

PAPER DETAILS

TITLE: Acil Yardım Müdahalesi Yapan Birimler için Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Kargo Drone Seçimi

AUTHORS: Mert KARA,Rabia YUMUSAK,Tamer EREN

PAGES: 38-45

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2557888>



Acil Yardım Müdahalesi Yapan Birimler için Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Kargo Drone Seçimi

Mert Kara¹, Rabia Yumuşak², Tamer Eren³

¹Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Kırıkkale, Türkiye

²Kapadokya Üniversitesi, Kapadokya Meslek Yüksekokulu, Bilişim Güvenliği Teknolojisi, Nevşehir, Türkiye

³Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Kırıkkale, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Araç seçimi,
ÇÖKV,
Drone seçimi,
Acil yardım,
Afet yönetimi,
Müdahale planlaması.

ÖZ

Dünyada her gün ani gelişen afetler ve savaş gibi olaylar neticesinde acil yardım gerektiren durumlar meydana gelmektedir. Ani gelişen olay sonucunda müdahale süreçlerinde acil yardım ihtiyacı olan insanların konumları kritiktir. Çünkü acil yardım gerektiren bazı olayların gerçekleştiği yer bakımından incelendiğinde karadan ulaşamayıp, havadan ise zor müdahale edilebilmektedir. Ekipler için her geçen an son derece önemli olmasına rağmen kazazedeye ulaşabilmesi çok uzun süreleri bulabilmektedir. Bu durumda gelişen teknolojiye yararlanarak, ekiplerin kazazedenin yanına ulaşana dek geçecek sürede drone'lar ile kazazedenin hayatını idame edebileceği kadar acil yardım ve yaşam malzemeleri göndermek hayati derecede önemlidir. Bu çalışmada, malzeme taşınması amacı ile üretilmiş benzer özelliklere sahip olan beş kargo drone'ndan uzun süre havada kalan, yüksek irtifaya çıkabilen, hızlı ve fazla ağırlık taşıyabilen drone'un seçilebilmesi için optimum aracın bulunması hedeflenmiştir. Bu değerlendirme yapılırken maksimum havada kalma süresi, taşıyabileceği yük miktarı, birim fiyatı, yükselebileceği irtifa, gidebileceği menzil ve hareket hızı olmak üzere altı kriter ele alınmıştır. Yapılan çalışmada Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemlerinden AHP, TOPSIS ve PROMETHEE kullanılmıştır. Çalışma; Türkiye'de ÇÖKV ile drone seçimi ve acil yardım müdahalesi için araç seçimi konusu üzerine yapılmış ilk uygulama özelliği taşımaktadır. Bununla birlikte çözüm yaklaşımı sunulan problem için AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntem sonuçlarının karşılaştırılması, ele alınan probleme uygulanan yöntem açısından literatüre katkı sağlamaktadır.

Cargo Drone Selection with Multi-Criteria Decision-Making Methods for Emergency Response Units

Keywords

Vehicle selection,
MCDM,
Drone selection,
Emergency aid,
Disaster management,
Response planning.

ABSTRACT

As a result of sudden disasters and events such as war, situations requiring emergency assistance occur daily in the world. As a result of the sudden event, the positions of people needing urgent help in the response processes are critical. Because when some events that require emergency assistance are examined in terms of where they occur, they cannot be reached by land, and it isn't easy to intervene from the air. Although every moment is significant for the teams, going to the casualty can take a long time. In this case, it is vital to send emergency aid and life supplies as much as possible to sustain the victim's life with drones in the time that will pass until the teams reach the victim by taking advantage of the developing technology. This study aims to find the optimum vehicle for selecting a drone that can stay in the air for a long time, go to high altitudes, is fast, and can carry a lot of weight out of five cargo drones with similar characteristics produced for material transport. While making this evaluation considered six criteria: maximum airtime, amount of load it can carry, unit price, altitude to which it can go, range, and movement speed. The study used AHP, TOPSIS, and PROMETHEE, among the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. Study; It is Turkey's first application on drone selection and vehicle selection for emergency response with ÇÖKV. However, comparing the results of AHP, TOPSIS, and PROMETHEE methods for the problem whose solution approach is presented contributes to the literature regarding the technique applied to the issue in question.

* Sorumlu Yazar (*Corresponding Author)

Kaynak Göster (APA) / Cite this;

(mertkar.a@outlook.com) ORCID ID 0000-0001-9863-0067
(rabia.yumusak@kapadokya.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-0257-939X
(tamereren@gmail.com) ORCID ID 0000-0001-5282-3138

Kara, M., Yumuşak, R & 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

Geliş Tarihi/Received: 26/07/2022; Kabul Tarihi/Accepted: 29/08/2022

1. GİRİŞ

Dünyada her gün çeşitli etkinlikler ve savaşların yaşanması sonucunda acil yardım gerektiren durumlar ortaya çıkmaktadır. Bazı olayların yaşandığı yer bakımından incelendiğinde ulaşılması güç konumlar olduğu görülmektedir. Bu durumda acil yardım ekiplerinden önce kazazede yanına ulaşabilecek kargo drone gibi yeni ve yüksek teknoloji ürünü araçlar kullanılabileceğinden bir araç seçimi problemi ortaya çıkmaktadır (Arslan ve Delice, 2020).

Araç seçimi problemi mevcut bir görevin hedeflenen bir şekilde yapılabilmesi açısından son derece önemlidir. Kullanıcı memnuniyetini kazanacak, hem de alıcıyı maddi açıdan zorlamayacak en iyi drone seçiminin yapılması gerekir. Bu nedenle, tüketiciler için araç seçiminde en doğru kararın verilebilmesi oldukça önemli bir konu olmaktadır (Güngör ve İşler, 2005).

Maksimum havada kalma süresi, taşıyabileceği yük miktarı, birim fiyatı, yükselebileceği irtifa, gidebileceği menzil ve hareket hızı olmak üzere altı kriter ele alınarak en uygun drone seçimi yapılmıştır. İdeal drone seçilmesi aşamasında birden çok kriter bulunduğu için Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemlerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Problemin çözümünde Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemlerinden olan Analytic Hierarchy Process (AHP), The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) ve Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE)'den yararlanılmıştır.

Bu çalışmada acil yardım müdahalesinde bulunan ekiplerin kullanımı için bir kargo drone seçimi yapılmak üzere araç seçimi problemi ele alınmıştır. Acil yardım gerektiren bir olay vuku bulduğunda arazi şartlarının zorluğundan dolayı ulaşılması uzun süreleri bulacak durumlarda, kazazedenin hayatta kalabilmesi için malzeme taşıma görevi yapacağından belirli özellikleri karşılaması gerekmektedir. Optimal aracın bulunmasında birçok kriter ve alternatif bulunduğu için bu çalışmada probleme ÇÖKV yöntemleri ile çözüm önerisinde bulunulmuştur. Problemde öncelikle AHP ile kriterlerin kendi aralarında ikili karşılaştırması yapılarak, kriter ağırlıklarına ulaşılmıştır. AHP yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile alternatif 5 drone değerlendirilmiştir.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde konu ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar yer almaktadır. Ardından üçüncü bölümde problemin çözümünde kullanılan yöntemler anlatılmaktadır. Dördüncü bölümde uygulama ayrıntılı bir şekilde verilmiş olup son bölümde sonuçlar vurgulanarak çalışma tamamlanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde malzeme seçim problemlerinin çözümü için çok kriterli karar verme yöntemlerinden yararlanılan çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Çelikyay (2002) yaptığı çalışmada hava kuvvetleri için çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak yeni nesil savaş

uçacağı seçimi yapmıştır. Hamurcu vd. (2021) çalışmasında elektrikli araçların batarya seçimi için AHP ve MOORA yöntemlerini kullanmıştır. Hamurcu ve Eren (2018) yaptığı çalışmada yüksek kapasiteli, elektrikli otobüs seçimi için ANP ve TOPSIS yöntemlerinden yararlanmıştır. Alakaş vd. (2019) çalışmasında hastaların hastaneye yetiştirilmek üzere dört farklı ambulans tedarikçileri arasında seçim yapabilmek için AHP, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinden yararlanarak, sonuca ulaşmışlardır. Alakaş vd. (2021) yaptığı çalışmada Kırıkkale Üniversitesi kampüs - Kırıkkale Merkez arasında arası ulaşım yapan kişilerin yolculuklarında daha fazla konfor sağlanmasına yönelik olarak AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanarak hangi toplu taşıma aracının daha uygun olduğunu belirlemeye çalışmıştır. Çetin ve Alvalı (2020) çalışmasında yük vagonu bojisi tasarımında kullanılacak malzemenin seçimi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini kullanmıştır. Süt vd. (2019) yaptığı çalışmada yeşil ulaşımı ele almış ve kampüs içi ulaşımında çevre dostu, üç alternatif yakıtlı araçların arasından seçimde AHP ve TOPSIS yöntemlerinden yararlanarak, sonuca ulaşmıştır. Ertuğrul ve Özçil (2014) çalışmasında eşdeğer soğutma ve ısıtma kapasitesine sahip ve A enerji sınıfı klimaları alternatif olarak belirlemiş, TOPSIS ve VIKOR yöntemi ile değerlendirerek en uygun klimanın seçilmesini sağlamıştır. Eren vd. (2018) yaptığı çalışmada ulaşımında kullanılmak üzere yerli üretim olan metroları da alternatif olarak ele alıp, AHP ve Bulanık AHP ile değerlendirmiş ve optimum sonuca ulaşmıştır. Keçek ve Yüksel (2016) çalışmasında belirli yaş aralığındaki kullanıcılar için AHP ve PROMETHEE tekniklerini kullanarak cep telefonu seçimi yapmıştır. Gavcar ve Kara (2020) üzerinde çalıştıkları çalışmada 11 farklı elektrikli otomobilde çeşitli kriterleri göz önünde bulundurarak, TOPSIS ve ENTROPI ile değerlendirmesi sonucunda sonuca ulaşmıştır. Canbulut (2019) çalışmasında yerli üretim araçları da göz önünde bulundurarak iki yerli, iki yabancı olmak üzere toplam dört araç arasından şehir içi ulaşımında toplu taşıma aracı olarak seçilmesi hedeflenen AHP ve VIKOR yöntemleri ile değerlendirmiştir. Yavaş vd. (2014) yaptığı çalışmada araç seçimlerinde en çok ele alınan kriterleri tespit edip, bunları ele alarak AHP ve ANP yöntemleri ile önceliklendirmişlerdir. AHP ve ANP yöntemlerinin farklılıkları ifade edilmiş, uygulamadaki sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Gencer vd. (2008) çalışmasında AHP yöntemi ile çeşitli piyade tüfeklerini değerlendirerek, arasından amaca yönelik optimum olanını seçmişlerdir. Şahin ve Akçer (2011) çalışmasında devlet kurumlarının alımı için AHP ve TOPSIS yöntemlerinden yararlanarak 4x4 arama kurtarma aracı seçimi yapmışlardır. Demir (2018) yayınladığı tezinde 2017 model otomobillerin teknik verilerini dikkate alarak araç seçimi problemini ele almıştır. Ele aldığı problemi TOPSIS, VIKOR ve MOORA yöntemleri ile her sınıf için ayrı ayrı uygulamış ve sonuçlara ilişkin değerlendirmeler yapmıştır. Demirci ve Manavgat (2021) çalışmasında Veri Zarflama Analizi, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini kullanarak lojistik ana fonksiyon sahaları arasında önemli bir yer tutan alternatif forklift araçlarını üç ayrı yöntem ile değerlendirerek, aynı sonuca varılmış ve sonuca

ulaşmışlardır. Arslan (2018) çalışmasında bir Rent a Car firması için şehir içi yakıt tüketimi, şehir dışı yakıt tüketimi, motor gücü vb. gibi kriterleri ele alarak AHP ve VIKOR ile değerlendirerek, en uygun aracı hesaplamıştır. Kabak ve Uyar (2013) yaptığı çalışmada ANP ve PROMETHEE ile bir firmanın araç filosuna katmayı düşündüğü yeni yük aracı alım sürecinin değerlendirilebilmesi için gereken seçim ölçütlerini belirleyerek, bu ölçütlerin önem ağırlıkları doğrultusunda en iyi aracın seçilmesini modellemiştir. Özbek (2012) çalışmasında küçük ölçekli bir işletme için doğru hafif ticari aracı satın alması için kolayca uygulayabileceği bir karar modeli geliştirmiştir. Geliştirilen model, ölçütler arasındaki etkileşimleri dikkate alan analitik ağ süreci (AAS) temeline dayandırmaktadır. Gökgöz ve İlerisoy (2021) çalışmasında AHP yöntemini kullanarak yapılar üzerinde oluşan hasarın, patlamanın hangi tür özelliklerine bağlı olduğunu bulmuştur. Tekinay ve Batı (2022) çalışmasında askeri amaçlar için üretilen yerli ve yabancı üretim silahlı/silahsız insansız hava araçlarından (İHA/SİHA) on iki alternatif belirleyerek, bu alternatifleri havada kalma süresi, seyir hızı gibi toplamda beş kriter altında TOPSIS ve Bulanık TOPSIS ile değerlendirerek, sıralandırmışlardır. Sarı (2022) çalışmasında drone verilerinin kalibrasyonu amacıyla sınırları belli olan ve doğaya zarar vermeyen beyaz boya ile sınırları belirlenmiş ve çeşitli yüksekliklerden alanların tüm ölçümleri (uzunluklar, açılar vb.) yapmıştır. Ölçümlerin ardından çeşitli prosesleri tamamlayan Sarı, Trakya Yarımadasındaki erezyon alanlarını tespit etmiştir.

Bu çalışmada ise kargo drone seçimi AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışma hem uygulama alanı hem de kullanılan yöntem entegrasyonu açısından literatüre katkı sağlar niteliktedir.

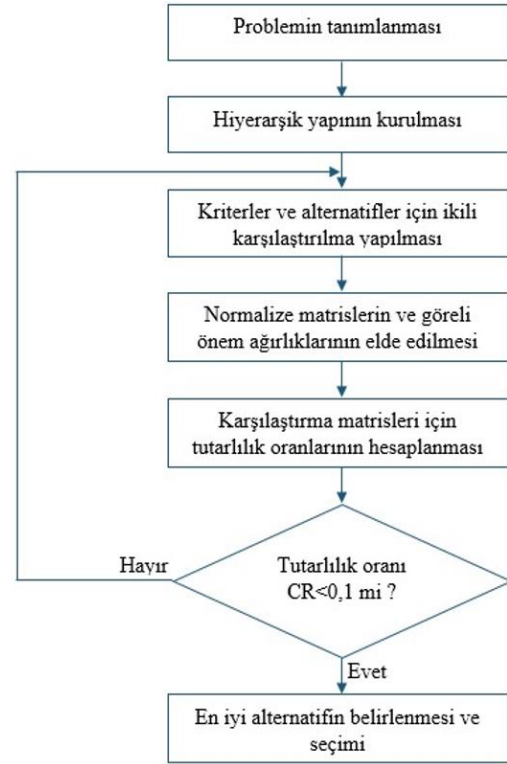
3. YÖNTEM

Birden çok kriterin ve alternatifin bulunduğu karar verme problemlerinin çözümünde ÇÖKV yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalara literatürde sıklıkla rastlanmaktadır. Yöntemlerin verdiği etkin sonuçlardan dolayı karar vericiler tarafından sıkça kullanılmaktadır. ÇÖKV yöntemleri ile birçok kriteri bir arada değerlendirerek en iyi çözümü veren alternatifleri üretmek mümkündür (Özkan, 2007). Bu çalışmada; ÇÖKV yöntemlerinden AHP, TOPSIS ve PROMETHEE kullanılmıştır.

3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci

AHP çok kriterli karar verme problemlerinde kullanılan ve Saaty tarafından 1980 yılında geliştirilen bir yöntemdir (Saaty, 1980). AHP tekniğinde en üst düzeyde bir amaç ve bu amacın altında sırasıyla kriterler, alt-kriterler ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanılmaktadır (Yapıcı vd., 2021). Bu yöntem sayesinde kriterlerin amaca katkısı belirlenir, kriter ağırlıkları oluşturulur ve uygun alternatif belirlenir (Aydın vd., 2009). Bu çalışmada, kişisel önyargıların azaltılması ve farklı alternatiflerin karşılaştırılmasında yaygın bir şekilde kullanılması

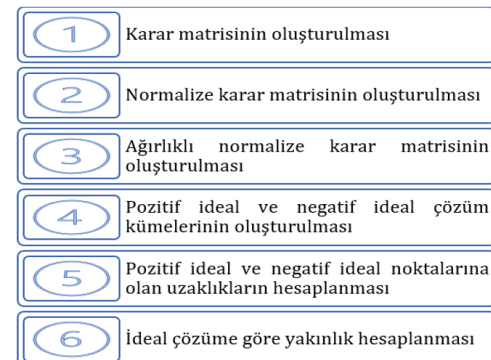
(Eren vd., 2022) ayrıca, doğrusal programlama (Özcan vd., 2021), kalite fonksiyonu dağıtımı, bulanık mantık vb. diğer analitik yöntemlerle entegrasyon esnekliğine (Tezcan vd., 2021) sahip olup etkin sonuçlar sağlamasından dolayı kriter ağırlıklarının hesaplanması sürecinde AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP yönteminin sırası ile uygulanan aşamaları Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. AHP yöntemi akış şeması (Saaty, 1980)

3.2. TOPSIS Yöntemi

Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilmiş ve birçok alanda kullanılmış bir ÇÖKV yöntemidir. Yöntem karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ana prensibine dayanarak, tercih sıralaması yapmak için geliştirilmiştir (Akçay, 2018). Probleme ait niteliksel bilgileri tam olarak kullanması (Özcan vd., 2019a), alternatif sıralamasını kolay ve etkin bir şekilde gerçekleştirmesi (Özcan vd., 2020), literatürde sıklıkla geniş kapsamlı sıralama problemleri için kullanılması (Yumuşak vd., 2018; Özcan vd., 2019b) nedeniyle TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir. TOPSIS yönteminin adımları özetlenerek Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. TOPSIS yöntemi akış şeması (Hwang ve Yoon, 1981)

3.3. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE yöntemi Brans (1982) tarafından geliştirilmiş olup sonlu sayıda alternatifler üzerinde hem kısmi sıralama (PROMETHEE I) hem de tam sıralama (PROMETHEE II) yapmak mümkündür, alternatifler ($a_1, a_2, \dots, a_n$) ve kriterler ($q_1, q_2, \dots, q_k$) tarafından oluşan karar matrisi ile karar verme sürecine başlanır. Yöntem karar vericiye karar matrisi oluşturulduktan sonra 5 adımın izlenmesi sonucunda PROMETHEE tam ve kısmi sıralama sonuçlarını sunmaktadır (Dinçer vd., 2017). Kullanım kolaylığına sahip, kriterlerin birbirleri ile orantılı olması gerektiğine ilişkin bir varsayıma bağlı olmayan (Danışan vd., 2022), on yıllardır sağlıktan (Oral vd., 2022) teknolojiye (Deringöz vd., 2022), akıllı şehirden (Yaşar vd., 2022) ulaşım (Taş vd., 2017) birçok alanda kullanılan, bu zaman diliminde iterasyonları geliştirilen ve etkin sonuçlar üreten (Taşkın vd., 2022) PROMETHEE yöntemi öne çıkan avantajları nedeniyle seçilmiştir. PROMETHEE yönteminin aşamaları özetlenerek Şekil 3'te verilmiştir



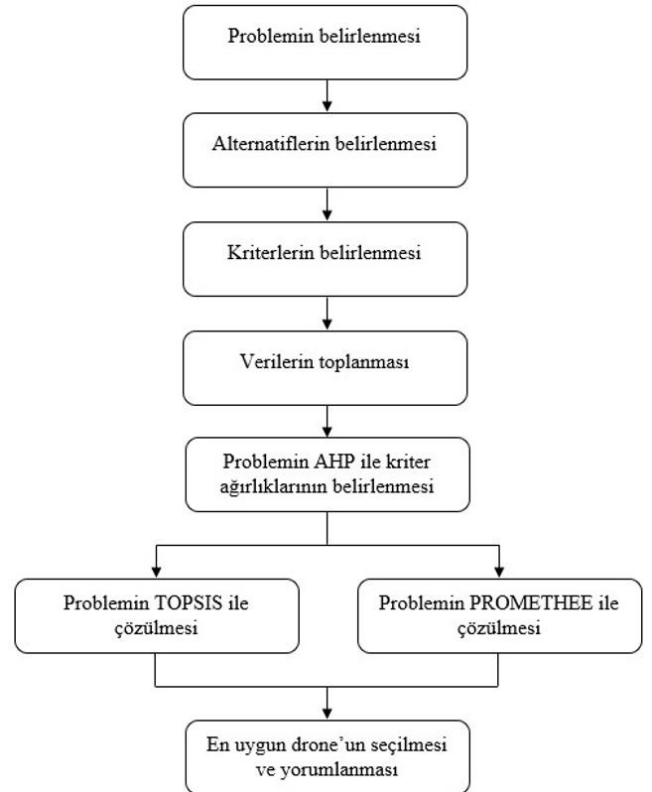
Şekil 3. PROMETHEE yöntemi akış şeması (Brans, 1982)

4. UYGULAMA

Ele alınan çalışmada yük taşıma amacı ile üretilmiş, birbirine benzer kabiliyetlere sahip olan beş kargo drone'un, acil yardım müdahalesinde bulunan birimlerin kullanımı için araç seçimi problemine bir çözüm yaklaşımı sunulmuştur. Çözüm aşamasında AHP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları kullanılmış, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinden yararlanılarak nihai sonuca ulaşılmıştır. İki yöntemden de elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak araç seçimi problemi için optimal drone seçimi yapılmıştır. Drone seçim probleminin akış şeması Şekil 4'te gösterilmiştir.

4.1. Problemin Tanımlanması

Dünyada her gün çeşitli etkinlikler ve savaşların yaşanması sonucunda acil yardım gerektiren durumlar ortaya çıkmaktadır. Bazı olayların yaşandığı yer bakımından incelendiğinde ulaşılması acil yardım ekiplerinden önce kazazedeye yanına ulaşabilecek kargo drone gibi yeni ve yüksek teknoloji ürünü araçlar kullanılabileceğinden bir araç seçimi problemi ortaya çıkmaktadır. Çalışmada, ulaşılmayan ve ulaşılması zor olan konumlara tıbbi malzeme ve gıda taşıyacak bir kargo drone seçimi ele alınmıştır.



Şekil 4. Problem akış şeması

4.2. Alternatifler

Kargo drone seçimi için alternatifler belirlenirken, yalnızca yük taşıma amacıyla üretilmiş benzer özelliklere sahip dört tanesi Çin, bir tanesi ise yerli üretim olan drone'lardan seçilmiştir.

Alternatifler; SK62 Pro, ARKUAV 40, Thor 210, Raven ve NAGA drone'ları olarak belirlenmiştir.

4.3. Kriterler

Kriterler belirlenirken literatürde yer alan iki çalışma uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Birim fiyat (Arslan ve Delice, 2020), maksimum havada kalma süresi (Arslan ve Delice, 2020; Tekinay ve Batı, 2022), gidebileceği menzil (Arslan ve Delice, 2020), taşıyabileceği yük miktarı (Tekinay ve Batı, 2022), hareket hızı (Tekinay ve Batı, 2022) ve yükselebileceği irtifa (Tekinay ve Batı, 2022) kriterlerine uzman görüşleri alınarak kararlaştırılmıştır. Çalışmada; havada kalma süresi (K1), taşıyabileceği yük miktarı (K2), birim fiyatı (K3), yükselebileceği irtifa (K4), gidebileceği menzil (K5) ve hareket hızı (K6) olmak üzere altı kriter ele alınmıştır.

- Maksimum havada kalma süresi (K1): Acil yardım gerektiren bir durumda olayın gerçekleştiği konumun arazi zorluğundan dolayı ulaşılabilmesi için bir drone'un uzun süre havada kalması gerekebilmektedir. Bu yüzden acil durumlarda kullanılacak olan bir drone seçilirken bu kriterin göz önüne alınması son derece önemlidir. Drone'ların havada kalma süresi verileri satışı bulunan bir global alışveriş sitesinden alınmıştır (Alibaba.com).

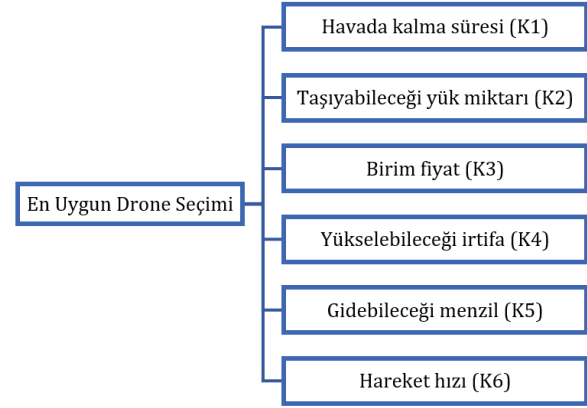
- Taşıyabileceği yük miktarı (K2): Bir olayın vuku bulması sonucu kazazedenin sağlık durumunun ağırlığına göre veya olaydaki kazazede sayısının değişebilmesinden kaynaklı taşınabilecek temel gıda ve acil yardım malzemelerinin miktarı değişebilmektedir. Bu miktar ile doğru orantılı olarak malzemelerin ağırlığının artıp/azabileceğinden dolayı drone seçiminde bu kriterin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Drone'ların taşıyabileceği yük miktarı verileri satışı bulunan bir global alışveriş sitesinden alınmıştır (Alibaba.com).
- Birim fiyat (K3): Drone satın alma aşamasında, alıcı olan kurumların düşük maliyet ile yüksek verim alabileceği bir drone seçilmesi hedeflenmiştir. Alıcının mevcut drone'u çeşitli sebeplerden dolayı kullanım dışı kaldığında yeni bir tane alarak, göreve gönderebilecek kadar düşük maliyetli olması son derece önemlidir.
- Yükslebileceği irtifa (K4): Olayın gerçekleştiği konum itibarıyla bazen drone'un dağlık arazide çok yüksek metrelere çıkması gerekebilmektedir. Çalışmada en iyi drone'un seçilebilmesi için yükslebileceği irtifa kriterini koymak son derece önemlidir. Yükslebileceği irtifa verileri global bir internet alışveriş sitesinden alınmıştır (Alibaba.com).
- Gidebileceği menzil (K5): Drone'un görevde bulunacağı alan yatay uzaklıkta kilometrelerce ileride olabilir. Bu yüzden drone'un sinyal çekim alanının yüksek olması drone pilotlarına büyük bir alan çapında görev yapabilme imkânı tanımaktadır. Bu durumdan dolayı problem çözümünde gidebileceği menzil kriteri göz ardı edilemeyecek kadar kritik bir kriterdir. Gidebileceği menzil verileri global bir internet alışveriş sitesinden alınmıştır (Alibaba.com).
- Hareket hızı (K6): Müdahale gerektiren olay gerçekleştikten sonra kazazedeye ulaşmada her geçen dakika son derece önemlidir. Drone seçim probleminde ise drone'un olaya intikal süresini belirleyecek olan hareket hızını almak, problemde gerçek veya gerçeğe çok yakın bir sonuç almak bakımından son derece önemlidir. Hareket hızı verileri global bir internet alışveriş sitesinden alınmıştır (Alibaba.com).

4.4. Problemin çözümü

Problem tanımlandıktan sonra problem ile ilgili veriler toplanmış, optimum drone seçimi yapabilmek amacıyla AHP ile kriter ağırlıklandırılması yapılmış, elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinden çözüm aşamasında yararlanılmıştır.

4.4.1. Kriterlerin AHP yöntemi ile değerlendirilmesi

Öncelikli olarak hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. AHP yönteminde en uygun drone'un seçilmesinde oluşturulan kriterlerin ve alternatiflerin hiyerarşik yapısı Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. AHP karar hiyerarşisi

Daha sonraki aşamada problemin AHP ile kriter ağırlıklarının bulunmuştur.

Kriterlerin kendi aralarında ikili karşılaştırma yapılmış, ardından çıkan kriter ağırlıkları alternatiflerin ikili karşılaştırmalarından sonuç olarak çıkan özvektörlerle çarpımda kullanılmıştır. Tüm alternatifler, her kriter altında ikili karşılaştırma yapılarak, sonuca varılmıştır. Kriterlerin ikili karşılaştırması Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	1	0.2	0.5	3	2	4
K2	5	1	3	5	4	7
K3	2	0.33	1	4	3	5
K4	0.33	0.2	0.25	1	0.33	2
K5	0.5	0.25	0.33	3	1	4
K6	0.25	0.14	0.2	0.5	0.25	1

Kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi yapılmasının ardından sütunsal toplam yapılarak, toplam sütundaki her bir hücreye bölünerek Tablo 2'deki normalize karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 1. Kriterlerin normalize karar matrisi

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	0.11	0.09	0.09	0.18	0.19	0.17
K2	0.55	0.47	0.57	0.30	0.38	0.30
K3	0.22	0.16	0.19	0.24	0.28	0.22
K4	0.04	0.09	0.05	0.06	0.03	0.09
K5	0.06	0.12	0.06	0.18	0.09	0.17
K6	0.03	0.07	0.04	0.03	0.02	0.04

Normalize karar matrisini ele alınarak satırsal tüm hücreler toplanarak, toplam hücre sayısına bölünmüş ve elde edilen özvektörler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2. Kriter ağırlıkları tablosu

Kriterler	Özvektör
K1	0.141
K2	0.429
K3	0.218
K4	0.059
K5	0.115
K6	0.038

Bulunan kriter ağırlıklarının toplamaları 1 ve tutarlılık oranı 0,09 olarak hesaplanmıştır.

4.4.2. Alternatiflerin TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi

AHP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları, TOPSIS yöntemi çözümünde alternatiflerin sıralanmasında kullanılmıştır. Problemin tanımlanmasından sonra çözümün ilk aşamasında satırlar karar noktalarını, sütunlar ise faktörleri göstermek üzere Tablo 4'te gösterildiği gibi m x p boyutlu karar matrisi oluşturulmuştur (Kara vd., 2022). Oluşturulan karar matrisinde SK-62 Pro, ARKUAV 40, Thor 210, Raven ve NAGA alternatiflerine sırası ile A1, A2, A3, A4 ve A5 kodları verilerek gösterilmiştir.

Tablo 4. TOPSIS karar matrisi

Kodlar	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	60	20	20	3500	15	36
A2	22	15	27	5000	18	54
A3	150	10	40	3000	5	36
A4	45	4	100	3200	20	72
A5	40	5	80	7000	20	65

Karar matrisindeki kriterlerin verilerinde birim farklılıkları olduğu için Tablo 4'teki veriler kullanılarak Tablo 5'teki standart karar matrisi oluşturulmuştur. Karar matrisinde kullanılan verilerin birimleri sırası ile dakika (dk), kilogram (kg), Türk Lirası (₺), metre (m), kilometre (km) ve kilometre/saat (km/s)'dir.

Tablo 5. TOPSIS standart karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	0.35	0.72	0.14	0.34	0.40	0.29
A2	0.13	0.54	0.19	0.49	0.49	0.44
A3	0.86	0.36	0.29	0.29	0.13	0.29
A4	0.26	0.15	0.72	0.31	0.54	0.59
A5	0.23	0.18	0.58	0.68	0.54	0.53

Standart karar matrisi oluşturulduktan sonra AHP yönteminden sağlanan kriter ağırlıkları kullanılarak, kriter ağırlıkları ile standart karar matrisindeki sütun hücrelerini çarpılmış ve Tablo 6'daki ağırlıklı standart karar matrisine ulaşılmıştır. Ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulurken kullanılan kriter ağırlıklarının toplamı 1 olarak bulunmuştur.

Tablo 6. Ağırlıklı standart karar matrisi

W	0.14	0.43	0.22	0.06	0.12	0.04
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	0.05	0.31	0.03	0.02	0.05	0.01
A2	0.02	0.23	0.04	0.03	0.06	0.02
A3	0.12	0.15	0.06	0.02	0.02	0.01
A4	0.04	0.06	0.16	0.02	0.06	0.02
A5	0.03	0.08	0.13	0.04	0.06	0.02

Ağırlıklı standart karar matrisi üzerinden sütunsal olarak en iyi (Pozitif İdeal) ve en kötü (Negatif İdeal) değerleri bulunmuştur. Bulunan değerler üzerinden S_i^+ ve S_i^- değerleri hesaplanmıştır. Nihai olarak C_i değerleri de hesaplanarak Tablo 7'deki TOPSIS sonuçlarına ulaşılmıştır.

TOPSIS çözüm yöntemine göre acil yardım müdahalesi için en uygun drone seçiminde SK-62 Pro drone'u seçilmiştir.

Tablo 7. TOPSIS sonuç tablosu

Sıralama	S_i^+	S_i^-	(C_i)
A1	0.128	0.250	0.662
A2	0.139	0.176	0.558
A3	0.189	0.099	0.344
A4	0.248	0.135	0.352
A5	0.234	0.109	0.319

4.4.3. Alternatiflerin PROMETHEE yöntemi ile değerlendirilmesi

Problemin PROMETHEE yöntemi ile çözüm aşamasında Visual PROMETHEE programı kullanılmıştır. AHP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları, PROMETHEE yöntemi aşamasında alternatiflerin sıralanmasında kullanılmıştır. Öncelikli olarak programda problemdeki alternatif ve kriter sayıları girilmiştir. Problem oluşturulduktan sonra tablo içerisine kriterlerin isimleri, alternatiflerin isimleri, kriterler için AHP yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları ve tercih fonksiyonunu seçerek kriterlere göre alternatifler değerleri girilmiştir. Bahsedilen tüm değerler Şekil 6'da görülmektedir.

Scenario1	Havada kalm...	Tasiyabilece...	birim fiyat	yükselebile...	gidebilecegi ...	hareket hizi
Unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
Cluster/Group						
Preferences						
Min/Max	max	max	min	max	max	max
Weight	0,14	0,43	0,22	0,06	0,11	0,04
Preference Fn.	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
- P: Preference	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics						
Minimum	22,00	4,00	102,00	3000,00	5,00	36,00
Maximum	150,00	20,00	674571,00	7000,00	20,00	72,00
Average	63,40	10,80	276221,40	4340,00	15,60	52,60
Standard Dev.	44,97	6,05	222852,04	1504,13	5,61	14,72
Evaluations						
SK62 Pro	60,00	20,00	236646,00	3500,00	15,00	36,00
ARKUAV 40	22,00	15,00	674571,00	5000,00	18,00	54,00
Thor210	150,00	10,00	299735,00	3000,00	5,00	36,00
Raven	45,00	4,00	102,00	3200,00	20,00	72,00
NAGA	40,00	5,00	170053,00	7000,00	20,00	65,00

Şekil 6. PROMETHEE veri girişi

Tablodaki gerekli hücrelerin doldurulmasının ardından program içerisinde bulunan "PROMETHEE Table" butonuna basarak Şekil 7'deki PROMETHEE sonuç tablosu elde edilmiştir.

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	SK62 Pro	0,4288	0,7025	0,2737
2	Raven	-0,0306	0,4069	0,4375
3	ARKUAV 40	-0,0880	0,4285	0,5165
4	NAGA	-0,1408	0,3518	0,4926
5	Thor210	-0,1694	0,4103	0,5797

Şekil 7. PROMETHEE sonuç tablosu

PROMETHEE çözüm yöntemine göre acil yardım müdahalesi için en uygun drone seçiminde SK-62 Pro drone'u seçilmiştir.

4.4.4. Çözüm yöntemlerinin karşılaştırılması

AHP kriter ağırlıklandırılması altında yapılan TOPSIS ve PROMETHEE uygulamaları sonucunda her iki çözüm yöntemine göre de SK-62 Pro drone'u birinci sırada yer almıştır. Son ve ara sıralamalar iki uygulamaya göre değişmekle birlikte PROMETHEE ve TOPSIS yöntemlerine göre ilk sırada SK-62 Pro drone'u çıkması drone seçiminde bu alternatifin seçilmesi gerektiğini göstermektedir. Sonuçların karşılaştırılması Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. AHP-TOPSIS ve AHP-PROMETHEE sonuçlarının karşılaştırılması

Sıralama	AHP-TOPSIS sonucu	AHP-PROMETHEE sonucu
1	SK-62 Pro	SK-62 Pro
2	ARKUAV 40	Raven
3	Thor 210	ARKUAV 40
4	Raven	NAGA
5	NAGA	Thor 210

Tablo 8 incelendiğinde SK-62 Pro alternatifinin iki çözümde de birinci sırada olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi K2 olarak kodlanan taşıyabileceği yük miktarı kriterinin 0.429 çıkmasıdır. K2'nin kriter ağırlığı diğer kriterlere nazaran büyüktür. Bu durum SK-62 Pro alternatifini diğer alternatiflerin önüne geçirmiştir.

5. SONUÇLAR

Arama kurtarma ve acil yardım müdahalelerinde yeni nesil teknoloji ürünü olan drone'lardan yararlanarak ulaşılamayan ya da ulaşılması zor olan bölgelere tıbbi malzeme ve temel gıda desteği sağlanabilir. Drone seçiminde etkin rol oynayan 6 adet kriter belirlenmiş ve 5 alternatif bu kriterler altında değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada ÇÖKV yöntemlerinden AHP; kriter ağırlıklandırma aşamasında kullanılmış, elde edilen kriter ağırlıkları TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. AHP yönteminin ağırlıklandırması sonucunda en önemli kriterler sırası ile 0.429, 0.218 ve 0.141 ağırlıklarıyla taşıyabileceği yük miktarı, birim fiyat ve havada kalma süresi olarak belirlenmiştir. AHP kriter ağırlıklarına göre TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile sonuçlar değerlendirildiğinde en iyi sonuç olarak SK-62 Pro drone'u seçilmiştir. Sonuçlar karşılaştırıldığında birinci seçilmesi gereken drone her iki çözüm yöntemine göre de SK-62 Pro olurken, en son seçilmesi gereken drone ise çözüm yöntemlerine göre farklılık göstermektedir.

Çalışma; Türkiye'de ÇÖKV ile drone seçimi ve acil yardım müdahalesi için araç seçimi konusu üzerine yapılmış ilk uygulama özelliği taşımaktadır. Ek olarak, çözüm yaklaşımı sunulan problem için AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntem sonuçlarının karşılaştırılması literatüre katkı sağlamaktadır.

İleride yapılabilecek projelerde savaş alanında karadan ulaşılması mümkün olmayan durumda yüksek kilogramlarda mühimmat taşıyabilecek drone seçimi gibi daha farklı amaçlara hizmet edecek drone'ların seçiminde bu çalışmada önerilen kriterler ile çözülebilir.

Böylece önerilen kriterlerin etkinliği farklı problemlerde de denenerek, analiz edilebilir.

Yazarların Katkısı

Yazar 1, problem tanımı, problem çözümü ve rapor yazımı; Yazar 2 yöntemin belirlenmesi, problem çözümü ve rapor yazımı; Yazar 3 yöntemlerin belirlenmesi, sonuçların doğrulanması ve süreç yönetiminde katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

- Akçay, M. (2018). Optimal Site Election For A Solar Power Plant İn Turkey Using A Hybrid AHP-TOPSIS Method. *Celal Bayar University Journal Of Science*, 14(4), 413-420.
- Alakaş, H. M., Bucak, M. & Kızıltaş, Ş. (2019). AHP-TOPSIS ve AHP-VIKOR Yöntemleri ile Ambulans Tedarik Firması Seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(1), 93-101.
- Alakaş, H. M., Yazıcı, E., Cebeci, S., Yılmaz, E. E. & Eren, T. (2021). Toplu Ulaşım Sistemlerinde Araç Tipi Seçimi: Kırıkkale Kampüs Hattı Örneği. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 269-287.
- Arslan, N. & Delice, E.K. (2020). KEMIRA-M yöntemi ile kişisel kullanıcılar için dron seçimi: bir uygulama. *Endüstri Mühendisliği*, 31(2), 159-179.
- Arslan, R. (2018). AHP ile Ağırlıklandırılmış VIKOR Yöntemiyle Araç Seçimi; Rent A Car Firması Uygulaması. *Turkish Research Journal of Academic Social Science*, 1(1), 15-20.
- Aydın, Ö., Öznehir, S. & Akcalı, E. (2009). Ankara İçin On İmal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellemesi. *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences*, 14(2).
- Brans, J. P. (1982). L'ingenierie de la decision: Elaboration d'instruments d'aide a la decision. La Methode PROMETHEE. *Universite Laval, Colloque d'aide a la Decision, Quebec, Canada*, 183- 213.
- Canbulut, G. (2019). Şehir İçi Ulaşımında Toplu Taşıma Araçlarının Seçiminin AHP ve VIKOR Teknikleri ile Çok Kriterli Modellenmesi. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 5(2), 178-187.
- Çelikyay, S. (2002). Çok Amaçlı Savaş Uçağı Seçiminde Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinin Uygulanması. *Diss. Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Çetin, M. H. & Alvalı, G. T. (2020). Yük Vagonu Bojisi Tasarımında Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Malzeme Seçimi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(1), 91-104.
- Danışan, T., Özcan, E. & Eren, T. (2022). Personnel Selection with Multi-Criteria Decision Making Methods in the Ready-to-Wear Sector. *Tehnički vjesnik*, 29(4), 1339-1347.
- Delice, K. E. & Arslan, N. (2020). KEMIRA-M Yöntemi ile Kişisel Kullanıcılar İçin Dron Seçimi: Bir Uygulama. *Endüstri Mühendisliği*, 31(2), 159-179.

- Demir, M. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Segmentlere Göre Araba Modellerinin Sıralanması. MS thesis. *Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Demirci, A. & Manavgat, G. (2021). Veri Zarflama Analizi, TOPSIS ve VIKOR Teknikleriyle Forklit Araç Seçimi: Karma Model Önerisi. *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1), 2-27.
- Dinçer, S. E., Ekin, E. & Karakaş, K. S. (2017). PROMETHEE Yöntemiyle Uçak Komponentlerinin Önceliklendirilmesi Problemlerine Çözüm Yaklaşımı. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 6(3), 106-125.
- Eren, T., Danişan, T., Deringöz, A. & Aksüt, G. (2022). Comparison and selection of patient follow-up systems for covid-19 pandemic patients. *Fashion and Textiles*, 9(1), 1-13.
- Eren, T., Hamurcu, M. & Dinç, S. (2018). Kentsel Ulaşım İçin Alternatif Tramvay Araçlarının Çok Kriterli Seçimi. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 4(2), 124-135.
- Ertuğrul, İ. & Özçil, A. (2014). Çok Kriterli Karar Vermede TOPSIS ve VIKOR Yöntemleriyle Klima Seçimi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 267-282.
- Gavcar, E. & Kara, N. (2020). Elektrikli Otomobil Seçiminde Entropi ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması. *İş ve İnsan Dergisi*, 7(2), 351-359.
- Gökgöz, B. & İlerisoy, Z. (2021). Kent-Yapı İlişkisi Bağlamında Araç Bomba Saldırlara Alınabilecek Önlemlerin AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi.
- Güngör, İ. & İşler, D. B. (2005). Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı ile Otomobil Seçimi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 21-33.
- Hamurcu, M., Çakır, E. & Eren, T. (2021). Kullanıcı Perspektifli Çok Kriterli Karar Verme ile Elektrikli Araçlarda Batarya Seçimi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 13(2), 733-749.
- Hamurcu, M. & Eren, T. (2018). Yüksek Kapasiteli Elektrikli Otobüslerin Seçiminde Hibrit Çok Kriterli Karar Verme Uygulaması. *Transist 11. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı*, 1-10.
- Kara, M., Ercan, Y., Yumuşak, R., Cürebal, A. & Eren, T. (2022). Yenilenebilir Hibrit Enerji Santrali Uygulamasında Tesis Yer Seçimi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 14(1), 208-227.
- Özbek, A. (2012). Küçük Ölçekli İşletme İçin Analitik Ağ Süreci ile Ticari Araç Seçimi. *Mesleki Bilimler Dergisi (MBD)*, 1(4).
- Özcan, E., Danişan, T. & Eren, T. (2019a). Hidroelektrik santrallerin en kritik elektriksel ekipman gruplarının bakım stratejilerinin optimizasyonu için matematiksel bir model önerisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(4), 498-506.
- Özcan, E.C., Danişan, T., Yumuşak, R. & Eren, T. (2020). An artificial neural network model supported with multi criteria decision making approaches for maintenance planning in hydroelectric power plants, *Eksplotacja I Niezawodność- Maintenance and Reliability*, 21(3), 400-418.
- Özcan, E. C., Yumuşak, R. & Eren, T. (2019b). Risk Based Maintenance in the Hydroelectric Power Plants, *Energies*, 12(8), 1502-1523.
- Özcan, E., Yumuşak, R. & Eren, T. (2021). A novel approach to optimize the maintenance strategies: a case in the hydroelectric power plant. *Eksplotacja I Niezawodność- Maintenance and Reliability*, 23(2), 324-337.
- Özkan, Ö. (2007). Personel Seçiminde Karar Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: AHP, ELECTRE ve TOPSIS Örneği. *Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi*.
- Oral, N., Yapıcı, S., Yumuşak, R. & Eren, T. (2022). Pandemi Sürecinde Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi için İlaç Deposu ve Aşı Dağıtım Merkezi Yeri Seçimi. *Politeknik Dergisi*, (basımda), 1-1.
- Saaty, T. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill, Hawthorne.
- Sarı, H. (2022). İnsansız Hava Aracı (Drone) ile Erozyon Alanlarının Tespiti: Trakya Yarımadası Örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 70-79.
- Süt, N. İ., Hamurcu, M. & Eren, T. (2019). Kampüste Yeşil Ulaşım Uygulaması: Ring Araçlarının Seçimi İçin Bir Karar Verme Süreci. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 5(1), 9-21.
- Şahin, Y. & Akyer, H. (2011). Ülke Kaynaklarının Verimli Kullanımı: 4x4 Arama ve Kurtarma Aracı Seçiminde AHS ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 3(5), 72-87.
- Taş, M., Özlemiş, Ş.N., Hamurcu, M. & Eren, T. (2017). Ankara'da AHP ve PROMETHEE yaklaşımıyla monoray hat tipinin belirlenmesi. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 3(1), 65-89.
- Taşkın, E., Gezik, N., Yumuşak, R. & Eren, T. (2022). Depo Yönetiminde Endüstri 4.0 Uygulaması: Bir İşletme İçin RFID Teknoloji Seçimi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 44(1), 194-211.
- Tekinay, O. N. & Batı, G. B. (2022). Askeri Alanlarda Kullanılmak Üzere İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemleri Seçiminde TOPSIS ve Bulanık TOPSIS Yönteminin Kullanılması. *Endüstri Mühendisliği*, 33(1), 78-103.
- Tezcan, B., Alakaş, H.M., Özcan, E. & Eren, T. (2021). Afet Sonrası Geçici Depo Yeri Seçimi ve Çok Araçlı Araç Rotalama Uygulaması: Kırıkkale İlinde Bir Uygulama. *Politeknik Dergisi*, (basımda) 1-1.
- Yapıcı, S., Oral, N., Yumuşak, R. & Eren, T. (2021). Blokzincir Teknolojisi ile Merkezi ve Dağıtık Veri Tabanının Karşılaştırılması. *Endüstri Mühendisliği*, 32(3), 457-472.
- Yaşar, S., Poyraz, Z., Yumuşak, R. & Eren, T. (2022). ANP ve PROMETHEE Yöntemleri ile Akıllı Şehir Analizi: Ankara'da Bir Uygulama. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 15-28.
- Yumuşak, R., Özcan, E.C., Danişan, T. & Eren, T., AHP-TOPSIS-tam sayılı programlama entegrasyonu ile hidroelektrik santrallerde bakım strateji optimizasyonu, *Uluslararası GAP Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Kongresi*, 80-84, Şanlıurfa, 10-12 Mayıs (2018).
- www.alibaba.com.



© Author(s) 2022.

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