

JAR - 5 / 1

E-ISSN: 2687-3338

FEBRUARY 2023



JOURNAL OF
AVIATION
RESEARCH

HAVACILIK ARAŞTIRMALARI DERĐİSİ



5 / 1



maltepe university
i s t a n b u l www.maltepe.edu.tr



JOURNAL OF
AVIATION
RESEARCH

HAVACILIK ARAŞTIRMALARI DERĐİSİ

5 / 1

İSTANBUL - 2023



JOURNAL OF
**AVIATION
RESEARCH**

HAVACILIK ARAŞTIRMALARI DERĐİSİ

Yılda iki sayı olarak yayımlanan uluslararası hakemli, açık erişimli ve bilimsel bir dergidir.

Cilt: 5
Sayı: 1
Yıl: 2023

2019 yılından itibaren yayımlanmaktadır.

© Telif Hakları Kanunu çerçevesinde makale sahipleri ve Yayın Kurulu'nun izni olmaksızın hiçbir şekilde kopyalanamaz, çoğaltılamaz. Yazıların bilim, dil ve hukuk açısından sorumluluğu yazarlarına aittir.

Elektronik ortamda yayımlanmaktadır.
<https://dergipark.org.tr/jar>
Ulaşmak için tarayınız:

This is a scholarly, international, peer-reviewed, open-access journal published international journal published twice a year.

Volume: 5
Issue: 1
Year: 2023

Published since 2019.

© The contents of the journal are copyrighted and may not be copied or reproduced without the permission of the publisher. The authors bear responsibility for the statements or opinions of their published articles.

This journal is published digitally.
<https://dergipark.org.tr/jar>
Scan for access:



Yazışma Adresi:
Maltepe Üniversitesi Meslek Yüksekokulu,
Marmara Eğitim Köyü, 34857
Maltepe / İstanbul

Kep Adresi:
maltepeuniversitesi@hs01.kep.tr

E-Posta:
jar@maltepe.edu.tr

Telefon:
+90 216 626 10 50

Dahili:
2280 veya 2286

Correspondence Address:
Maltepe Üniversitesi Meslek Yüksekokulu,
Marmara Eğitim Köyü, 34857
Maltepe / İstanbul

Kep Address:
maltepeuniversitesi@hs01.kep.tr

E-Mail:
jar@maltepe.edu.tr

Telephone:
+90 216 626 10 50

Ext:
2280 or 2286



JOURNAL OF AVIATION RESEARCH

HAVACILIK ARAŞTIRMALARI DERGİSİ

Yayın Sahibi

Maltepe Üniversitesi adına
Prof. Dr. Edibe Sözen

Baş Editör

Doç. Dr. İnan Eryılmaz

Editör Kurulu

Doç. Dr. İnan Eryılmaz
Doç. Dr. Deniz Dirik
Doç. Dr. Yasin Şöhret
Dr. Öğr. Üyesi Şener Odabaşoğlu
Prof. Dr. Şahin Karasar
Dr. Öğr. Üyesi Leyla Adiloğlu Yalçinkaya
Dr. Tamer Saraçyakupoğlu

Dil Editörleri

Doç. Dr. Deniz Dirik
Dr. Öğr. Üyesi Tuğba Erhan

Yayın ve Danışma Kurulu

Prof. Dr. Cem Harun Meydan
Prof. Dr. Dukagjin Leka
Prof. Dr. Ender Gerede
Prof. Dr. Ferhat Kolbakır
Prof. Dr. Osman Ergüven Vatandaş
Doç. Dr. Akansel Yalçinkaya
Doç. Dr. Asena Altın Gülova
Doç. Dr. Burcu Güneri Çangarlı
Doç. Dr. Engin Kanbur
Doç. Dr. Ferhan Sayın
Doç. Dr. Florina Oana Virlanuta
Doç. Dr. Güler Tozkoparan
Doç. Dr. Hakkı Aktaş
Doç. Dr. Mehmet Kaya
Doç. Dr. Önder Altuntaş
Doç. Dr. Özgür Demirtaş
Doç. Dr. Rüstem Barış Yeşilay
Doç. Dr. Semih Soran
Dr. Öğr. Üyesi Birsan Açıknel
Dr. Öğr. Üyesi Hasan Hüseyin Uzunbacak
Dr. Öğr. Üyesi Muhittin Hasan Uncular
Dr. Öğr. Üyesi Rukiye Sönmez
Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Akçakanat
Dr. Öğr. Üyesi Uğur Turhan
Öğr. Gör. Rıza Gürler Akgün

Grafik Tasarım

Rıza Gürler Akgün

Owner

On behalf of Maltepe University
Prof. Edibe Sözen, Ph.D.

Editor in Chef

Assoc. Prof. Dr. İnan Eryılmaz, Ph.D.

Editorial Board

Assoc. Prof. İnan Eryılmaz, Ph.D.
Assoc. Prof. Deniz Dirik, Ph.D.
Assoc. Prof. Yasin Şöhret, Ph.D.
Asst. Prof. Şener Odabaşoğlu, Ph.D.
Prof. Şahin Karasar, Ph.D.
Asst. Prof. Leyla Adiloğlu Yalçinkaya, Ph.D.
Tamer Saraçyakupoğlu, Ph.D.

Language Editors

Assoc. Prof. Deniz Dirik, Ph.D.
Asst. Prof. Tuğba Erhan, Ph.D.

Editorial and Advisory Board

Prof. Cem Harun Meydan, Ph.D.
Prof. Dukagjin Leka, Ph.D.
Prof. Ender Gerede, Ph.D.
Prof. Ferhat Kolbakır, Ph.D.
Prof. Osman Ergüven Vatandaş, Ph.D.
Assoc. Prof. Akansel Yalçinkaya, Ph.D.
Assoc. Prof. Asena Altın Gülova, Ph.D.
Assoc. Prof. Burcu Güneri Çangarlı, Ph.D.
Assoc. Prof. Engin Kanbur, Ph.D.
Assoc. Prof. Ferhan Sayın, Ph.D.
Assoc. Prof. Florina Oana Virlanuta, Ph.D.
Assoc. Prof. Güler Tozkoparan, Ph.D.
Assoc. Prof. Hakkı Aktaş, Ph.D.
Assoc. Prof. Mehmet Kaya, Ph.D.
Assoc. Prof. Önder Altuntaş, Ph.D.
Assoc. Prof. Özgür Demirtaş, Ph.D.
Assoc. Prof. Rüstem Barış Yeşilay, Ph.D.
Assoc. Prof. Semih Soran, Ph.D.
Asst. Prof. Birsan Açıknel, Ph.D.
Asst. Prof. Hasan Hüseyin Uzunbacak, Ph.D.
Asst. Prof. Muhittin Hasan Uncular, Ph.D.
Asst. Prof. Rukiye Sönmez, Ph.D.
Asst. Prof. Tahsin Akçakanat, Ph.D.
Asst. Prof. Uğur Turhan, Ph.D.
Lect. Rıza Gürler Akgün

Graphic Design

Rıza Gürler Akgün



JOURNAL OF
**AVIATION
RESEARCH**
HAVACILIK ARAŞTIRMALARI DERĐİSİ

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makaleleri / Research Articles

MERT KARA - RABİA YUMUŞAK - TAMER EREN

Anız Yangınlarına Műdahale için İtfaiye Drone Seęimi: Giresun Örneęi

Fire Brigade Drone Selection for Response to Stubble Fires: The Case of Giresun 1 - 15

NURBANU KAYA - ADNAN DUYGUN

Dűnyadan ve Tűrkiye'den Örneklele Havayolu Őirketlerine Ait Yolcu Yorumlarının İncelenmesi

Examination of Passenger Reviews of Airline Companies with Examples from the World and Turkey 16 - 31

SUAT BEGEÇ - AYŐEGŐL DEMİR

Hava Yollarının Kentsel Hava Hareketlilik Stratejileri

Urban Air Mobility Strategies of Airlines 32 - 48

Derleme Makaleler / Review Articles

MEHMET KADİR BİNGŐLLŐ - HATİCE ZŐMRŐT TONUS

Műrettebat Kaynak Yönetimi mi? Ekip Kaynak Yönetimi mi? Kavramsal Bir Analiz

Is It Crew Resources Management or Team Resources Management? A Conceptual Analysis 49 - 64

HARUN CEM MEYDAN

Havayolu Őletmelerinde Dijital Dönüşüm Uygulamaları Üzerine Bir İnceleme

A Review on Digital Transformation Practices in Airline Companies 65 - 82

Kitap İncelemeleri / Book Reviews

AKANSEL YALÇINKAYA

Atatűrk Kitaplığı Mazhar Nedim Göknil Koleksiyonundaki Nadir Bir Eserin İzinde 2920 Sayılı Sivil Havacılık Kanununun Hikayesi

The Story Behind Turkish Civil Aviation Act (No.2920) in the Light of A Rare Document from Atatűrk Library's Mazhar Nedim Göknil Collection 83 - 95



Anız Yangınlarına Müdahale için İtfaiye Drone Seçimi: Giresun Örneği

Mert KARA¹

Rabia YUMUŞAK²

Tamer EREN³

Araştırma Makalesi	DOI: 10.51785/jar.1180613	
Gönderi Tarihi: 27.09.2022	Kabul Tarihi: 13.11.2022	Online Yayın Tarihi: 28.02.2023

Öz

Dünya’da her gün bilinçsizce oluşturulan anız yangınları, geniş ölçekli yangınlara dönüşebilmektedir. Bu yangınların kontrolden çıkması sonucunda çok büyük miktarlarda tarım ve orman arazisi zarar görmektedir. Yangınların çıkış anından itibaren itfaiye birimlerinin yangına bir an önce müdahale etmesi elzemdir. Bazı yangınların gerçekleştiği alan itibariyle kara yolunun olmaması, havadan müdahale birimlerinin de başka illerde konuşlu olması durumunda yangına çok uzun süreler müdahale edilememektedir. Bu durumda gelişen teknolojiden yararlanarak, yangın ihbarı geldiği andan itibaren itfaiye birimlerinin sürü itfaiye dronlarını yangın bölgelerine yönlendirmesi, yangının genişlemesini engellemek adına hayati derecede önemlidir. Bu çalışmada, Giresun ilindeki yangınlara müdahale için sıvı taşıma amacı ile üretilmiş benzer özelliklere sahip olan beş itfaiye dronun arasından optimum seçimin yapılması hedeflenmiştir. Bu değerlendirme yapılırken tank kapasitesi, püskürtme hızı, uçuş hızı, tam kapasiteli havada kalma süresi, optimum atış irtifası ve birim fiyatı olmak üzere altı kriter ele alınmıştır. Yapılan çalışmada Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS, Analytic Hierarchy Process-AHP) ile kriterler ağırlıklandırılmış ardından COPRAS yöntemi ile dronlar değerlendirilmiştir. Çalışma; Türkiye’de ÇKKV ile drone seçimi ve yangın müdahalesi için drone seçimi konusu üzerine yapılmış ilk uygulama özelliğini taşımaktadır. Bununla birlikte çözüm yaklaşımı sunulan problem için AHP ve COPRAS kullanılması, ele alınan probleme uygulanan yöntem açısından literatüre katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Afet yönetimi, yangın müdahalesi, drone seçimi, AHP, COPRAS.

JEL Sınıflandırma: C44, C02, O39.

Fire Brigade Drone Selection for Response to Stubble Fires: The Case of Giresun

Abstract

Stubble fires, unconsciously generated worldwide daily, can turn into large-scale fires. As a result of these fires getting out of control, vast agricultural and forest lands are damaged. Firefighters must respond to the fire as soon as possible from the moment of the fire. In the absence of a highway due to the area where some fires took place, and if the air response units are located in other provinces, the fire cannot be intervened for a very long time. In this case, taking advantage of the developing technology, it is vitally essential for the fire departments to direct the herd firefighting drones to the fire zones from the fire notification arrives to prevent the spread of the fire. In this study, the authors aim to select the most appropriate firefighting drone for responding to crop residue fires in the Giresun province of Turkey. These fires, which can spread rapidly and cause damage to agricultural and forest lands, require a quick response from firefighters. In some cases, the location of the fire or a lack of infrastructure may make it difficult for firefighters to reach the scene in a timely manner. To address this issue, the authors propose using drones to respond to these fires. Five drones, each

¹ Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, mertkar.a@outlook.com

² Kapadokya Üniversitesi, Kapadokya Meslek Yüksekokulu, Bilişim Güvenliği Teknolojisi, rabia.yumusak@kapadokya.edu.tr

³ Prof. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, tamereren@gmail.com

equipped to carry liquids such as water and pesticides, are evaluated based on six criteria: tank capacity, spray rate, flight speed, total airtime capacity, average altitude during use, and unit price. The Analytic Hierarchy Process (AHP), a method of multi-criteria decision-making (MCDM), is used to weigh these criteria. The COPRAS method is then used to evaluate the drones based on the weighted criteria. This study is the first in Turkey to use MCDM techniques to select drones for fire response, and the use of AHP and COPRAS in this context adds to the existing literature on the application of these methods to this type of problem.

Key Words: Disaster management, fire response, drone selection, AHP, COPRAS.

JEL Classification: C44, C02, O39.

GİRİŞ

İçinde yaşamın sürdürülmeye devam ettiği Dünya’da her gün kasti veya tedbirsiz olarak bir diğer adlandırma ile bilinçsizce yakılan anız yangınları, çok uzun süreler müdahalenin yetersiz kaldığı geniş ölçekli yangınlara dönüşebilmektedir. Yakılan anız yangının kontrolünün kaybedilmesi sonucunda çeşitli arazi tiplerinde hektarlarca alan zarar görerek, kullanılamaz hale gelebilmektedir. Yangınların gerçekleştiği alan açısından incelendiğinde coğrafi şartlardan dolayı kara yolundan ulaşım sağlanamaması, havadan müdahale birimlerinin ise acil müdahalede bulunabilecek yakınlıktaki noktalarda konuşlu olmaması durumunda yangına çok uzun süreler ulaşılamayıp, müdahale edilememektedir. İhbar edilen veya tespiti yapılan yangının müdahale anına kadar geçen kritik sürede itfaiye birimlerinden önce bölgeye ulaşım, yangının yayılmasını engelleyerek, söndürme çalışmalarında bulunabilecek itfaiye dronu gibi yüksek teknoloji ürünü araçların kullanılabilirliği bir araç seçimi problemi ortaya çıkarmaktadır.

Araç seçimi problemi, mevcut bir görevin hedeflendiği şekilde gerçekleştirebilmesi açısından son derece önemli bir husustur. Alıcı kurumları maddi açıdan zorlamayacak hem de kullanıcıların memnuniyeti kazanacak en iyi drone seçiminin yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, tüketiciler için en doğru kararın verilebilmesi için oldukça önemli bir konu olmaktadır (Güngör ve İşler, 2005).

En uygun drone seçimi için tank kapasitesi, püskürtme hızı, uçuş hızı, tam kapasiteli havada kalma süresi, optimum atış irtifası ve birim fiyat olmak üzere altı kriter ele alınmış, birden çok kriter bulunduğu ÇKKV yöntemlerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Problemin çözümünde ÇKKV yöntemlerinden AHP ve COPRAS’dan yararlanılmıştır.

Bu çalışmada anız yangınlarına müdahalede bulunan itfaiye ve OGM ekiplerinin kullanımı için bir itfaiye drone seçimi yapılması hedefiyle araç seçimi problemi ele alınmıştır. 2021 OGM raporları incelendiğinde 40 adet anız yangını ile en fazla anız yangını sayısına sahip il olan Giresun ili itfaiye drone seçimi için uygulama alanı olarak seçilmiştir (OGM, 2021). Anız yangınlarının meydana geldiği araziler göz önünde bulundurulduğunda karadan ulaşım sağlanana kadar, öncesinde itfaiye dronlarının müdahalesi ile yangının yayılmasını ve büyümesini engelleme görevi yapacakları için belirli özellikleri karşılamaları gerekmektedir. Optimal aracın bulunmasında birçok kriter ve alternatif bulunduğu için bu çalışmada probleme ÇKKV yöntemleri ile çözüm önerisinde bulunulmuştur. Probleme öncelikle AHP ile kriterlerin kendi aralarında ikili karşılaştırması yapılarak, kriter ağırlıklarına ulaşılmış, ardından AHP yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak COPRAS yöntemi ile alternatif 5 drone değerlendirilmiştir.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde ele alınan konu ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar yer almaktadır. Bir sonraki bölümde problemin çözümünde kullanılan yöntemler detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Dördüncü bölümde uygulama ayrıntılı bir şekilde verilmiş olup, beşinci bölümde sonuçlar vurgulanarak tamamlanmıştır.

1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde araç seçimi problemlerinin çözümü için ÇKKV yöntemlerinden yararlanılan çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Çelikyay (2002) yaptığı çalışmada Türk Hava Kuvvetleri için çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak yeni nesil bir savaş uçağı seçimi yapmıştır. Tekinay ve Batı (2022) yaptığı çalışmada TOPSIS ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile askeri alanda faaliyet gösterecek bir insansız hava aracı (İHA) seçimi yapmıştır. Akpınar (2021) çalışmasında çeşitli kriterli göz önünde bulundurarak bir İHA seçimi yapmıştır. Ele aldığı konunun seçim aşamasında bulanık mantık tabanlı Bulanık Choquet Integral yöntemini kullanarak, sonuca ulaşmıştır. Uçar ve İşleyen (2019) yaptığı çalışmada filo halinde görev icra eden silahlı/silahsız İHA'ların rotalaması yapılırken kapasite ve zaman penceresi kısıtlarını göz önünde bulundurarak hareket halindeki hedefleri etkisiz hale getirmesi için sezgisel algoritmaya dayalı çok kriterli bir çözüm yaklaşımı önermiştir. Keleş (2022) çalışmasında AHP ve PROMETHEE yöntemlerinden yararlanarak Türkiye'de üretilen İHA sistemleri arasında birden fazla amaca hizmet edebilecek bir İHA seçimi yapmıştır. Chung vd. (2019) yaptığı çalışmada bir İHA sisteminin tasarımını, üretimini ve testini gerçekleştirmişlerdir. Tasarım sürecinde durma hızı, maksimum hız ve seyir yüksekliği gibi performans gereksinimlerini tanımlamışlardır. Tasarım aşamasının ardından kompozit malzemeler kullanılarak üretilen 8.6 kg'lık İHA'nın performansını ve dinamik özelliklerini değerlendirerek, tasarım başarısını göstermek için uçuş testlerini yapmışlardır. Saraçyakupoğlu vd. (2022) çalışmasında deneysel yöntemler ile tasarlamayı belirledikleri bir İHA sisteminin maksimum irtifa, seyir hızı, maksimum hız gibi tasarım kriterlerini dört farklı senaryo içerisinde analiz etmişlerdir. Çalışmalarının sonuç aşamasında İHA'nın orta kanatlı, çift kuyruklu ve nispeten hafif gövdesinin üç eksen kararlılığına sahip olacağı ve özellikle operasyonel maliyet açısından sayısız fayda sağlayacağı sonuca ulaşmışlardır. Akhloufi vd. (2021) yaptığı çalışmada orman yangınlarının uzaktan tespiti ve takibi için sistemler önermiştir. Aynı zamanda daha geniş ölçekte daha verimli bir orman yangını söndürme stratejisi için hem hava araçlarının hem de insansız kara araçlarının (UGV) kullanılmasını öneren bazı güncel çerçeveler sunmuşlardır. Aydın vd. (2019) çalışmasında binaya veya yerleşim alanlarına yaklaşan yangınları tespit eden uçan sistemlerin İHA'lara iletmesi ile yangın söndürme toplarını düşürmek için ara noktalara otonom olarak seyahat eden bir yangınla mücadele İHA sistemi önermişlerdir. Çalışmalarının kapsamı, bu tasarımın genel gösterimini ve yangın söndürme toplarını değerlendirmek için şimdiye kadar yapılan deneyleri içermektedir. Ausonio vd. (2021) yaptığı çalışmada yağmur etkisini simüle eden, yangın alanında sürekli bir söndürme sıvısı akışı oluşturabilen yüzlerce İHA sürüsünün kullanımına dayanan yenilikçi bir orman yangınıla mücadele sistemi önermektedir. Önerdikleri simülasyon sonuçlarında sistemin düşük yoğunluklu ve sınırlı kapsamlı yangınlarla mücadele etmek veya mevcut orman yangını söndürme tekniklerini desteklemek için gereken su akışını sağlayabileceği sonuca ulaşmışlardır. Saraçyakupoğlu vd. (2021)

çalışmasında tasarladıkları bir İHA sisteminin, tasarım aşamasında uçuşu etkileyen en kritik unsurlardan biri olan rüzgârı göz önünde bulundurmuşlardır. Aynı zaman İHA sistemi üzerinde çeşitli amaçlara hizmet etmesi için elektronik donanımlar yerleştirmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda mevcut imkanlarla bahsi geçen İHA'nın üretilebilirliğini ortaya koyarak sessizlik ve enerji tasarrufu gibi konularda fayda sağladığını belirlemişlerdir. Yapılan literatür taraması sonucunda çalışmaların problem tanımı ve yöntemlerine göre özeti Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Araç Seçimi Problemi Literatürü

Yazarlar	Problem Tanımı	Kullanılan Yöntemler
Doğan vd. (2017)	Araç seçimi	COPRAG-G
Aslan (2017)	Araç seçimi	AHP, ARAS, AHP-ARAS hibrit yöntemi
Çelikyay (2002)	Hava aracı seçimi	AHP ve TOPSIS
Hamurcu ve Eren (2018)	Araç seçimi	ANP ve TOPSIS
Sarımehmet vd. (2020)	Güzergâh seçimi	AHP ve TOPSIS
Tekinay ve Batı (2022)	İHA seçimi	TOPSIS ve bulanık TOPSIS
Akpınar (2021)	İHA seçimi	Bulanık Choquet Integral
Uçar ve İşleyen (2019)	İHA sistemleri rotalaması	Sezgisel algoritma ve AHP
Keleş (2022)	İHA seçimi	AHP ve PROMETHEE
Hamurcu ve Eren (2017)	Toplu taşıma seçimi	AHP ve ASS
Gavcar ve Kara (2020)	Araç seçimi	TOPSIS ve ENTROPI
Özdağoğlu vd. (2021)	Ticari araç seçimi	FUCOM ve PROMETHEE
Demir (2018)	Araç seçimi	TOPSIS, VIKOR ve MOORA
Alakaş vd. (2021)	Toplu taşıma seçimi	AHP ve TOPSIS
Kabak ve Uyar (2013)	Ticari araç seçimi	ANP ve PROMETHEE
Arslan (2018)	Araç seçimi	AHP ve VIKOR
Taş vd. (2017)	Proje seçimi	AHP ve Hedef programlama
Gencer vd. (2008)	Malzeme seçimi	AHP
Süt vd. (2019)	Araç seçimi	AHP ve TOPSIS
Özbek (2012)	Ticari araç seçimi	ASS
Alvalı vd. (2021)	Malzeme seçimi	TOPSIS ve VIKOR
Chung vd. (2019)	İHA tasarımı	Sistem analizi
Saraçyakupoğlu vd. (2022)	İHA tasarımı	Sistem analizi
Akhloufi vd. (2021)	İHA sistem önerisi	Sistem analizi
Aydin vd. (2019)	İHA sistem önerisi	Sistem analizi
Ausonio vd. (2021)	İHA sistem önerisi	Sistem analizi
Saraçyakupoğlu vd. (2021)	İHA tasarımı	Sistem analizi

Yapılan literatür taraması sonucunda, yapılan araç seçimi problemlerinde çok kriterli yapı dikkate alınarak ÇKKV yöntemlerine yönelimin olduğu görülmüştür. Tablo 1'de görüldüğü üzere araç seçimi problemlerinde ve özellikle ÇKKV tipi problemlerde AHP yönteminin

sıklıkla kullanıldığı anlaşılmaktadır. Araç seçimi problemlerinde, ele alınan problemin amacına yönelik olarak çeşitli alternatifler ve kriterler ele alınmıştır. Araç seçimi problemlerinde çalışmalar hafif ticari araç ve toplu taşıma aracı gibi daha gündelik araç türleri üzerinde yapılmıştır. Drone ve hava aracı seçimi başlığı altında değerlendirilen çalışmaların diğer araç seçim çalışmaları ile kıyaslandığında daha az olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın literatüre katkısı aşağıda verilmiştir.

- Literatürde ilk kez drone seçimi problemine AHP ve COPRAS yöntemleri ile bir model önerilmiştir.
- Ele alınan kriterlerin bazıları literatürde yer almakta olup, bazı kriterler ise (püskürtme hızı, optimum atış irtifası gibi) bu çalışma ile önerilerek, ele alınan alternatifler için ilk defa kullanılmıştır.
- Literatürde ilk defa itfaiye drone seçimi problemi Türkiye’de değerlendirilmiş olup, ele alınan alternatifler yenilik taşımaktadır.

Çözüm önerisi sunulan problem için AHP ve COPRAS kullanılması, ele alınan probleme uygulanan yöntem açısından literatüre katkı sağlamaktadır.

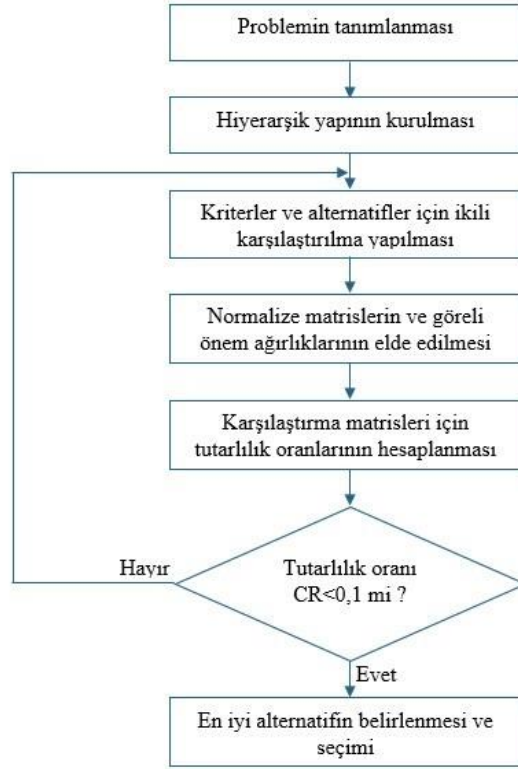
2. YÖNTEM

Ele alınan bir problemde, birden çok kriterin ve alternatifin bulunduğu karar verme durumlarında ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalara literatürde sıklıkla rastlanmaktadır. ÇKKV yöntemlerinin verdiği etkin sonuçlar nedeniyle sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bundan dolayı birçok kriteri bir arada değerlendirerek en iyi çözümü veren alternatifleri üretmek mümkündür (Özkan, 2007).

Bu çalışmada; ÇKKV yöntemlerinden olan AHP’den ve COPRAS’dan yararlanılmıştır.

2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi

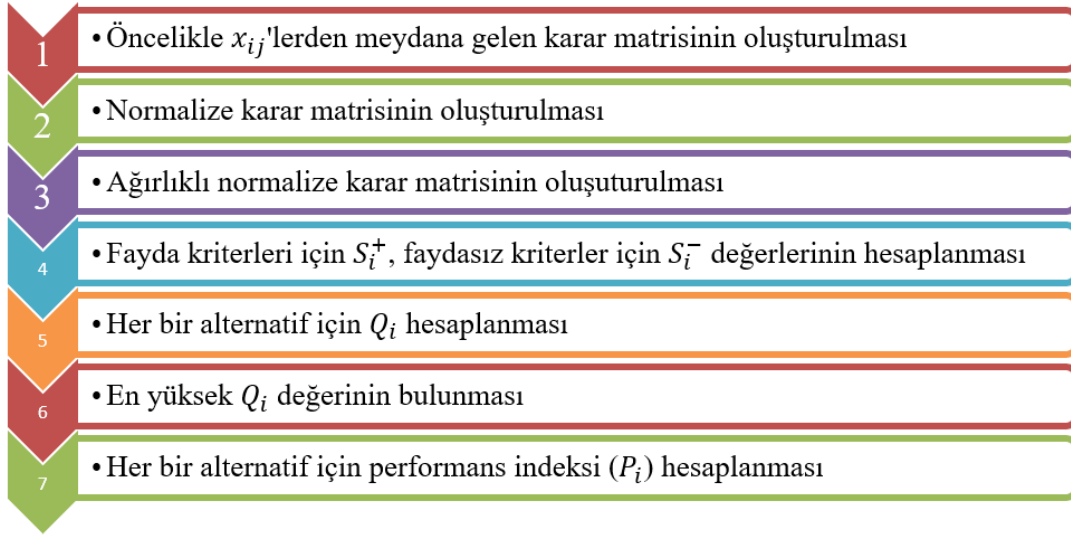
Saaty tarafından geliştirilen AHP, çok kriterli karar verme durumu içeren problemlerde uygulanan bir metottur (Saaty, 1980). AHP metodunda en üst düzeyden, en alta kadar sırası ile bir amaç, sırasıyla kriterler, alt-kriterler ve seçeneklerden oluşan bir hiyerarşik model kullanılmaktadır. AHP yöntemi sayesinde kriterlin amaca yönelik etkisi belirlenerek, kriter ağırlıkları oluşturulur ve en uygun alternatif belirlenir (Aydın vd., 2009). Bu çalışmada, kişisel önyargıların azaltılması (Eren vd., 2022), diğer yandan doğrusal programlama (Özcan vd., 2021), kaliteli fonksiyon dağıtımı vb. diğer analitik yöntemlerle entegrasyon esnekliğine (Tezcan vd., 2021) sahip olduğu ve etkin sonuçlar sağlaması nedeniyle kriter ağırlıklarının hesaplanmasında AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP yönteminin sırası ile uygulama aşamaları Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. AHP Yöntemi Akış Şeması (Saaty, 1980; Yapıcı vd., 2021)

2.2. COPRAS Yöntemi

ÇKKV yöntemlerinden biri olan COPRAS 1994 yılında geliştirilmiştir (Zavadskas vd., 1994). COPRAS yöntemi, birden fazla sayıda alternatif ve karmaşık kriterlere sahip problemlere kolay bir şekilde uygulanabilmektedir (Özcan vd., 2021). Aynı zamanda birden fazla kriterin göz önünde bulundurulduğu değerlendirmelerde maksimum ve minimum kriter değerleri için kullanılabilir. Uygulama aşamasında en öncelikli olarak karar matrisi oluşturulmaktadır. İkinci adımda normalizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Normalize karar matrisinin oluşturulmasının ardından diğer ÇKKV yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulmaktadır. Bir sonraki aşamada faydalı kriter için S_i^+ , faydasız kriterler için ise S_i^- değerleri hesaplanır. Sonrasında alternatiflerin her biri için Q_i değerleri hesaplanır. Değerlerin bulunmasının ardından maksimum Q_i değeri bulunur. En son aşamada ise alternatiflerin her biri adına performans indeksi (P_i) değerleri hesaplanır. Sırası ile anlatılan COPRAS yönteminin uygulama adımları Şekil 2’de verilmiştir.

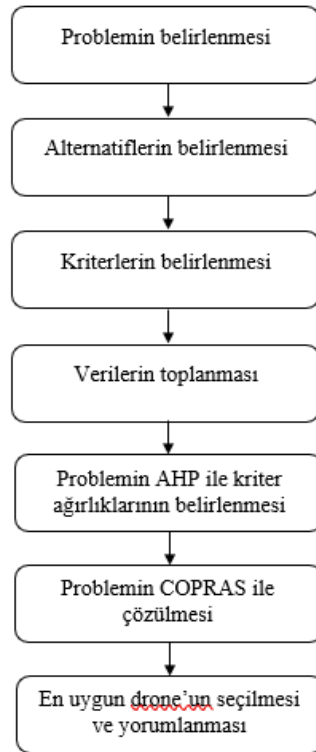


Şekil 2. COPRAS Yöntemi Akış Şeması

Kaynak: Zavadskas vd., 1994; Özcan vd., 2021 çalışmalarından derlenmiştir.

3. BULGULAR

Ele alınan çalışmada su, tarım ilacı gibi sıvı taşıma amacı ile üretilmiş benzer özelliklere sahip beş itfaiye dronun, yangına müdahalede bulunan itfaiye birimlerinin kullanımı için drone seçimi uygulamasına bir çözüm önerisi sunulmuştur. Çözüm aşamasında AHP ile ulaşılan kriter ağırlıkları, COPRAS yönteminde kullanılarak nihai sonuca ulaşılmıştır. COPRAS yönteminden elde edilen sonuç ile optimal drone seçimi yapılmıştır. Detaylı bir şekilde süreci anlatılan drone seçim probleminin akış şeması, Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Problem Akış Şeması

a. Problemin Tanımlanması

Türkiye’de ve Dünya’da her gün bilinçsizce yakılan anız yangınları, geniş ölçekli yangınlara dönüşmektedir. Bu yangınların kontrolden çıkması sonucunda çok büyük miktarlarda tarım ve orman arazisi zarar görmektedir. Ülkemizde en fazla sayıda anız yangınına rastlanılan Giresun ilinde, yangınları en aza indirmek hedefi ile yapılan bu çalışmada yangınlara müdahale edecek yangın söndürme dronu seçimi için drone seçimi problemi ele alınmıştır.

b. Alternatifler

İtfaiye drone seçimi için alternatifler belirlenirken, yalnızca su, tarım ilacı gibi sıvı taşıma amacıyla üretilmiş benzer özelliklere sahip beş adet Çin menşeli olan dronlardan seçilmiştir. Alternatifler; Eavision-2021A, YJ-Y25, 3WWDZ30A, JT16L-404QC ve Aelab-30 dronları olarak belirlenmiştir.

c. Kriterler

Kriterler belirlenirken literatürdeki üç farklı çalışma incelenmiş, hava araçları için yüksek önem arz eden yan rüzgâr limitleri göz önünde bulundurularak, Aydın (1999) yüksek lisans tezine göre Giresun ili için yıllık ortalama 1,2 m/s olan rüzgâr limitleri içerisinde bulunan dronların seçilmesine dikkat edilmiş ve bir itfaiye dronundan beklenebilecek performanslar düşüncesi uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Birim fiyat (Arslan ve Delice, 2020; Kara vd., 2022), tam kapasiteli havada kalma süresi (Arslan ve Delice, 2020; Kara vd., 2022; Tekinay ve Batı, 2022), tank kapasitesi (Tekinay ve Batı, 2022; Kara vd., 2022), uçuş hızı (Kara vd., 2022; Tekinay ve Batı, 2022), püskürtme hızı ve optimum atış irtifası kriterleri uzman görüşlerine danışılarak kararlaştırılmıştır. Çalışmada; Tank kapasitesi (K1), püskürtme hızı (K2), uçuş hızı (K3), tam kapasiteli havada kalma süresi (K4), optimum atış irtifası (K5) ve birim fiyat (K6) olmak üzere altı kriter ele alınmış ve uzman görüşleri doğrultusunda kararlaştırılmıştır.

- Tank kapasitesi (K1): Dronların tank kapasitelerinin yüksek olması uzun süreler aralıksız müdahale hakkı sunması açısından son derece önemlidir. Yangına tank kapasitesi yüksek dronların sürü şeklinde, eş zamanlı müdahalede bulunması ateşin yayılmasını engellemekte önemli bir husustur. Bu hususlardan ötürü bir itfaiye drone seçimi probleminde kesinlikle bu kriterin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Dronların tank kapasiteleri global bir internet alışveriş sitesinden alınmıştır (Alibaba.com).
- Püskürtme hızı (K2): Bir dronun haznesindeki suyu hızlıca boşaltabilmesi, tekrar doldurup, müdahaleye devam edebilmesi açısından son derece önemlidir. Püskürtme hızı verileri global bir internet alışveriş sitesinden alınmıştır (Alibaba.com).
- Uçuş hızı (K3): İtfaiye birimlerine ihbarın gelmesinden itibaren, hızlı bir şekilde olay bölgesinde olabilmek yangının yayılmasını engelleyebilmek adına son derece önemlidir. İhbarın gelmesi ile olay yerinde bulunma arasında geçen süreyi en aza indirgeyebilmek için uçuş hızının göz önüne alınması son derece önemlidir. Dronların uçuş hızı verileri global bir internet alışveriş sitesinden alınmıştır (Alibaba.com).

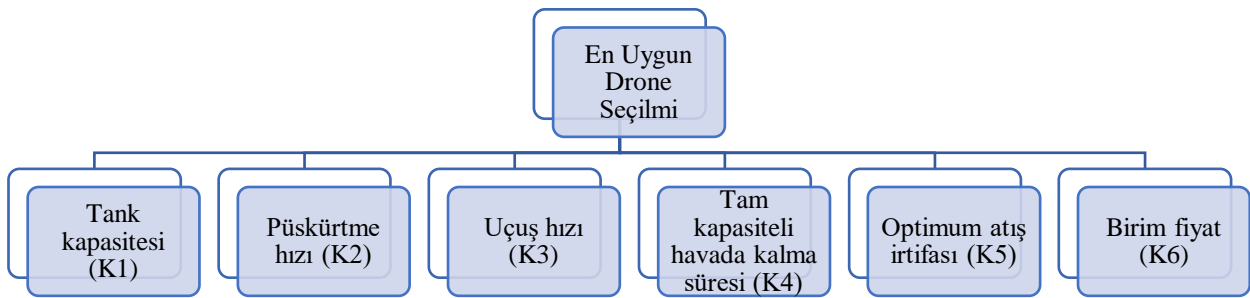
- Tam kapasiteli havada kalma süresi (K4): Yangına müdahalede bulunan dronların gidiş ve dönüş yolundaki süresini, aynı zamanda su boşaltım sırasındaki süresini de kapsayacak şekilde yeteri kadar havada kalabilmesi önemli bir husustur. Yüksek miktarlarda yük taşıyan dronların havada kalabilmek için harcayacağı enerji miktarından dolayı taşıdığı yük miktarı arttıkça, havada kalma süresi orantılı olarak azalmaktadır. Bu yüzden itfaiye dronu seçiminde bu kriter göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Dronların tam kapasiteli havada kalma süreleri global bir internet alışveriş sitesinden alınmıştır (Alibaba.com).
- Optimum atış irtifası (K5): Yangınlara müdahale süresince suyun buharlaşması faktöründen dolayı, atıldığı mesafe son derece önemlidir. Ateşin yüksekliği göz önünde bulundurularak, ateşe yakın optimum bir irtifadan atılacak su hem yangına etki gösterecek hem de tankta taşınan suyun buharlaşması önlenerek, kaynak ve zaman israfı engellenecektir. Optimum atış irtifası verileri global bir internet alışveriş sitesinden alınmıştır (Alibaba.com).
- Birim fiyat (K6): Çeşitli sebeplerden dolayı kullanım dışı kalabilecek bir dronun yerine yeni bir tane alarak, göreve gönderebilecek kadar düşük maliyetli bir drone olması, satın alma aşamasında olan kurumların düşük maliyet ile yüksek verim sağlayabilmesi açısından son derece önemlidir. Birim fiyat verileri global bir internet alışveriş sitesinden alınmıştır (Alibaba.com).

d. Problemin Çözümü

Problemin tanımlanmasının ardından problem ile ilgili veriler toplanmış, optimum drone seçimi yapabilmek amacıyla AHP ile kriter ağırlıklandırılması yapılmış, elde edilen kriter ağırlıkları COPRAS yönteminde kullanılarak, çözüm aşamasında yararlanılmıştır.

e. Kriterlerin AHP yöntemi ile değerlendirilmesi

Problem çözümüne başlanırken öncelikli olarak hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. En uygun dronun seçilmesinde oluşturulan kriterlerin ve alternatiflerin hiyerarşik yapısı Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. AHP Karar Hiyerarşisi

Hiyerarşik yapı kurulan problemde daha sonraki aşamada problemin AHP ile kriter ağırlıkları bulunmuştur. Kriterlerin kendi aralarında ikili karşılaştırmaları yapılmış, bu karşılaştırmalar sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları, alternatiflerin ikili karşılaştırmaları aşamasında çarpılmada kullanılmıştır. Kriterlerin ikili karşılaştırmaları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Kriterler Arası İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	1	2	3	2	4	5
K2	0.5	1	3	1	4	6
K3	0.33	0.33	1	0.5	2	2
K4	0.5	1	2	1	3	4
K5	0.25	0.25	0.5	0.33	1	3
K6	0.2	0.17	0.5	0.25	0.33	1

Kriterler arası ikili karşılaştırma matrisinin tamamlanmasının ardından sütun toplamı yapılarak, toplam değeri sütündeki her bir hücreye bölünerek Tablo 3'teki normalize karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 2. Kriterlerin Normalize Karar Matrisi

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	0.36	0.42	0.3	0.39	0.28	0.24
K2	0.18	0.21	0.3	0.2	0.28	0.29
K3	0.12	0.07	0.1	0.1	0.14	0.1
K4	0.18	0.21	0.2	0.2	0.21	0.19
K5	0.09	0.05	0.05	0.06	0.07	0.14
K6	0.07	0.04	0.05	0.05	0.02	0.05

Normalize karar matrisi ele alınarak her satır, satırsal olarak toplanıp, toplam hücre sayısına bölünmüş ve elde edilen özvektörler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Kriter Ağırlıkları Tablosu

Kriterler	Özvektörler
K1	0.332
K2	0.212
K3	0.104
K4	0.198
K5	0.079
K6	0.046

Bulunan kriter ağırlıkları toplamı 1 ve tutarlılık oranı (CR) 0,04 olarak hesaplanmıştır

f. Alternatiflerin COPRAS yöntemi ile değerlendirilmesi

COPRAS yöntemi ile alternatiflerin sıralanması işlemi yapılırken, AHP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları kullanılmıştır. Yöntemde verilen dönüştürülmeden, ham hali ile kullanılmıştır. Yani elde edilen veriler, TOPSIS gibi puantaj işlemine uğramamış, yalnızca kriterler faydalı ve faydasız kriter olarak ayrımı yapılarak, kullanılmıştır. Yangın bölgesinde atış yapılan irtifa yükseldikçe suyun buharlaşıp, yere ulaşamadığından dolayı faydasız kriter olarak değerlendirilmiştir. Aynı zamanda birim fiyata ödenen miktarın artması ile ilk yatırım

maliyetlerinin artacağından dolayı birim fiyatın minimum düzeyde tutulması gerekmektedir. Bu sebepten dolayı bahsi geçen bu kriter de faydasız kriter şeklinde değerlendirilmiştir. Kriterlerin faydalı ve faydasız olarak sınıflandırılmasının ardından, kriterlere göre alternatif değerlerinin verildiği karar matrisi Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 4. COPRAS Karar Matrisi

		Kriterler					
		0.332	0.242	0.104	0.198	0.079	0.046
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Alternatifler	Eavision-2021A	20	3.5	8	20	7	16
	YJ-Y25	25	3.6	15	15	6	5.6
	3WWDZ-30A	30	8.1	8	8	10	5
	JT16L-404QC	16	2.5	12	15	9	4.6
	Aelab-30	30	8	10	15	6	4.5

Tablo 5'te gösterilen karar matrisindeki her sütun, sütunsal olarak toplanarak, elde edilen toplam değeri sütundaki her hücreye bölünmesiyle Tablo 6'daki normalize karar matrisi elde edilmiştir. Karar matrisinde kullanılan verilerin birimleri sırası ile litre (l), litre/dakika (l/dk), metre/saniye (m/s), dakika (dk), metre (m) ve dolar (\$)’dır.

Tablo 5. COPRAS Normalize Karar Matrisi

		Kriterler					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Alternatifler	Eavision-2021A	0.165	0.136	0.151	0.274	0.184	0.448
	YJ-Y25	0.207	0.140	0.283	0.205	0.158	0.157
	3WWDZ-30A	0.248	0.315	0.151	0.110	0.263	0.140
	JT16L-404QC	0.132	0.097	0.226	0.205	0.237	0.129
	Aelab-30	0.248	0.311	0.189	0.205	0.158	0.126

Normalizasyon işleminin ardından AHP yönteminden sağlanan, Tablo 5'te de gösterilen kriter ağırlıkları kullanılarak, ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilmiştir. Elde edilen matris Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 6. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

		Kriterler					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Alternatifler	Eavision-2021A	0.0548	0.0329	0.0157	0.0543	0.0145	0.0207
	YJ-Y25	0.0685	0.0339	0.0294	0.0407	0.0124	0.0072
	3WWDZ-30A	0.0822	0.0762	0.0157	0.0217	0.0207	0.0065
	JT16L-404QC	0.0439	0.0235	0.0235	0.0407	0.0186	0.0059
	Aelab-30	0.0822	0.0753	0.0196	0.0407	0.0124	0.0058

COPRAS yönteminde son olarak sırası ile S_i^+ , S_i^- , Q_i ve performans indeksi (P_i) hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde Tablo 8 oluşturulmuştur.

Tablo 7. COPRAS Sonuç Tablosu

Alternatifler	S_i^+	S_i^-	Q_i	Performans İndeksi
Eavision-2021A	0.158	0.035	0.174	69.746
YJ-Y25	0.172	0.020	0.202	80.945
3WWDZ-30A	0.196	0.027	0.218	86.974
JT16L-404QC	0.132	0.025	0.156	62.196
Aelab-30	0.218	0.018	0.250	100

Yapılan AHP ve COPRAS uygulamaları sonucunda Giresun ilinde anız yangınları ile mücadele edebilecek en uygun araç olarak birinci sırada Aelab-30, son sırada ise JT16L-404QC çıkmıştır. İlk sırada Aelab-30 çıkması araç seçiminde bu dronun seçilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Anız yangınlarını söndürme müdahalelerinde yeni nesil teknoloji ürünlerinden yararlanılarak ulaşılabilir ya da ulaşılması mümkün olmayan her türlü araziye hızlı bir şekilde müdahale edilebilir. Yeni nesil teknoloji ürünü olan itfaiye drone seçiminde Eavision-2021A, YJ-Y25, 3WWDZ-30A, JT16L-404QC ve Aelab-30 isimlerine sahip 5 alternatif, belirlenen; tank kapasitesi, püskürtme hızı, uçuş hızı, tam kapasiteli havada kalma süresi, optimum atış irtifası ve birim fiyat olmak üzere 6 adet kritik kriterin nezdinde değerlendirilmiştir. 2021 yılı OGM raporlarında 40 adet anız yangını ile birinci sırada olan Giresun ilinde, anız yangınlarına müdahale için itfaiye drone seçimi çalışmasında ÇKKV yöntemlerinden AHP; kriter ağırlıklandırma aşamasında, COPRAS ise AHP'den elde edilen kriter ağırlıklarının kullanılması birlikte alternatiflerin değerlendirilip, sıralandırılmasında kullanılmıştır. AHP yöntemi ile ağırlıklandırılması sonucunda en önemli kriterler sırası ile 0.332, 0.242 ve 0.198 ağırlıklarıyla tank kapasitesi, püskürtme hızı ve tam kapasiteli havada kalma süresi olarak belirlenmiştir. AHP ile elde edilen kriter ağırlıklarına göre COPRAS yöntemi ile değerlendirildiğinde en iyi sonuç olarak Aelab-30 dronu seçilmiştir. Birinci seçilmesi gereken Aelab-30 dronu olurken, en son seçilmesi gereken drone ise JT16L-404QC olmuştur. Bahsi geçen dronların dışında kalan alternatiflerin sıralaması ise 3WWDZ-30A, YJ-Y25 ve Eavision-2021A şeklinde gerçekleşmiştir.

Çalışma, Türkiye'de ÇKKV ile drone seçimi ve yangın müdahalesi için drone seçimi problemine yönelik öneri sunulmuş ilk uygulama özelliği taşımaktadır. Bununla birlikte çözüm önerisi sunulan problem için AHP ve COPRAS kullanılması, ele alınan probleme uygulanan yöntem açısından literatüre katkı sağlamaktadır.

İleride drone konusu üzerine yapılabilecek projelerde çeşitli özel şirketler ve devlet kurumları bünyesinde oluşturulacak itfaiye drone filolarının konuşlandırılacağı kritik alanlar ile ilgili optimum yer seçimi problemi ele alınabilir. Böylece ilgili şehirlerin her bölgesine ve özel şirketlerin tüm tesislerini kapsayan alan içerisinde hızlı müdahaleyi kolaylaştıracak

çözüm önerileri geliştirilebilir. Aynı zamanda anız yangınlarına müdahale amacı ile gerçekleştirilen bu çalışmadan yola çıkılarak orman yangınları gibi farklı ve daha büyük yangın türleri ile mücadelede bulunabilecek, çok daha yüksek hacimlerde sıvı taşıma kapasitesine sahip drone seçimleri gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Akhouloufi, M. A., Couturier, A., & Castro, N. A. (2021). Unmanned aerial vehicles for wildland fires: Sensing, perception, cooperation and assistance. *Drones*, 5(1), 15.
- Akpınar, M. E. (2021). Unmanned aerial vehicle selection using Fuzzy Choquet Integral. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 14(2), 119-126.
- Alakaş, H. M., Yazıcı, E., Cebeci, S., Yılmaz, E. E. ve Eren, T. (2021). Toplu ulaşım sistemlerinde araç tipi seçimi: Kırıkkale kampüs hattı örneği. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 269-287.
- Alvalı, G. T., Balbay, A., Şişman, T. ve Güneş, S. (2021). Selection of electric vehicle chassis material using Multi-Criteria Decision Making techniques. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 9(4), 573-588.
- Ausonio, E., Bagnerini, P., & Ghio, M. (2021). Drone swarms in fire suppression activities: a conceptual framework. *Drones*, 5(1), 17.
- Arslan, R. (2018). AHP ile Ağırlıklandırılmış VIKOR yöntemiyle araç seçimi; Rent A Car firması uygulaması. *Türk Akademik Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 1(1), 15-20.
- Aslan, H. M. (2017). AHP-ARAS Hibrit yöntemi ile lojistik işletmelerinin en uygun araç seçimi. *Alphanumeric Journal*, 5(2), 271-282.
- Aydın, F.E. (2009). Giresun şehrinin iklimi. Yüksek Lisans Tezi. Erişim Adresi: <http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/32959.pdf>
- Aydın, Ö., Öznehir, S. ve Akcalı, E. (2009). Ankara için on imal hastane yeri seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile modellenmesi. *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences*, 14(2), 69-86.
- Aydın, B., Selvi, E., Tao, J., & Starek, M. J. (2019). Use of fire-extinguishing balls for a conceptual system of drone-assisted wildfire fighting. *Drones*, 3(1), 17.
- Chung, P. H., Ma, D. M., & Shiau, J. K. (2019). Design, manufacturing, and flight testing of an experimental flying wing UAV. *Applied Sciences*, 9(15), 3043.
- Çelikyay, S. (2002). Çok amaçlı savaş uçağı seçiminde çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin uygulanması. Tez (Yüksek Lisans) -- İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
- Doğan, E. M., Eren, M. ve Çelik, K. (2017). Lojistik sektöründe ağır ticari araç seçimi problemine yönelik COPRAS-G yöntemi ile karar verme. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1), 153-178.
- Eren, T., Danişan, T., Deringöz, A. ve Aksüt, G. (2022). Comparison and selection of patient follow-up systems for covid-19 pandemic patients. *Fashion and Textiles*, 9(1), 1-13.
- Gavcar, E. ve Kara, N. (2020). Elektrikli otomobil seçiminde ENTROPI ve TOPSIS yöntemlerinin uygulanması. *İş ve İnsan Dergisi*, 7(2), 351-359.
- Gencer, C., Aydoğan, E. K. ve Aytürk, S. (2008). Analitik Hiyerarşi Prosesi ile hafif makineli tüfek seçimi. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 7(2), 87-105.
- Hamurcu, M. ve Eren, T. (2017). Toplu taşıma türünün seçiminde çok kriterli karar verme uygulaması. *In International Conference on Advanced Engineering Technologies (ICADET)*, 3, ss.1-13.
- Hamurcu, M. ve Eren, T. (2018). Yüksek kapasiteli elektrikli otobüslerin seçiminde hibrit

- çok kriterli karar verme uygulaması. *Transist 11. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı*, İstanbul, Türkiye, ss.1-10.
- Kabak, M. ve Uyar, O. (2013). A multi criteria approach for heavy commercial vehicle selection problem in logistics sector. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 28(1).
- Kara, M., Yumuşak, R. ve Eren, T. (2022). Acil yardım müdahalesi yapan birimler için çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile kargo drone seçimi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 4(2), 38-45.
- Keleş, N. (2022). Armed unmanned aerial vehicle selection. Available at SSRN 4113879.
- Özcan, E., Yumuşak, R. ve Eren, T. (2021). A novel approach to optimize the maintenance strategies: a case in the hydroelectric power plant. *Eksploatacja I Niezawodność- Maintenance and Reliability*, 23(2), 324-337.
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K. ve Genç, V. (2021). FUCOM ve PROMETHEE yöntemleri ile ticari araç seçimi: peyzaj firmasında bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel Sayı), 231-253.
- Özkan, Ö. (2007). Personel seçiminde karar verme yöntemlerinin incelenmesi: AHP, ELECTRE ve TOPSIS örneği. *Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi*.
- Uçar, U. ve İşleyen, S. (2019). A new solution approach for UAV routing problem with moving target-heterogeneous fleet. *Journal of Polytechnic-Politeknik Dergisi*, 22(4).
- Saraçyakupoğlu, T., Delibaş, H. D. ve Özçelik, A. D. (2022). An experimental determination and numerical analysis of a loiter munition unmanned aerial vehicle system. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 6(1), 83-101.
- Saraçyakupoğlu, T., Delibaş, H. D. ve Özçelik, A. (2021). Bir insansız hava aracının itki ve manevra hareketlerinde gövde içi basınçlı hava kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Ejosat Special Issue 2021 (ARACONF)*, 81-86.
- Sarımeahmet, B., Hamurcu, M. ve Eren, T. (2020). Çok kriterli karar verme: Kırıkkale YHT istasyonu-şehir bağlantısının sağlanması. *Demiryolu Mühendisliği*, (11), 26-40.
- Taş, M., Özlemiş, Ş. N., Hamurcu, M. ve Eren, T. (2017). Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Hedef Programlama karma modeli kullanılarak monoray projelerinin seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2(2), 24-34.
- Tezcan, B., Alakaş, H. M., Özcan, E. ve Eren, T. (2021). Afet sonrası geçici depo yeri seçimi ve çok araçlı araç rotalama uygulaması: Kırıkkale ilinde bir uygulama. *Politeknik Dergisi*, 1-1.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü (2021). Ormanlık resmi istatistikleri. Erişim Adresi: <https://www.ogm.gov.tr/e-kutuphane-sitesi/Istatistikler>
- Saaty T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, USA.
- Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A. ve Sarka V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 1(3), 131-139.

