birtakım kamera biçimleri yoluyla (termal kameralar, yüksek çözünürlüklü kameralar, LIDAR tipi sensörler vb.) geniş miktarda veri toplayacaktır. YZ, insansız hava araçlarından elde edilen bu büyük veri setlerini analiz ederek daha hızlı ve doğru neticeler elde edilmesine yardımcı olur. Veri analitiği, bu çalışmada biyolojik afetlerin nicel bakımdan izlenmesi; yani daha basit bir ifadeyle hasta sayısının izlenmesi amacıyla kullanılacaktır. Bu noktada, sağlık kurum/kuruluşlarının ortaya koyacağı vaka haritası bölgesel anlamda insansız hava aracına rehber olacaktır. Bu yolla biyolojik afetlerin henüz başlangıç aşamasında, vaka sayısının artma eğiliminde

olduğu bölgeler Şekil 1'deki kare benzeri göstergeler ile ifade edilecektir.

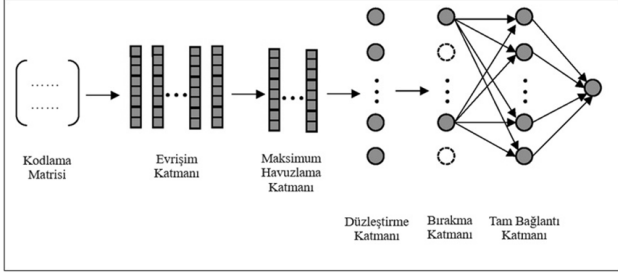


Şekil 1. Örnek basit bölge tespit görüntüsü (Kaynak: (Freepik, 2023).

Bu veriler, otonom olarak bir uçuşu mümkün kılarak operasyonu kolaylaştıracak ve erişilebilirliği artıracaktır. Bu erişim olaylığı, insansız hava araçlarının akıllı mobilite tekliflerinin bir parçası haline gelmesine sebep olacaktır. YZ tabanlı hava araçları, büyük ölçüde bilgisayar görüşüne güvenecektir (Zhu, 2019). Bu teknoloji, bu tipten araçların uçarken nesnelere algılamasına yardımcı olmuş; bilgilerin analizine ve kaydedilmesine olanak sağlamıştır. Zaten bu teknoloji insansız hava araçlarının; uzaktan algılama çalışmalarında kullanılmakta olan uydu ve uçaklara göre daha doğru, hızlı ve düşük maliyetli veriler kazandırılması anlamına da gelmektedir. Özellikle tarımsal bir amaçla elde edilen görüntüler, görüntü işleme yazılımlarında değerlendirilerek elde edilmektedir. Öte taraftan tarımsal ilaç kullanımı da günümüzde bu sistemler ile azaltılmakta ve bu sayede çevrenin korunması desteklenmektedir. Bir taraftan da yıl içerisinde özellikle tarımsal faaliyetin yoğun olduğu aylarda; aşırı çalışma temposu, traktörlerin arızalanmasına neden olabilir (Atlı, 2024). Bu sayede bu tarz bir problemin de önüne geçilecektir. Ancak şu belirtilmelidir ki, aşağıda detaylandırılacak "bilgisayar değerlendirmesi" çerçevesinde; bu araçların günümüzde büyük arazilerde kullanımı uygun, ancak küçük arazilerde kullanımı uygun değildir (Akkamış & Çalışkan, 2020).

Söz konusu bilgisayar değerlendirmesi, bir sinir ağı ile gerçekleştirilen yüksek performanslı görüntü işleme yöntemiyle çalışmaktadır. Bu sinir ağı, makine öğreniminde algoritmaları uygulamak için kullanılan katmanlı bir mimari olarak düşünülebilir. Sinir ağları, hava aracının nesneyi algılamasına, sınıflandırmasına ve izlemesine yardımcı olmaktadır. Buradaki bilgiler, aynı zamanda (fiziksel olarak karmaşık bir ortam öngörüsüyle) biyolojik afetler esnasında hava araçlarının birbirlerine çarpışmalarından kaçınmasını ve temel hedefi bulup bu hedefi izlemesini sağlayacaktır. Bu izleme gerçek

zamanlı olacaktır. Bu noktada bir derin öğrenme algoritması olan; konvolüsyon sinir ağları (CNN) tabanlı yaklaşımlar, nesne tespiti için rahatlıkla kullanılabilir. CNN, herhangi bir nesnenin diğerinden ayırt edilebilmesini de sağlayacaktır. Bu, söz konusu insansız hava aracının yine temel hedefi rahatlıkla bulabilmesine olanak sağlaması anlamına gelecektir. CNN mimarisi, aşağıda yer alan Şekil 2 ile açıklanmaktadır.



Şekil 2. CNN matrisi (Kaynak: (Whang vd., (2021) kaynağından hareketle, araştırmacı tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir).

Yapay sinir ağlarının optimal biçimde uygulanabilmesi, önce makine öğrenimi algoritmalarının nesnelere birtakım bağlamlarda tanınmasını gerektirmektedir. Ardından doğru ve tam bir şekilde sınıflandırması da gerekecektir. Bu husus, insansız hava araçlarına ulaşabilmiş görüntülerin ve/veya hedeflerin algoritmaya beslenmesi yoluyla gerçekleşecektir. İlgili görüntüler de sinir ağına, nesne sınıflarının birinin diğerinden nasıl ayırt edeceğini kolaylıkla öğretecektir. İnsansız hava aracı fotogrametrisi görüntüsünde kesiştirilmiş bölgeler yer aldığına ise (IoU³ olarak ifade edilebilir) makul derecede iyi olan kabul edilecektir (Stanford Üniversitesi, 2023).

Biyolojik afetlere yapılacak müdahaledeki ikinci temel ise doğrudan insan destekli bir sivil iletişim ağıdır⁴. Bu sivil iletişim ağı; yetkili sivil havacılık otoritesi, sağlık kurum/kuruluşu, afet ve acil durum kurum/kuruluşları ve sivil toplum kuruluşları arasında kurulacaktır. Bu ağ sayesinde; söz konusu kuruluşlarından gelecek text tipinde ya da hücreli veri ağları üzerinden gelecek farklı tipteki veriler, o ülkenin yetkili sivil havacılık otoritesi kurumca anlaşılacaktır. Anlaşılan bu veriler, bölgenin vaka sayısı bakımından gereksinimleri olduğunu teyit

edecek verilerden ibarettir. Yani yalnızca bölgenin vaka sıklığını yansıtacaktır. Bu filtrelenenin YZ destekli olarak sağlanması esastır, filtrelene bir bölgenin diğer bölgeye göre daha çok vakaya sahip olduğunu açıkça ortaya koymaya yöneliktir.

Şekil 1'den hareketle; emsal olarak X bölgesinde, SARS vakaları Y rakamının üzerine çıktığında bölgede vazifelerini sürdüren sağlık kurum/kuruluşları, afet ve acil durum kurum/kuruluşları ve sivil toplum kuruluşları, bölgeye yönelik bilgilendirmeyi (vaka verilerini) bu YZ destekli iletişim ağı üzerinden sivil havacılık otoritesine aktaracaktır. Otorite bilgiyi teyit edemez ve/veya insansız hava araçlarına ihtiyaç olmadığına kanaat getirirse iki tarafa da ihtiyacın reddine dair bir geri bildirim verecektir. Bilginin teyit edildiği ve insansız hava araçlarının kullanımına kanaat getirdiği durumda ise yetkili otorite insansız hava araçlarının belirlenen hava sahaları üzerinde kullanımına izin verecektir. Bu sayede yetkili otorite, insansız hava araçları kabiliyetlerine tam da bu noktada erişecek ve söz konusu biyolojik afet daha fazla yayılmadan müdahale edecektir



Şekil 3. CAAN modeli.

Bu noktada insanoğlunun bu tip krizleri daha kolay atlatabilmeleri amacıyla geliştirilen ve bu çalışmada ilk kez ortaya atılan "Civil Aviation Authority Network" ifadesinin baş harflerinden oluşan kavram; "CAAN Modeli" (Şekil 3) bilimsel araştırmacılara, yetkili sivil havacılık otoritelerine, insansız hava aracı üreticilerine, sağlık kurum/kuruluşlarına, afet ve acil durum dernekleri/başkanlıkları/müdürlüklerine ve sivil toplum kuruluşlarına⁵ ileriye dönük çalışmaları, teknolojik, stratejik ve operasyonel kararları için yön verebilir.

Modelde, sol kısım "sağlık otoritesi/kurum/kuruluşlarından, afet ve acil durum dernekleri/başkanlıkları/müdürlüklerinden ve sivil toplum kuruluşlarından sağlanacak olan hastanın muayene/vaka sonucunu ve bu vakanın bölgedeki

³ Birleştirilmiş sınırlama, tahmin edilen sınırlama ile gerçek sınırlama üzerinde ne kadar doğru konumlandığını ölçen fonksiyondur.

⁴ Benzer bir ağ yapısı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Daire Başkanlığı yapısı içerisinde faaliyet gösteren "Sağlık Afet ve Koordinasyon Merkezi" tarafından gerçekleştirilmektedir. Burada gerçekleştirilecek afet müdahale planları da 24.02.2022 tarihli ve 31760 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği" ile desteklenmektedir (Acil Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2024), (Afet ve Acil Durum

Yönetimi Başkanlığı, 2024). Ancak bu merkezlerin nispeten proaktif bir yaklaşım yerine, olay bildirimi ilkesiyle faaliyetlerini gerçekleştirdiği ortaya koyulabilir.

⁵ Ülkemizde 20 tam üyesi ve 42 destekçi üyesi ile "Afet Platformu" ve sivil toplum kuruluşlarına finansman sağlamak amacıyla kurulmuş olan "Sivil Toplum İçin Destek Vakfı" gibi başlıca girişimler, ülkemizde faaliyetlerini halen gerçekleştirmektedir (Afet Platformu, 2024), (Sivil Toplum Destek, 2024).

sıklığını”, ortadaki kısım “sivil havacılık otoritesini” ve sağdaki kısım ise “insansız hava araçlarının harekete geçmesini” ifade etmektedir. Sol kısımdan alınacak veriler, ortadaki kısımda filtrelenecek (bölgenin insansız hava aracı müdahalesine ihtiyaç olup olmadığına karar verilmesi) ve ardından sağ kısımda insansız hava araçları vakit kaybetmeden havalanacaktır.

Ülkelerin yetkili sivil havacılık otoritelerine kayıtlı insansız hava araçları, “drone dropper⁶” araçlarıyla ilgili entegre olarak harekete geçebilir. İnsansız hava araçları, biyolojik afetlere günümüzde acil ilaç teslimi amacıyla rahatlıkla müdahale edebilirler. Ancak çağın gerektirdiği gereksinimlere göre söz konusu araçların, bu tipteki afetler için yepyeni hizmetler vermesi de sağlanabilir.

Son olarak bu çalışmanın bulgularıyla; bu çalışmaya yol gösteren bir başka çalışmanın bulgularının karşılaştırılması da önem arz etmektedir. Yine aynı yöntemle gerçekleşen bir başka çalışma (Mengist vd., 2020), çevre bilimi çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Yöntemin konuya özgü mevcut bilgiyi değerlendirmesi, gelecekteki eğilimleri saptaması ve literatürde gözlemlenen boşlukların doldurulmasını amaçlaması sebepleriyle; içinde bulunulan çalışmaya benzer niteliktedir. Ayrıca özellikle kamu için uygun öneriler silsilesine varması, çalışmayı yine bu çalışma ile bağdaştırabilir.

Yine bu çalışmanın yöntemi yerine, “Analitik Hiyerarşi Prosesi” (AHP) yöntemi⁷ de gelecek çalışmalara ışık tutabilir. Benzer bir çalışmada (Atlı, 2024a); sonuçları itibarıyla karar vericiler, çiftçiler ve diğer paydaşlar için makinelerin daha iyi çalışma koşullarında bakımını planlamaya yardımcı olacak bir kılavuz oluşturulmuştur. Yine benzer yönetime sahip bir diğer çalışmada (Atlı & Senir, 2024) amaç; tarımsal pestisitlerin tedariki için en uygun yeşil tedarikçiyi seçmektir. Bu çalışmada, en uygun tedarikçiyi seçmesi gereken tarımsal işletmelere yardımcı olmak için “Geliştirilmiş Bulanık Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizi” (IMF SWARA)⁸ ve bulanık Ağırlıklandırılmış Toplam Ürün Değerlendirmesi (WASPAS)⁹ yöntemlerinin birleşimine dayalı bir çözüm önerilmiştir. Zaten sistematik analiz ve meta-analiz yöntemi ile yapılan çalışmaların da, ARAS¹⁰ tipinde yöntemlere doğru genişlediği ve bunların gelecek çalışmalarda daha fazla tercih edilebilecek yöntemler olduğu izlenmiştir (Atlı, 2024b). Nitekim bu tipten yöntemlerle çalışma; çok

sayıda entegre İHA sistem alternatiflerini de seçebilecek ve bu seçimi bir karara bağlayabilecektir.

Gelecek araştırmalara kaynaklık sağlaması bakımından çalışma; biyolojik afetler yerine teknolojik afetler üzerine de odaklanabilir. Bu çerçevede gerçekleştirilecek yeni bir araştırma, literatüre daha vizyoner bir anlayış katabilir.

4. Sonuç ve Öneriler

Literatürde acil müdahale süresine yönelik çalışmalar yeterli seviyede değildir. Çalışma doğrudan bu sürenin indirgenmesi amacına yöneliktir. İnsansız hava araçları sayesinde biyolojik afetlerin acil müdahale süresi gelişecektir. İlaveten insansız hava araçlarının mümkün olabilecek en düşük irtifalarda uçuş yapması¹¹ model için önem teşkil edecektir. Nitekim yerden yükseklik ne denli fazla olursa görüntü içerisinde nesne sayısı da artacak ve nesnelerin anlaşılabilirliği o oranda azalacaktır.

Ayrıca insansız hava araçları günümüzde halen sınırlı bir taşıma kapasitesine ve kısıtlı bir batarya süresine sahiptir. Burada çalışmanın önerisi, en azından geçiş döneminde geleneksel araçların ve insansız hava araçlarının iş birliği yoluna gitmesi olacaktır.

Ancak bu tipteki dezavantajlara nazaran, modelin avantajlarının çok daha baskın olduğu açıktır. Biyolojik afetlerde, insansız hava araçları kabiliyetlerinden şüphesiz yararlanılmalıdır. Hatta bu kabiliyetlerden de en kısa yoldan faydalanmak da esas gaye olmalıdır. Neticede biyolojik afetler sürecinde, YZ destekli insansız hava araçlarından sırasıyla şu yollarla yararlanılmalıdır;

Araştırma içerisinde belirtildiği üzere faydalanılacak iki ayrı temel, yalnızca birbirini izleyerek uygulandığında biyolojik afetlere doğru bir yaklaşım sağlayacaktır. Öncelikle biyolojik afetlerin nicel bakımdan yayılma hızı ve bölgesel sıklıklarının ölçülmesi esastır. Bu, hastaların muayene ve/veya hastalığı tespit biçimlerine bağlı olarak sağlık otoritesinin uygulamalarına bağlı olarak belirlenebilir. Bu ölçüm yine, YZ destekli bir veri akışıyla da sağlanabilir. Bu verilerin analizi de, basit bir ifadeyle hasta sayısının yani o bölgedeki vaka sıklığının izlenmesi amacıyla uygulanacaktır. Bu yolla biyolojik afetlerin henüz emekleme aşamasında, vaka sayısının artma eğiliminde olduğu bölgeler birtakım göstergeler ile görsel üzerinde ifade edilecektir.

⁶ İnsansız hava araçlarının fırlatıcısı veya düşürücüsü araç.

⁷ Karar almada, grup veya bireyin önceliklerini de dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel yöntem (Dağdeviren, vd., 2004).

⁸ Karar vericiye önceliklerini seçme şansı veren, uzman odaklı bir yöntem. Havayolu endüstrisinde karşılaşılan problemler gibi çok sayıda problemde kullanılmaktadır (Ulu, vd., 2022).

⁹ Karar alma süreci için özellikle ticari alanda kabul görmüş, nispeten yeni bir yaklaşım (Barbara, vd., 2023).

¹⁰ Alternatifin performansını belirlemeye yardımcı olur ve her alternatifin ideal alternatifine göre oransal anlamda benzerliğini ortaya koyar (Dadelo, vd., 2012).

¹¹ Dünya üzerindeki herhangi bir ülkenin sivil havacılık otoritesinin, gelecekte ilgili talimatta belirteceği asgari irtifa seviyesi.

Biyolojik afetlere yapılacak müdahaledeki diğer aşamada ise doğrudan insan destekli bir sivil iletişim ağı esas olacaktır. Bu sivil iletişim ağı; yetkili sivil havacılık otoritesi, afet ve acil durum kurum/kuruluşları, sağlık kurum/kuruluşları ve sivil toplum kuruluşları arasında kurulacaktır. Bu ağ sayesinde söz konusu kuruluşlarından gelecek text tipindeki ya da yakın gelecekte hücrel veri ağları üzerinden gelecek farklı tipteki veriler; o ülkenin yetkili sivil havacılık otoritesi kurum tarafından filtrelenecektir. Bu filtrelenmenin yine öğrenme destekli olarak sağlanması uygun olacaktır. Yani neticede sivil havacılık otoritesi, o bölgeye insansız hava aracının gereksinimine karar verirse uçuş gerçekleşecektir. Dönemin ve afetin ihtiyaçlarına göre insansız hava aracı o bölgenin acil ilaç vb. gibi ihtiyaçlarını rahatlıkla karşılayacaktır.

Biyolojik afetler süreci, sosyal medya tipi platformlar yoluyla sıklıkla yanlış bilgilendirmelerle süregelmektedir. Bu yanlışın önüne geçmenin yollarından biri yine "CAAN Modeli" olacaktır. Model sayesinde yetkili otorite, filtrelemeyi yine YZ destekli bir yolla söz konusu ağ üzerinden yapacaktır. Bilginin akışı bu yolla, daha sağlıklı hale gelecektir.

Çalışma son olarak dünyanın teknolojik gelişmelerle beraber ürkütücü, karmaşık, içinden çıkılmaz ve sağlıksız bir anlayışın içinde yer almasındansa; bilimsel önemiyet anlayışı gözeterek YZ destekli teknolojileri kullanarak biyolojik afet müdahalelerini kolaylıkla sağladığı sağlıklı bir anlayışın içinde yer almasını önermektedir.

Yazarların Katkısı

Makaleye tek yazarlıdır ve tüm katkı sorumlu yazara aittir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Acil Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2024). *Sağlık Afet ve Koordinasyon Merkezi Birimi (SAKOM)*. Web: <https://ashgmafetacildb.saglik.gov.tr/TR-80256/saglik-afet-ve-koordinasyon-merkezi-birimi-sakom.html> [Erişim tarihi: 26.06.2024].
- AFAD (2023). *Biyolojik Ajanların Sınıflandırılması*. Web: <https://www.afad.gov.tr> [Erişim tarihi: 01.02.2023].
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2024). *Türkiye Afet Müdahale Planı*. Web: <https://www.afad.gov.tr/turkiye-afet-mudahale-plani> [Erişim tarihi: 26.06.2024].

- Afet Platformu. (2024). *Afet Platformu/Üyelerimiz*. Web: <https://afetplatformu.org.tr/uyeler/> [Erişim tarihi: 26.06.2024].
- Baker, C.A., Rapp, R.R., Elwakil, E., Zhang, J. (2020). Infrastructure Assessment Post-Disaster: Remotely Sensing Bridge Structural Damage By Unmanned Aerial Vehicle In Low-Light Conditions. *Journal of Emergency Management*, 18(1), 27-41.
- Aiken, R.M., & Epstein, R.G., (2000). Ethical Guidelines for AI in Education: Starting a Conversation. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11, 163-176.
- Akkamış, M., & Çalışkan, S. (2020). İnsansız Hava Araçları ve Tarımsal Uygulamalarda Kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 08-16.
- Amisha, P. M., Pathania, M., & Rathaur, V. K. (2019). Overview of Artificial Intelligence in Medicine. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 8(7), 2328.
- Andriessen, J., & Sandberg, J. (1999). Where is Education Heading and How About AI. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10(2), 130-150.
- Atlı, H. F. (2024a). Safety of Agricultural Machinery and Tractor Maintenance Planning With Fuzzy Logic and MCDM For Agricultural Productivity. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 8(1), 25-43. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2024.1.4>.
- Atlı, H. F. (2024b). Bulanık ARAS (B-ARAS) Yönteminin Sistematik Bir İncelemesi ve Meta-Analizi. *SSD Journal*, 9(42), 1-16. <http://dx.doi.org/10.31567/ssd.1107>.
- Atlı, H. F., & Senir, G. (2024). Green Supplier Selection Using IMF SWARA and Fuzzy WASPAS Techniques for The Supply of Agricultural Pesticides. *Black Sea Journal of Agriculture*, 7(4), 377-390. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1463382>.
- Barbara, F., Moreira, M. Â. L., Fávero, L. P., & Santos, M. D. (2023). Interactive Internet-based Tool Proposal for the WASPAS Method: a Contribution for Decision-Making Process. *10th International Conference on Information Technology and Quantitative Management*, 221, 200-207.
- Bushnaq, O., & Natalizio, E. (2022). Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for Disaster Management. *Nanotechnology-Based Smart Remote Sensing Networks for Disaster Prevention*, 23(4), 159-188.
- Cao, Y., & Jiang, H. (2020). Research on Emergency Logistics Management Based on Intelligent Supply Chain. *International Conference on New Energy Technology and ID*, 1(1).
- Dadelo, S., Turskıs, Z., Zavadskas, E., & Dadeliene, R. (2012). Multiple Criteria Assessment of Elite Security Personal on the Basis of ARAS and Expert Methods. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 46 (4), 65-88.
- Dağdeviren, M., Akay, D., & Kurt, M. (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi

- ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 131-138.
- Değirmen, S., Çavdur, F., & Sebatlı, A. (2018). Afet Operasyonları Yönetiminde İnsansız Hava Araçlarının Kullanımı: Gözetleme Operasyonları İçin Rota Planlama. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 23(4), 11-26.
- Dhokare, S., & Gaikwad, A. (2021). A Study Of Artificial Intelligence: Types, Opportunities, Challenges. *An International Bilingual Peer Reviewed Refereed Research Journal*, 11(41), 133-137.
- Estrada, M.A.R., & Ndoma, A. (2018). The Uses Of Unmanned Aerial Vehicles –UAV’s- (Or Drones) in Social Logistic: Natural Disasters Response and Humanitarian Relief Aid. *Procedia Computer Science*, 149, 375–383.
- Euronews (2023). *Zipline: Amazon ve Google’ı Geride Bırakan Acil Drone Kargo Hattı*. Web: www.tr.euronews.com [Erişim tarihi: 01.02.2023].
- Freepik (2023). *Map Illustration*. Web: <https://www.freepik.com> [Erişim tarihi: 26.11.2023].
- Kamilaris, A., & Boldú, F.X.P. (2017). Disaster Monitoring using Unmanned Aerial Vehicles and Deep Learning. *Disaster Management for Resilience and Public Safety Workshop, in Proc. of EnviroInfo2017*. Luxembourg.
- Karacam, Z. (2013). Sistematik Derleme Metodolojisi: Sistematik Derleme Hazırlamak İçin Bir Rehber. *DEUHYO ED*, 6 (1), 26-33.
- Ludwig, L., Mattedi, M.A., Ribeiro, E.A.W.W., & Spiess, M.R. (2023). Asymmetries in the application of Unmanned Aerial Vehicles in different phases of Disaster Risk Management (DRM). *Desenvolv. e Meio Ambiente usa uma Licença 423 Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional*, 62, 423-436.
- Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method For Conducting Systematic Literature Review and Meta-Analysis For Environmental Science Research. *MethodsX*, 7, 100777.
- Özkan, Ö. (2018). İnsansız Hava Araçları ile Türkiye’deki Orman Yangınlarının Tespiti Probleminin Tavlama Benzetimi ile En İyilenmesi. 38. *Ulusal Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Kongresi*, Eskişehir, Türkiye.
- Sivil Toplum Destek. (2024). *Sivil Toplum için Destek Vakfı*. Web: <https://siviltoplumdestek.org/hakkimizda> [Erişim tarihi: 26.06.2024].
- Sharma, R., Chopra, S.R., & Gupta, A. (2024). Power Optimization of Unmanned Aerial Vehicle-Assisted Future Wireless Communication Using Hybrid Beamforming Technique in Disaster Management. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 1285(012025).
- Stanford University (2023). *CNN*. Web: <https://stanford.edu> [Erişim tarihi: 26.11.2024].
- Tech Inside (2023). *Yapay Zekâ Afet Yönetimini Değiştirecek*. Web: www.techinside.com [Erişim tarihi: 01.02.2026].
- Tekin, T. (2021). Tarihten Günümüze Epidemiler, Pandemiler ve Ekonomik Sonuçları. *Journal of Süleyman Demirel University Institute of Social Sciences*, 40, 330-355.
- Türk, T. (2013). Doğal Afet Yönetiminde İnsansız Hava Araçlarının İHA Kullanılması. *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu (TUFUAB 2013)*, Trabzon, Türkiye.
- Ulu, M., Türkan, Y. S., & Mengüç, K. (2022). Trafik Kazalarını Etkileyen Faktörlerin Ağırlıklarının BWM ve SWARA Yöntemleri ile Belirlenmesi. 5 (2), 227-238.
- Uman, L.S. (2011). Systematic Reviews and Metaanalyses. *J Can Acad Child Adolesc Psychiatry*, 20 (1), 57-59.
- Uysal, M., Yılmaz, M., Tiryakioğlu, İ., & Polat, N. (2018). İnsansız Hava Araçlarının Afet Yönetiminde Kullanımı. *Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology B- Theoretical Sciences*, 6, 219-224.
- Villi, O., & Yakar, M (2023). İnsansız Hava Araçları ve CBS Uygulamaları. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 5(1), 20-33.
- Villi, O., & Yakar, M. (2022). İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları ve Sensör Tipleri. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 4(2), 73-100.
- Whang, X., Yan, R., & Chen, Y. (2021). *Computational Identification of Ubiquitination Sites in Arabidopsis thaliana Using Convolutional Neural Networks*, Thermo Fisher Scientific.
- Yılmaz, Ü. (2019). İnsani Yardım Lojistiği Faaliyetlerinde İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları. *Journal of Vocational and Social Sciences of Turkey – Journal of VOSST*, 1(2), 43-54.
- Zhu, X., Zhang, G., & Sun, B. (2019). *A Comprehensive Literature Review of the Demand Forecasting Methods of Emergency Resources from the Perspective of Artificial Intelligence*. *Natural Hazards*, 97(1), 65-82.



© Author(s) 2024.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>