



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI TİCARET VE LOJİSTİK ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**SAĞLIK SEKTÖRÜNDE İLAÇ DAĞITIMI İÇİN KULLANILACAK OLAN
DRONELARIN SEÇİMİNDE ÇKKV YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI**

Elif DEMİR

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Ocak 2024**

SAĞLIK SEKTÖRÜNDE İLAÇ DAĞITIMI İÇİN KULLANILACAK OLAN
DRONELARIN SEÇİMİNDE ÇKKV YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI

Elif DEMİR

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Esra BOZ

Konya
Ocak 2024

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.¹
- Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir.²
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

12 Ocak 2024

Elif DEMİR

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

² MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

³ MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

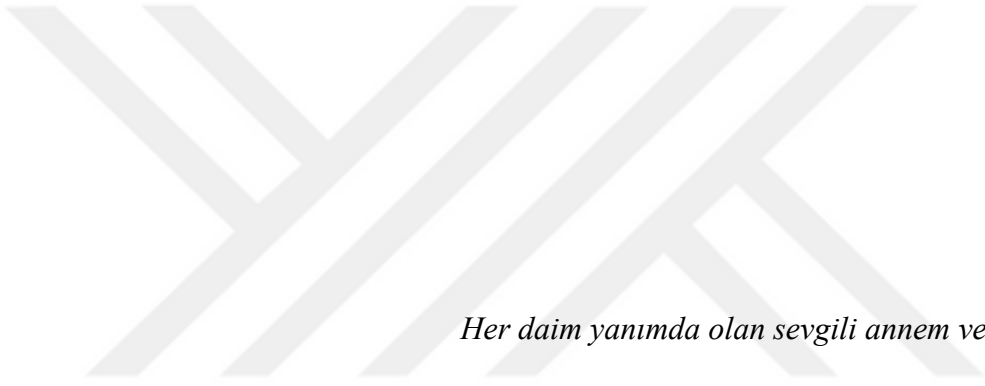
⁴ MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Dr. Öğr. Üyesi Esra BOZ danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

12 Ocak 2024

Elif DEMİR



Her daim yanımda olan sevgili annem ve kardeşime...

TEŞEKKÜR

Tüm tez çalışması boyunca, fikirleriyle beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları aşmamda bilgi ve tecrübesiyle her zaman yanımda olan çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Esra BOZ' a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Lisans ve Lisansüstü eğitim hayatım boyunca bana aktarmış oldukları bilgi ve deneyimleri ve sağladıkları katkılarından dolayı Prof. Dr. Murat CANİTEZ' e, Doç. Dr. Ahmet ÇALIK' a ve Dr. Öğr. Üyesi Fatih CURA' ya çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca aldığım her kararın arkasında duran, beni her zaman gönülden destekleyen bugünlere gelmemde çok büyük emekleri olan canım annem Türkan BULUT' a teşekkür ederim.

Son olarak benden hiçbir zaman manevi değerini esirgemeyen kardeşim Ayşe DEMİR ve teyzem Sinem AKBIYIK' a, her zaman yanımda olan diğer aile bireylerime teşekkür ederim.

12 Ocak 2024

Elif DEMİR

ÖZET

Elif DEMİR

Sağlık Sektöründe İlaç Dağıtımını İçin Kullanılacak Olan Drone'ların Seçiminde ÇKKV

Yöntemlerinin Uygulanması

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2024

"İnsansız Hava Aracı (İHA)" terimi, insanlar tarafından kullanılmayan, uzaktan kumandalı, otonom veya güdümlü hava araçlarını ifade etmektedir. Drone olarak bilinen İHA'lar, ilk olarak hava araçlarında kullanılmak üzere oluşturulmuş ve ardından farklı alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır. Drone'lar özellikle sağlık sektöründe giderek daha yaygın hale gelmektedir. Sağlık sektöründe, özellikle depolardan eczanelere ilaç teslimatı konusunda sürekli bir aciliyet söz konusudur. Bu yüzden günümüzde acil olarak sipariş edilen ilaçların kullanılması için drone'lar tercih edilmeye başlanmıştır. Ancak, bu drone'ların kullanılmadan önce analiz edilmesi, incelenmesi ve uygun drone'nun seçilmesi gerekmektedir. Böylelikle Drone Seçim Problemi ortaya çıkmaktadır. Bu tez çalışmasında ilgili problem ele alınmış, problemin çözümünde ise Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri incelenmiştir. Bu yöntemler arasından DEMATEL ve SWARA yöntemleri kriter ağırlıklandırma için uygulanmış ve alternatiflerin sıralanması için MAUT yöntemi kullanılmıştır. Devamında, MAUT yöntemi ile bulunan kriterlerin sonuçları analiz edilmiştir. Bu çalışmanın amacı, merkez ilaç depolarından eczanelere ilaç dağıtım sürecinde kullanılan drone'ların seçiminde rol oynayan kriterleri ve önem düzeylerini belirlemek, ayrıca alternatifleri sıralayarak en uygun drone'un seçilmesini sağlamak ve böylelikle hem alana hem de literatüre katkıda bulunmaktır.

Anahtar Kelimeler

Drone, Drone seçim problemi, İHA, DEMATEL, SWARA, MAUT

ABSTRACT

Elif DEMİR

Multi Criteria Decision Making Methods in the Selection of Drones to be Used for Drug
Distribution in the Healthcare Sector

Master's Thesis

Konya, 2024

The term "Unmanned Aerial Vehicle (UAV)" refers to remotely piloted, autonomous or guided aerial vehicles that are not operated by humans. UAVs, known as drones, were first created for use in air vehicles and then started to be used in different fields. Drones are becoming increasingly common, especially in the health sector. In the health sector, there is a constant urgency, especially in the delivery of medicines from warehouses to pharmacies. For this reason, drones are now preferred for the use of urgently ordered medicines. However, these drones need to be analyzed, examined and the appropriate drone needs to be selected before they are used. Thus, the Drone Selection Problem emerges. In this thesis, the related problem is addressed and Multi-Criteria Decision Making methods are examined to solve the problem. Among these methods, DEMATEL and SWARA methods are applied for criteria weighting and MAUT method is used for ranking the alternatives. Subsequently, the results of the criteria found with the MAUT method were analyzed. The aim of this study is to determine the criteria and their importance levels that play a role in the selection of drones used in the drug distribution process from central drug warehouses to pharmacies, and to ensure the selection of the most suitable drone by ranking the alternatives, thus contributing to both the field and the literature.

Keywords: Drone, Drone selection problem, UAV, DEMATEL, SWARA, MAUT

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM	ii
ETİK BEYAN.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET	viii
ABSTRACT.....	ix
İÇİNDEKİLER	x
TABLolar DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
2.1. Drone Üzerine Literatür Araştırması.....	3
2.2. ÇKKV Üzerine Literatür Araştırması	6
2.3. Drone Seçiminde ÇKKV Yöntemlerinin Uygulanması Üzerine Literatür Araştırması	8
3. İNSANSIZ HAVA ARACI	9
3.1. İnsansız Hava Araçlarının Tanımı ve Tarihçesi	9
3.2. İnsansız Hava Araçlarının Bileşenleri	11
3.3. İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları	16
3.4. İnsansız Hava Araçlarının Sınıflandırılması	17
3.5. İnsansız Hava Araçlarının Avantaj ve Dezavantajları	21
3.6. Gelecekte İnsansız Hava Araçları	23
4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ.....	24
4.1. Karar Verme Süreci.....	24
4.1.1. Çok Kriterli Karar Verme	25
4.1.2. Çok Kriterli Karar Vermeyi Oluşturan Temel Kavramlar.....	25
4.2. DEMATEL Yöntemi	28
4.3. SWARA Yöntemi.....	30
4.4. MAUT Yöntemi	32
5. YÖNTEM.....	35
5.1. DEMATEL ve SWARA ile Kriter Ağırlıklandırma	35
5.2. The Grade Average Method	36
5.3. MAUT ile Kriter Sıralama	36
6. UYGULAMA	37

6.1. Kriter Seçimi	37
6.2. DEMATEL Bulguları.....	38
6.3. SWARA Bulguları	42
6.4. The Grade Average Method	45
6.5. MAUT Bulguları	45
7. SONUÇ	48
KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	57



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: İHA Kapsamında Değerlendirilen Parça Listesi.....	12
Tablo 2. Görevlerine Göre Faydalı Yük Tipleri.....	14
Tablo 3. İHA' lar İçin Popüler Uygulama Alanları	17
Tablo 4. SHGM İHA Sınıflandırması	20
Tablo 5. İHA'ların ağırlık, boyut, uçuş yüksekliği, hız ve uçuş süresine göre sınıflandırılmasıdır	20
Tablo 6. İkili Karşılaştırma Ölçeği.....	29
Tablo 7. SWARA Yöntemi	31
Tablo 8. MAUT Yöntemi.....	33
Tablo 9. Kriter Tanımları	37
Tablo 10. İkili Karşılaştırma Değer Tanımları.....	39
Tablo 11. Karar Matrisi.....	39
Tablo 12. Normalize Edilmiş Doğrudan İlişki Matrisi	40
Tablo 13. Toplam İlişki Matrisi	40
Tablo 14. Ters Matris	40
Tablo 15. Toplam Etki Matrisi.....	41
Tablo 16. D, R, D+R, D-R Değerleri	41
Tablo 17. Eşik Değerinin Üzerindeki Değerler.....	42
Tablo 18. DEMATEL Yöntemi Kriter Ağırlıkları.....	42
Tablo 19. Karar Verici 1'in Elde Ettiği Nihai Sonuçlar	43
Tablo 20. Karar Verici 2'nin Elde Ettiği Nihai Sonuçlar	43
Tablo 21. Karar Verici 3'ün Elde Ettiği Nihai Sonuçlar	43
Tablo 22. Karar Verici 4'ün Elde Ettiği Nihai Sonuçlar	44
Tablo 23. Karar Verici 5'in Elde Ettiği Nihail Sonuçlar	44
Tablo 24. Kriter Önem Ağırlıkları	44
Tablo 25. The Grade Average.....	45
Tablo 26. MAUT Yöntemi Karar Matrisi	46
Tablo 27. En İyi ve En Kötü Değerler	46
Tablo 28. Normalize Edilmiş Karar Matrisi	46
Tablo 29. Toplam Fayda Değeri Matrisi.....	47
Tablo 30. En İdeal Seçim Karar Matrisi	47

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Archibald Montgomery Low: İlk insansız hava aracının tasarımcısı	9
Şekil 2. Amerikan Deniz Kuvvetleri tarafından geliştirilen Aerial Torpedo	10
Şekil 3. İHA montaj görüntüsü	11
Şekil 4. İHA bileşenleri.....	13
Şekil 5. Sabit kanatlı (a) ve döner kanatlı insansız hava araçları (b).....	18
Şekil 6. Silahsız insansız hava araçları (a) ve silahlı insansız hava araçları (b)	19
Şekil 7. Otomatik pilotlu ve uzaktan kumandalı insansız hava araçları (a ve b)	19
Şekil 8. Karar Matrisi.....	27



KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
İHA	İnsansız Hava Aracı
SWARA	Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis
DEMATEL	The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
MAUT	Multi-Attribute Utility Theory
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
SHGM	Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
MCDM	Multi Criteria Desicion Making
AHP	Analytical Hierarchy Process
TOPSİS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
WASPAS	Weighted Aggregated Sum Product Assessment
CRITIC	Criteria Importance Through Intercriteria Correlation
MARCOS	Measurement of Alternatives and Ranking according to Compromise Solution

1. GİRİŞ

İHA' lar en basit tanımıyla içinde insan pilotu olmayan uzaktan kumanda ile önceden programlanarak yönlendirilebilen veya otonom (bağımsız) uçuş kabiliyetine sahip tasarlanmış hava araçlarını ifade etmektedir (Kahveci ve Can, 2017). Drone olarak bilinen İHA' lar ilk olarak düşman savunma sistemlerini etkisiz hale getirme, taarruz güçlerinin ilerleyebilmesi için birer araç olarak sıklıkla kullanılmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte İHA kullanımı çok geniş alanlara yayılarak hayatımızın hemen hemen her noktasında fayda sağlar hale gelmiştir.

Drone'ların kullanıma girdiği en önemli sektörün sağlık sektörü olduğunu söylenebilir. Dünyada özellikle zor bölgelere kan örnekleri ve ilaç gibi birçok tıbbi ürünün küçük boyutu, ağırlığı, değeri ve yüksek aciliyeti nedeniyle drone'lar mevcutta bazı uygulamalar kullanılabilir olabilir. Lesotho'nun Maseru kentindeki kliniklerden HIV/AIDS testleri için kan örneklerinin hastanelere dağıtılması için drone'ları kullanıldı (Wang, 2016; Jawadi ve Winkenbach, 2021). Kaliforniya'dan Zipline, 2016 yılında Afrika'nın Ruanda eyaletinin hükümetiyle anlaşarak İHA'lar aracılığıyla ilaç ve donör kanı dağıtımına başladı (Rosen, 2017). 2012 yılında Matternet adlı California şirketi, Haiti'deki mülteci kamplarına ilaç teslimatı için insansız hava araçlarını kullanmaya başladı. Bu kullanımın sonuçlarına göre, 2 kilogramlık bir kargoyu on kilometrelik bir mesafeye ulaştırmanın maliyeti yüksekti (The Guardian, 2013). Zipline şirketi, drone ile daha uzun mesafeler taşımanın daha verimli olduğunu keşfetti ve günde ortalama 1400 kan örneği Ruanda, Muhanga'daki dağıtım merkezine 75 km mesafede bulunan hastanelere taşıdı (Ackerman ve Strickland, 2018; Stewart, 2017; Jawadi ve Winkenbach, 2021). Zipline, drone taşımacılığıyla arazinin çok zor koşullarda olduğu Ruanda'da nüfusun %90'ından fazlasına ulaşma yeteneğine sahip olduğu için ABD başta olmak üzere diğer ülkelerde de bu hizmeti kullanmaya teşvik edildi (Stewart, 2017).

Sağlık sektöründe acil durumlarla karşılaşılması, özellikle depolardan eczanelere ilaç tedarikinin hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi, eczaneler için oldukça önemlidir. Bu nedenle günümüzde özellikle acil ilaç siparişleri için drone kullanımı tercih edilmeye başlanmıştır. Bu dronların kullanımından önce, eczacıların ihtiyaçları doğrultusunda kapsamlı bir analiz ve inceleme sürecini tamamlamaları gerekmektedir.

Burada önemli olan nokta ise ilaç teslimatında kullanılacak drone'nun belirlenmiş olan kriterler doğrultusunda uygunluğu ve hangi drone'nun kullanılmasının gerektiği kararıdır.

Kullanılacak olan drone'nun kararından sonra ortaya Drone Seçim Problemi çıkmış olur. Bir seçim problemi oluşturduğu için, problemin çözümünde ÇKKV yöntemleri uygulanmıştır. ÇKKV yöntemleri arasından ağırlıklandırma için kullanılan yöntemlerden olan DEMATEL ve SWARA yöntemi uygun görülmüş ve seçilen kriterlerin önem ağırlıkları iki yöntemle de ayrı ayrı belirlenmiştir.

Bu çalışmada ilk olarak, eczacıların drone seçerken önem verdikleri hususların belirlenmesi amaçlanmış ve DEMATEL yöntemi kullanılarak en etkili ve en etkisiz kriterler belirlenmiştir. Bu kriterlerin belirlenmesi için eczacı ve ecza deposunda görevli beş uzman kişinin görüşüne başvurulmuştur. Uzman kişiler seçilirken, sektörde uzun yıllardır faaliyet göstermelerine önem verilmiştir. Buna önem verilmesinin sebebi, eczacıların ve ecza deposu çalışanlarının drone seçimine karar verirken kriterlerin önemlerini görece daha bilinçli fark edebilmeleri ve bu kriterler arasındaki önem derecelerini derinlemesine analiz edebilmelerinden kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada uygulanan yöntem olan DEMATEL yöntemi, karmaşık bir yapısal modeldeki faktörler arasında nedensellik ilişkilerini kurarak ve analiz ederek sistemin etkisini değerlendirmeye yardımcı olan kapsamlı bir yöntemdir (Ecer, 2020). Ayrıca bu çalışmada SWARA yöntemi ise kriterlerin oransal olarak birbirlerine olan üstünlüklerin hesaba katılmasına dayanan bir kriter ağırlığı belirleme yöntemidir (Ecer, 2020).

Bu çalışmada SWARA yöntemine başvurulmasının nedeni, bu yöntemin uzmanların sürece katılmalarını sağlamasıdır (Ecer, 2020). Bu yaklaşımın uygulanması için beş uzman görüşü alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kriter ağırlıkları belirlenmiştir.

Son olarak, kriter ağırlıkları DEMATEL ve SWARA yöntemlerini kullanarak elde edildikten sonra The Grade Average yöntemi kullanıldı. Sonuca ulaşmak için kriter ağırlıklarının sıralanması, ÇKKV yöntemlerinden biri olan MAUT yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

MAUT yöntemi sistematik bir yaklaşımdır ve bir karara varmak, ortak bir temel sağlamak için bir dizi değişkeni tanımlar ve analiz eder (Ecer, 2020). Böylece, sonuç olarak yedi farklı alternatif arasından en iyisi seçilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde İnsansız Hava Araçları (İHA) kavramını, tarihçesini, bileşenlerini ve kullanım alanlarını ele alınmıştır. Daha sonra, bu tezin uygulama kısmını oluşturan DEMATEL, SWARA ve MAUT yöntemlerinin literatür araştırmasına yer verilmiştir.

2.1. Drone Üzerine Literatür Araştırması

Kahveci ve Can (2017); tarafından yürütülen çalışmada İHA' lara yönelik çeşitli araştırmalarda bulunulmuştur. Yazarlar İHA' ların yasal çerçeveleri konusunda toplu çalışmaları inceleyerek, Türkiye ve Dünyadaki İHA mevzuatına ilişkin durumu belirlemiş, askeri, sivil ve bilimsel amaçlı kullanımlarının gelecekte daha fazla gündeme geleceğini değerlendirmişlerdir.

Ergunşah ve Koşunalp (2022), tarafından yürütülen çalışmada İHA' ların gelişen teknolojiyle bir çok alana yayılmasını detaylı bir şekilde ele almışlar ve İHA' lara genel bir değerlendirme yaparak önemli hususları ve İHA'ya dayalı çevresel uygulamaları sunmuşlardır. Bu çalışma İHA alanında çalışma yapacak araştırmacılara temel bilgileri kazandırıp yol gösterici olmayı amaçlamaktadır.

Yılmaz (2019), tarafından yürütülen çalışmada beklenmeyen afet olaylarına karşın etkilerin analiz edilmesi ve izlenmesi için İHA araçlarının kullanım alanlarının belirlenmesi olmuştur. Bu araştırma ile; insani yardım lojistiği ve insani yardım araçlarının (İHA) mevcut ve olası kullanımları hakkında bilgi vermiş. Ayrıca coğrafik engellerle başa çıkmanın yolları ve İHA araçlarının kullanımını araştırmıştır.

Rabta vd. (2018), tarafından yürütülen çalışmada sağlık ekiplerinin ulaşılması zor konumlara tıbbi yardımlarda drone kullanım uygulaması ele alınmıştır. Çalışmada tıbbi yardım malzeme paketinin teslimatına yönelik bir optimizasyon modeli sunulmuştur. Bu model doğrultusunda taşıma mesafesinin uzatılmasına yönelik şarj istasyonlarının kurulması gerektiğine ve zaman, maliyet açısından en aza indirgenmesi hedeflenmiştir.

Osakwe vd. (2022), tarafından yürütülen çalışmada gelecek yıllarda drone kullanımını göz önünde bulundurularak Avrupalı Y kuşağı tüketicilerinin drone kullanımındaki tercihlerine yönelik tutum ve arzularının etkisi araştırılmış. Bu doğrultuda sosyal ve kognitif bir çalışma yapılmıştır.

İnsani yardım ve sağlık alanında drone kullanımını inceleyen alışmalar Zhu vd. (2022), Nyaaba ve Ayamga (2021), Koshta vd. (2021) ve Ghelichi vd. (2021) tarafından ele alınmıştır.

Zhu vd. (2022), tarafından yürütülen çalışmada beklenmedik bir felaketin ardından insansız hava araçları (İHA), acil yardım malzemelerini ihtiyaç duyulan yerlere nasıl dağıtılacağı araştırılmıştır.

Koshta vd. (2021), tarafından yürütülen çalışmada, Covid-19 nedeniyle ülkelerin karantinaya alınması ve ulaşım araçlarının malları satıcıdan alıcıya taşıma konusunda zorluk yaşaması nedeniyle, insanların dronel'ar aracılığıyla gıda, ilaç ve diğer temel ihtiyaçlara erişmesini ele almışlardır.

Çalışkan ve Erturgut (2022), tarafından yürütülen çalışmada anket kullanılarak 301 İHA pilotunun algısını inceleyerek demografik değişkenlere göre değişiklikleri belirlemeyi amaçlanmış. Çalışma, lojistik sektöründe İHA tercih edilmesinde demografinin önemli bir rol oynadığını göstermiştir.

Atılğan ve Bozkurt (2023), tarafından yürütülen çalışmada drone aracılığıyla ürün tedarikine ilişkin değişkenlerin tüketicici tutum ve tavırları üzerindeki etkisi incelemiş. 294 bireyle yapılan anket sonucunda istatiksels analizler yapılmıştır.

Judy ve Carlton (2017), tarafından yürütülen çalışmada, sağlık hizmetlerine özel bir vurgu yaparak yenilikçi drone teslimatının mevcut durumunu gözden geirilmış ve sektörde önde gelen firmaların stratejileri incelenmiştir. Teslimatın daha hızlı, verimli ve ekonomik şekilde gerçekleşmesine yönelik iki yeni modeli ele alınmıştır. Yeni tasarlanan modellerin ve benimsenen stratejilerin doğrultusunda gelecekteki gelişmeleri şekillendirmede önemli bir rol oynayabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Hwang vd. (2020), tarafından yürütülen çalışmada COVID-19 salgını ile ilgili olarak tüketicilerin inanç-norm (VBN) modelini yemek dağıtım hizmetlerine uygulamak için drone kullanılmış. 428 kişinin katıldığı anket, yemek dağıtım hizmeti sunmayı amaçlayan şirketler için önemli sonuçlar ortaya çıkarılmıştır.

Yoo vd. (2018), tarafından yürütülen çalışmada 296 ABD'li tüketicinin katılım sağladığı evrimişi anket aracılığıyla drone teslimat hizmetine yönelik tüketicilerin tutum ve niyetlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu anket sonucunda performans ve gizlilik riskinin yanı sıra hız ve çevre dostu olması drone teslimatının belirlenmesinde olumlu etkiye sahip olduğu ancak müşterinin ikamet ettiği bölgeye göre farklılıklar oluşturacağı sonucuna varılmıştır.

Koiwanit (2018), tarafından yürütülen çalışmada Tayland'da drone teslimatına ilişkin bir yaşam döngüsü değerlendirme çalışmasını ele almıştır. Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi (LCIA) yöntemi olan CML2001 çalışmada kullanmıştır. Yöntemin sonuçlarıyla drone teslimatını kullanan çevrimiçi alışveriş sistemlerinin en çevre dostu tedarik seçeneklerinden biri olduğuna ulaşmıştır.

Chung (2020), tarafından yürütülen çalışmada sivil uygulama alanlarında dron ve kamyon operasyonlarını optimizasyonu ile ilgili yöntemler araştırmış. Matematiksel modeller ve çözüm yöntemleriyle ilgili olarak literatürdeki araştırma boşluklarını tartışmış ve gelecekteki çalışmalara öneride bulunmuştur.

Koshta vd. (2021), Ghelichi vd. (2021), tıbbi malzemelerin zamanında teslimi için bir drone filosunun lojistiğini ve rotalarını optimize etmek için bir optimizasyon modeli geliştirmişlerdir.

Singireddy vd. (2018), tarafından yürütülen çalışmada Amazon'un en yeni hizmeti olan Amazon Prime Air evlere 30 dakikalık teslimat sunan drone'larına yönelik bir teknoloji yol haritası oluşturmasını ele almışlardır. Çalışma neticesinde drone'ların bize mümkün olan her konuda yardımcı olduğunu kanıtlamışlardır.

Zailani vd. (2020), tarafından yürütülen çalışmada sağlık sisteminde tıbbi malzemelerin dağıtımının çok büyük bir potansiyele sahip olduğunu göz önünde bulundurularak, drone taşımacılığının anne sağlığı üzerindeki olumlu etkisine dair bilimsel kanıtları incelemişlerdir.

Hi vd. (2019) tarafından yürütülen çalışmada drone teslimatında taşınacak ilaçların kalitesi üzerindeki etkisi test edilmiş. Tıbbi ürünlerin drone ile taşınmasının mümkün olduğuna dair destekleyici kanıtlar sunulmuştur. Bu testlerin güvenli uçuş süresi ve menziline, uçuş sonrası ilacın kalitesini, ilacın uçakta yaşadığı koşulları, drone tedarik zincirinin güvenliğini ve drone arızasının hem ilaç hem de çevre üzerindeki etkisini belirlenmesi gerektiğini sonucuna ulaşmışlardır.

Simeiro (2021), tarafından yürütülen çalışmada kırsal kesimdeki sağlık çalışanlarının ilaç ve aşıları drone teslimatına yönelik tutumları ve bunu etkileyen faktörleri incelemiştir. Çalışmada dört kırsal sağlık tesisindeki çalışanlar örnek alınmış olup sağlık çalışanlarının drone kullanımına yönelik tutumunu tahmin etmede mesleğin ve liderlik yenilikçiliğinin rolünün daha fazla anlaşılması sonucuna varmıştır.

Rave vd. (2023), tarafından yürütülen çalışmada birden fazla eczanenin tedarikçisi olan bir toptancının ilaçların acil teslimatı için drone'ları entegre etmeyi planladığı bir sorun üzerinde durmuşlardır. Bu sorunun sonuçları doğrultusunda en az %91,4'lük bir tedarik oranı ve hizmet seviyesi ile %19,6'ya kadar maliyet tasarrufu elde edildiği, öte yandan talep artması ve drone özelliklerinin iyileştirilmesiyle %99'un üzerinde tedarik oranı ve hizmet seviyesi ile maliyetler %51,7'ye kadar azaltılabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

2.2. ÇKKV Üzerine Literatür Araştırması

Akdeniz (2022), tarafından yürütülen çalışmada ev kadınlarının sosyal medya bağımlılığını etkileyen kriterleri ele alarak üç farklı boyutta değerlendirme yapmış, bağımlılığı etkileyen nedenleri ispat ederek aralarındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmaya Bilecik ilinde yaşayan gönüllü 60 ev kadını katılmış ve anket yüz yüze gerçekleştirilmiştir. ÇKKV yöntemlerinden DEMATEL yöntemine başvurulmuş ve ev kadınlarının sosyal medya üzerinde harcadıkları zamanın daha faydalı kullanılarak iş alanına çevirebilme yolları araştırılarak ev kadınlarının istihdam oranının yükseltilebileceğine, en önemli kriter olarak psikolojik kriterlerin olmasından dolayı ev kadınlarına psikolojik destek sağlanmasını önermiştir.

Aydın vd. (2018), tarafından yürütülen çalışmada bir savunma sanayi firması incelenmiş ve tedarikçi seçmek için AHP ve TOPSIS gibi çok kriterli karar verme tekniklerini kullanmışlardır. Zamanında teslimat, ilk defada müşteriden onay alma oranı, ürün iade oranı, şikayet oranı, ciro artış oranı, fiyat performansı ve üretim kapasitesi dahil olmak üzere sekiz farklı kriter incelenmiştir. Metodoloji, dışa bağımlılığın azaltılması, rekabet gücünü değerlendirmek için genel kriterlere odaklanması ve işletme içinde iyileştirmeler yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Arslan (2019), tarafından yürütülen bu çalışmada ilk olarak vatandaşların Niksar Belediyesinden aldıkları hizmet kalitesine yönelik memnuniyet önem düzeylerinin

ölçülmesi olmuştur. SERVQUAL ölçeği A. Parasuraman, Valarie A. Zeithaml ve Leonard L. Berry tarafından geliştirilmiş ve bu amaçla kullanılmıştır. Ölçeğe uygun olarak 250 kişi ile yüz yüze anket yapılmıştır. Çalışmada hizmet kalitesini ölçmek için 6 kriter belirlenmiştir. Belirlenen kriterler ikili olarak karşılaştırılmış olup sonuçlar ÇKKV yöntemlerinden DEMATEL yöntemi ile yapılmıştır.

Arslan (2019), tarafından yürütülen bir diğer çalışma ise insan kaynaklarından 72 kişiye yapılan anket sonucunda personel güçlendirmeyi etkileyen faktörler incelemiş, personel güçlendirmenin nasıl uygulanabileceği araştırmış ve personel güçlendirmeyi etkileyen faktörleri analiz edilerek bir sonuca ulaşmaya çalışmıştır. Çalışmada ÇKKV yöntemlerinden DEMATEL yöntemini kullanmış ve örgütsel faktörlerin hem mesleki faktörleri hem de bireysel faktörleri etkilediği, mesleki faktörlerin örgütsel faktörlerden etkilendiği ve bireysel faktörleri etkilediği, bireysel faktörlerin ise hem örgütsel faktörlerden hem de mesleki faktörlerden etkilendiği sonucuna varmıştır.

Balali vd. (2022), tarafından yürütülen çalışmada amaç İran'ın mega hastane projelerinde maliyet aşım faktörlerini belirlemek ve sıralamak olmuştur. Maliyet aşım faktörlerini belirlemede uzman görüşlerine başvurmuş ve ÇKKV yöntemlerinden DELPHI ve SWARA yöntemini kullanmıştır. Sonuçlar doğrultusunda 0,458 puanla "kabul edilemez ve yeniden çalışmaya yol açan iş kalitesi", 0,429 puanla "proje sırasında devletten yeterli bütçe ayrılmaması" ve 0,44 puanla "denetimcilerin teknik bilgi eksikliği" en yüksek puanlar olarak gösterilmiştir.

Urosevic vd. (2017), turizm sektörünün dünyanın önde gelen sektörlerden biri olduğunu ve personel seçimi, işe alım sürecinin çok önemli olduğunu dikkate alarak bir çalışma yürüttüler. SWARA ve WASPAS yöntemlerine dayanan hibrit bir yaklaşım sunmuşlardır. Dolayısıyla yapılan çalışmada SWARA ve WASPAS yönteminin kolay uygulanabilir olduğu, personel seçimine ilişkin sorunların çözümünde kullanılabileceği ve diğer alanlardaki sorunlar içinde kullanılabilir olduğu sonucuna varmışlardır.

Sarıgül vd. (2023), tarafından yürütülen bu çalışmanın amacı, 2019-2021 yılları arasında Avrupa'da faaliyet gösteren altı havayolu şirketinin finansal performansını değerlendirmektir. Finansal kriterler arasında cari oran, nakit oranı, finansal kaldıraç oranı, özsermaye çarpanı, aktif devir hızı, özsermaye devir hızı, özsermaye karlılığı ve aktif karlılığı oranları yer alır. CRITIC yöntemi ile finansal kriterlerin önem değerleri

belirlenirken, CRITIC yönteminin sonuçlarının MAUT ve MARCOS yöntemlerine entegre edilmesiyle önem sıralamasını yapmışlardır. Bu çalışma havayolu işletmelerinin finansal performanslarını iyileştirmesine yönelik öneri politikaları sunmaktadır. Politika yapıcıların turizm faaliyetlerine önem vermesi gerektiği bu doğrultuda ülkelere gelen ve giden turistlerde artış yaşanacağı ve ülke ekonomisini güçlendireceğini düşünmektedirler.

Adalı vd. (2017), tarafından yürütülen çalışmada bir tekstil firmasının fason üreticilerini seçme sorununu ele almışlardır. ÇKKV yöntemlerinden CRITIC yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş ve MAUT yöntemi ile de alternatiflerin sıralamasını yapmışlardır. Gelecek çalışmalara yol gösterici olarak firmanın diğer ÇKKV problemlerine de uygulanabilir olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Özdağoğlu (2019), tarafından yürütülen çalışmada makine sektöründe bir elektronik cihaz satın alma kararını analiz etmiştir. Beş alternatif belirlenmiş olup bu alternatiflere yönelik altı kriter seçilmiştir. Bu kriterler marka ve performans, uyumluluk, teslim süresi, maliyet, çalışma alışkanlıkları, satış sonrası hizmetlerdir. ÇKKV yöntemlerinden OCRA ve MAUT yöntemleri yardımıyla çözülmüş olup daha önce literatürde bu iki yöntemin karşılaştırılması yapılmadığından literatüre katkı sağlanacağını düşünmüştür.

2.3. Drone Seçiminde ÇKKV Yöntemlerinin Uygulanması Üzerine Literatür Araştırması

Raj ve Sah (2019), tarafından yürütülen çalışmaya göre, drone kullanımı trafik yoğunluğunu önleyerek teslimat süresini kısaltabilir ve bilinen ulaşım yöntemlerine kıyasla karbon ayak izini azaltabilir olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Literatür araştırması ve uzman görüşleri kullanılarak 12 başarı kriteri belirlemişlerdir. DEMATEL yöntemi, bir dizi kriterli karar verme yönteminin bir sonucu olarak çözüme ulaşılmıştır.

3. İNSANSIZ HAVA ARACI

Çalışmanın bu bölümünde insansız hava araçlarının tanımı, tarihçesi, bileşenleri, kullanım alanları, sınıflandırılması ve avantaj ve dezavantajları ele alınmıştır.

3.1. İnsansız Hava Araçlarının Tanımı ve Tarihçesi

İHA' lar, içinde insan pilotu olmayan uzaktan kumanda ile önceden programlanarak yönlendirilebilen veya kendi kendine belirli bir rota üzerinde uçabilen, faydalı yükleri veya silahları ana gövdesine yükleyip çıkarabilen ve görev sonunda iniş veya geri dönüş yapabilen hava araçlarıdır (Ebrahimi-Oskoei, 2014).

22 Ağustos 1849'da Avusturyalıların içinde zaman fitili bulunan 200 adet bombayı bir pilota ihtiyaç duymadan balonlar aracılığıyla Venedik şehrine göndermesiyle ilk İHA kullanımı başlamıştır. Bu saldırı esnasında bazı olumsuz durumlar meydana gelmiş, olumsuz hava koşulları ve rüzgarın da etkisiyle bazı balonlar Avusturya'nın hudutlarına geri dönmüş ve kendi topraklarında patlamıştır. Diğer balonlar ise İtalya'ya ulaşmış ve amacına uygun şekilde patlamıştır. Bu olay hava saldırılarında İHA kullanılan ilk savaş olmuştur.

1. Dünya Savaşı sırasında çeşitli girişimlerde bulunarak bombardıman uçağının benzeri yapılmaya çalışılmıştır. Bunlardan ilki 1914 yılında Archibald Montgomery Low'un geliştirmeye başladığı "Uçan Füze" adını verdiği Aerial Target füzesidir. 1917 yılında gerçekleştirdiği test uçuşunda Target başarısız olmuştur.



Şekil 1. Archibald Montgomery Low: İlk insansız hava aracının tasarımcısı

(Kaynak: Bilim ve Teknik, 2010 sf. 2)

Aynı yıllarda bir diğere deneme ise ABD Deniz Kuvvetleri tarafından Aerial Torpedo'nun geliştirilmesiyle yapılmıştır. 270 kg ağırlığa sahip olan bu uçağın yarısı patlayıcı ile doluydu. Hedefe yönlendirilme şekli oldukça basitti. Füzenin hedefe gitmesi için gerekli motor dönüş sayısı hesaplanıyor, rüzgar hızı ve hedef mesafesi belirleniyordu. Uçuş sırasında belirlenen sayıya ulaşıldığında ise hedefe bomba alt kapakların açılmasıyla bırakılıyordu (Newcome, 2004).



Şekil 2. Amerikan Deniz Kuvvetleri tarafından geliştirilen Aerial Torpedo

(Kaynak: Bilim ve Teknik, 2010 sf. 2)

Bir başka olay ise 1955 yılında 1001 İHA modeli piyasaya sürülmüş ve ABD Deniz Kuvvetleri tarafından kullanılmıştır. Bu tarihsel süreç İHA'ların evrimini ve farklı amaçlarla kullanıldığını göstermektedir (Topal, Akpınar, & Beyhan, 2021, s. 19).

2. Dünya Savaşı sonrasında ise Northrop Grumman firması Falconer olarak bilinen hedef uçaklarını tasarladı ve üretti. Bu uçak uzun süre üretime devam etti. 1960'da yerdeki bir kontrol istasyonundan veya insanlı bir başka uçaktan ilk kez casus olarak göreve başlayan hedef uçakları üzerindeki kameralarla izleniyordu. Daha az diplomatik krize sebep olan bu insansız casusların tespiti hem oldukça zordu hem de ele geçirilmesi durumunda bir pilotun yakalanması riski azdı. Soğuk Savaş'ında etkisiyle 1970'lerde daha kritik görevler almaya başlayan İHA'lar daha da karmaşıklaşmaya başladı. Bu sebeple uçuş kontrol sistemlerindeki gelişmelere paralel olarak uçuş mesafeleri artırıldı. Bu sayede yakın/orta mesafeli İHA'lar ortaya çıktı. Bu sınıfın ilklerinden olan Scout, 2000'lerin ortalarına kadar Pioneer tarafından kullanıldı ve İsraililer tarafından geliştirildi.

GPS ve uydular sayesinde pek de düzgün çalışmayan hava araçları seyrüsefer sistemlerine bağımlılıklarını azalttı ve görüş hattında olmasa da İHA uydudan kontrol edilebilir oldu. Böylece uzun mesafeli, yüksek dayanıklılığa sahip İHA' lar geliştirilmeye başlandı. Bu tip İHA' ların ilk örneği General Atomics'in GNAT aracı oldu (Austin, 2010).

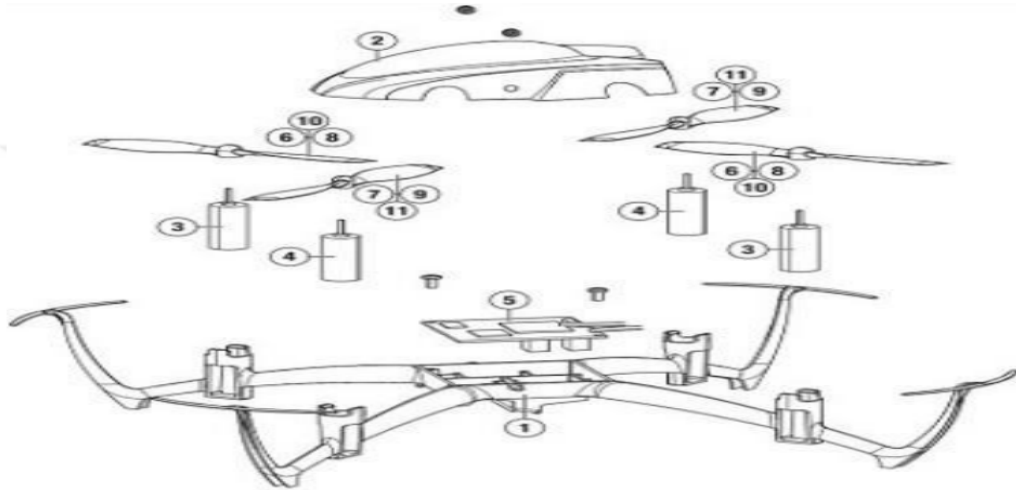
3.2. İnsansız Hava Araçlarının Bileşenleri

İHA havacılık kompleksi, uçak ve yer kontrol istasyonlarından oluşur. Bu sistemler sayesinde birden fazla İHA' nın aynı anda kullanılması mümkündür. Geliştirilmiş yazılım araçlarıyla İHA' lar iletişim kurabilir. (Volodymyr, 2012).

İHA havacılık sistemi aşağıdaki faktörlerden oluşmaktadır (Volodymyr, 2012):

İHA' nın yapısal çerçevesi, kontrol istasyonları (yönetim) ve anten sistemleri, İHA' nın yazılım bileşenleri ve yerinde izleme sistemleri, veri analiz birimleri, iniş sistemleri veya iniş ekipmanları, uçuş performansını geliştirmeye yönelik sistemlerdir.

İHA' lara farklı özellikler ve işlevler eklenebilir olsa da birçok araştırmacı tarafından kabul edilen temel İHA' nın yapısı ve bileşenleri Şekil 3'de gösterilmektedir (Korkmaz, vd., 2016).



Şekil 3. İHA montaj görüntüsü

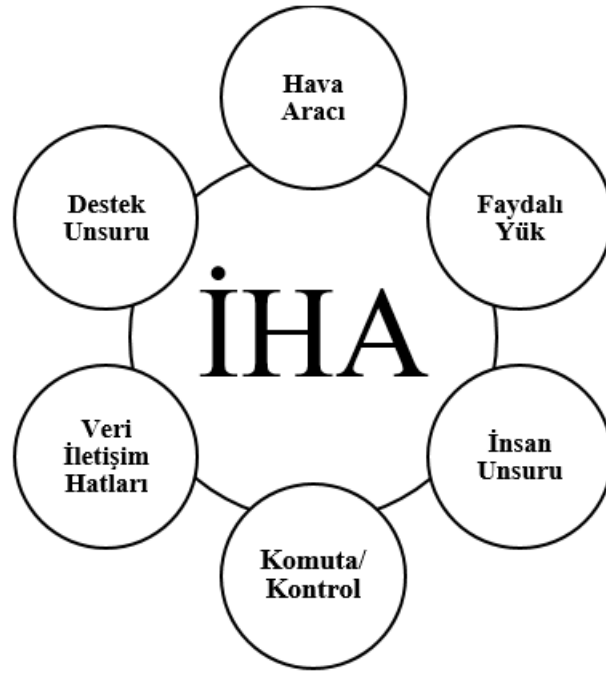
(Kaynak: Korkmaz, İyibilgin, & Fındık, 2016, s. 105)

Şekil 3’deki görülen numaralandırılmış parçalar arasında gövde, hareketli bileşenler ve elektronik parçalar yer almaktadır. Bu parçaların birçoğu ağırlık gibi faktörler göz önünde bulundurularak plastik, fiber ve diğer malzemelerden üretilmektedir (Korkmaz, vd., 2016).

Tablo 1: İHA Kapsamında Değerlendirilen Parça Listesi

No	İsim	Adet
1	Gövde	1
2	Üst Koruma	1
3	Sağ Motor	2
4	Sol Motor	2
5	Devre Kartı	1
6-8-10	Sağ Pervane	2
7-9-11	Sol Pervane	2

(Kaynak: Korkmaz, vd., 2016)



Şekil 4. İHA bileşenleri

(Kaynak: ASELSAN, 2021)

1. Hava Aracı: Hava araçlarının temel amacı, bir görev için gerekli olan faydalı yükü, faaliyetin gerçekleştirileceği bölgeye ulaştırmaktır (Austin, 2010).

2. Faydalı Yük: Faydalı yük taşımak, İHA sistemlerinin nihai amacı olsa da en pahalı alt sistemleri faydalı yüklerdir (Fahlstrom, 1998).

İHA'ların kullanılacağı görev için faydalı yük tiplerinin sayıları ve türleri değişebilir. Literatüre bakıldığında üç farklı faydalı yük tipi tartışılmıştır. Bunlar bilgi toplama, iletişim ve navigasyon faydalı görevlerdir (Borky, 1997).

Günümüzde İHA'ların kullanım alanlarının genişliği düşünüldüğünde, görev tabanlı faydalı yükler çok daha fazla kullanılmaktadır (Borky, 1997).

Tablo 2'de görevlerine göre faydalı yük tiplerini göstermektedir. Hava araçlarının uçuşa hazırlık performansını direkt olarak etkileyen önemli unsurlar vardır. Bu faktörlerden bazıları, uçuş öncesi ve sonrası faydalı yük sökme ve takma sürecinin kısa olması ve faydalı yüklere erişilebilirlik. Bu nedenle, faydalı yük yerleşim tasarımında idame edilebilirlik parametresi önemlidir.

İdame edilebilirlik, tasarımın bir parçası olarak, bir parçanın veya sistemin belirli bir süre içinde işlevsel durumda kalabilmesi veya yeniden işlevsel hale getirilebilmesi için tasarım süreciyle birlikte gerçekleştirilen aktivitelerin bir sürecidir (Göksu, 2009).

Tablo 2. Görevlerine Göre Faydalı Yük Tipleri

Faydalı Yük Tipi	Örnek
Bilgi Toplayıcı Faydalı Yük	Metan gazı sensörü, video kamera vb.
İletişim Faydalı Yükü	433mhz telemetri haberleşme modemi, 3/4/4.5/5G modül vb.
Navigasyon Faydalı Yükü	GPS modülü, inersiyal ölçme ünitesi vb.
Görev Yardımcı Faydalı Yükü	Sıvı püskürtme sistemi, yük bırakma sistemi vb.
Uçuş Yardımcı Faydalı Yükü	Engel algılama sensörleri, uçuş yedek sistemleri vb.

(Kaynak: Borky, 1997)

3. İnsan Unsuru: Her ne kadar ele alınan sistem insansız olarak adlandırılrsa da en önemli unsur insanın kendisidir. Burada bahsedilen tüm alt sistemlerde esas olarak eğitimli ve yetkin kişiler tarafından kullanılmaktadır (Austin, 2010).

4. Komuta/Kontrol Sistemleri (Kontrol İstasyonu): Bu görevin merkezi kontrol istasyonudur ve insan ile makinayı birbirine bağlar. Genellikle belli bir yerde bulunur ayrıca başka bir hava aracına yerleştirilebilme imkanı da vardır. Operatörler tarafından faydalı yüklerin taşınması ve hava aracının kontrolü bu istasyonlarda yapılır. Benzer şekilde hava araçlarının konum bilgisi, durumu ve topladığı veriler hava istasyonundan gönderilir (Austin, 2010).

5. Veri İletişim Hatları: İletişim sistemlerinin en önemli bileşeni, kontrol istasyonu ile hava aracı arasındaki veri aktarım tesisidir. Görüş hattı (Line of Sight – Los) ve üstte

(Beyond Line of Sight – BLOS) gerçekleştirilir. Lazer ışınları da iletişim için kullanılabilir ancak genellikle radyo frekansları kullanılır. Bu veri hattı iki yönlü iletişim sağlar, böylece hava aracı ile kontrol istasyonu arasında veri transferi daha kolaydır (Austin, 2010).

6. Destek Unsuru: İHA (İnsansız Hava Aracı) sistemlerinin görevlerini sürekli olarak yerine getirebilmesi için gerekli bakım, onarım, test ekipmanları, güç kaynakları ve benzeri teçhizat gibi kritik unsurlar, genellikle görevin dikkat çeken yönü değil ancak hayati önem taşıyan gerekliliklerdir. İHA' nın operasyonel verimliliğini, güvenilirliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamak için bu bileşenler kritik öneme sahiptir (Austin, 2010).

7. İlave Edilecek Alt Sistemler: Austin, ulaşım hizmetleri, fırlatma kurtarma sistemleri ve navigasyon sistemlerini alt sistemler olarak ele almıştır (Austin, 2010)

- Navigasyon Sistemi: İnsansız hava aracı operatörlerinin kullandıkları hava aracının nerede olduğunu bilmeleri çok önemlidir. Aynı şekilde hava araçları otomatik olarak uçarken konumlarını sürekli olarak takip etmelidir. Hızla gelişen navigasyon sistemleri küçük boyutlarda, hafif ağırlıkta hava araçları için bile uydular aracılığıyla hassas ve anlık konum bilgilerini sağlama kabiliyeti sunmaktadır.
- Fırlatma ve Kurtarma Sistemleri: Dikey kalkış kabiliyetine sahip olmayan hava araçlarının yeterli hıza ulaşabilmesi için kullanılan havacılık benzeri ekipmanlar fırlatma sistemleri olarak bilinir. Bu sistemler sayesinde uçakların uygun bir pist olmadan havalanabilmesi mümkündür. Kurtarma sistemleri, dikey kalkış veya piste iniş yapma yeteneğine sahip olmayan bazı hava araçlarının görev sonunda hasar almadan güvenli bir şekilde yere inmesini sağlayan ekipmanları içerir. Bu sistemler, hava araçlarına yerleştirilen paraşütler ve çarpmanın etkisini azaltan hava yastıkları içerir. Bazı hava araçları iniş noktasında gerilmiş ağlarla karşılaşır.
- Ulaşım Hizmetleri: Görev veya bakım gibi nedenlerle yukarıda belirtilen sistem unsurlarının tamamının veya bir kısmının yer değiştirmesi gerektiğinde kullanılan özel ulaşım araçları ve ekipmanlarıdır.

3.3. İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları

İHA' ların kullanılmaya başlanmasında temel amaç askeri çalışmalar olmasına rağmen teknolojinin ve yapay zekanın giderek artmasıyla birlikte çok geniş alana yayılarak hayatın hemen hemen her noktasına fayda sağlar hale gelmiştir. İHA' lar birçok yeni özellik ve fonksiyonla birlikte temin edilebilirliğinin kolay olması, zamanda tasarruf sağlaması ve çözüm odaklı olmasından dolayı birçok alanda istihdam sağlar duruma gelmiştir. Ufak ve uçuş menzilinün yüksek olması nedeniyle yangın ile mücadelelerde, ulaşımın güç olduğu bölgelere ilk yardımlarla, fotoğrafçılık ve film çekimlerinde, anında kargo teslimatlarında önemli rolü olmuştur (Kahveci ve Can, 2017).

İHA' lar özellikle bu alanlarda kullanılmaktadır (Xingbang Yang, 2015):

- Tehlikeli ve riskli uygulamalarda, aynı zamanda uzun süre gerektiren (örneğin, 40-50 saat gibi) ve insan kullanımının verimsiz olduğu görevlerde.
- Doğal afetler sırasında olay yerini belirlemek ve yardım sağlamak, gerçek zamanlı veri transferi ile destek sağlamak.
- Denizlerde ve kırsal alanlarda çevre kirliliğini azaltmak için çevresel temizlik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi.
- Acil ilaç ve diğer ihtiyaçların trafik gibi ulaşım sorunlarına karşılaşmadan hızlı ve etkili bir şekilde teslim edilmesi.
- Balıkçılık, doğa fotoğrafçılığı ve vahşi yaşamın gözlenmesi gibi etkinliklerde kullanılması, kaçak avcılığın tespit edilmesi ve önlenmesi için ilgili birimlerle paylaşılması.
- Mitingler, konserler, açık hava toplantıları gibi etkinliklerde güvenlik sağlamak için kullanılabilir.

İHA' lar sivil uygulamalarda günümüzde ve gelecekte birçok alanda kullanıma açık olacaktır. Bu kullanım alanlarına Tablo 3'de yer verilmiştir.

Tablo 3. İHA' lar İçin Popüler Uygulama Alanları

Sivil Uygulamalar			
Afet kurtarma	Açık deniz teknolojisi ve okyanus madenciliği	Kosistem izleme	Deniz güvenliği
Araştırmalar	Yapı denetleme	Su örnekleme	Keşif
İletişim rölesi	Maden araştırması	Yüzey görüntüleme	Denizde terörle mücadele
Geri besleme	Deniz haritasının oluşturulması Hava tahmin ölçümleri	Bitki ve Hayvan izleme	Özel bölgelerin gözetlenmesi

(Kaynak: Yang, vd., 2015)

3.4. İnsansız Hava Araçlarının Sınıflandırılması

İHA' lar birçok farklı kriter ve özellik temelinde sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmaların bazıları aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

1. Kullanım Amaçlarına Göre;

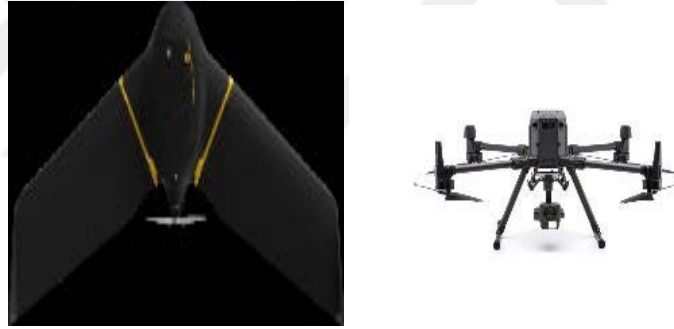
Askeri İHA Sistemleri: Yüksek riskli görevlerde kullanılan saldırı kapasitesine sahip uçaklardır ve düşman savunma veya savaş uçaklarına yem olarak hizmet eder (Elmas, 2019). Keşif, gözetleme ve istihbarat gibi temel askeri görevler tarih boyunca düşman hava sahalarında birçok can kaybına neden olmuştur. Bu tür görevler esnasında insanların güvenliğini sağlamak ve uzun süreli görevlerde daha yüksek performans elde etmek İHA' ların kullanımını gerekli kılmıştır.

Sivil İHA Sistemleri: İnsansız hava araçlarına erişim kolaylaştıkça, bu araçların sivil uygulamalarda kullanılabilirliği büyük ölçüde artmıştır.

Bu doğrultuda sivil İHA' lar lojistik ve kargo taşımacılığında, sivil ve ticari eğlence amaçlı araştırma ve geliştirmeye yönelik gelecekte kullanılmak üzere farklı İHA teknolojilerinin kullanıldığı araçlar olmuştur (Elmas, 2019).

2. Motorların Çalışma Prensibine Göre; Sabit kanatlı veya döner kanatlı hava araçları (Şekil 5), araç takip sistemiyle karayolunda hızlanarak veya el yardımıyla fırlatma rampasından atılır. Döner kanatlı İHA' lar hızlıdır ve uzun mesafelere uçmak için idealdir. Bununla birlikte, döner kanatlı İHA' lara göre daha sessizdir, iniş ve kalkış için pilota ihtiyaç duymazlar (Şasi, 2016).

Döner kanat uçakları olarak da adlandırılan döner kanatlı uçaklar, dikey bir shafta bağlı olarak dönen kanatların ürettiği kaldırma kuvvetiyle yerçekimini yenerek uçarlar. Bu araçlar milimetrelerden onlarca metreye kadar boyutlara sahiptir ve birkaç dakikadan birkaç saate kadar havada kalabilirler. Helikopter, cyclocopter, autogyro ve gyrodyne gibi hava araçlarına döner kanat denir (Rajappa, vd., 2015).



Şekil 5. Sabit kanatlı (a) ve döner kanatlı insansız hava araçları (b)

(Kaynak: Bento, 2008)

3. Büyüklük, irtifa, uçuş süresi ve faydalı yük kapasitesi dikkate alındığında İHA' lar;
 - Mini (mikro) insansız hava araçları: Böceklerden ilham alınarak tasarlanmıştır. Kapalı alanlarda hareket etme, düşük radar yüzey kesiti, taşınabilirlik ve düşük ağırlıkta yüksek kaldırma kuvveti üretme yeteneğine sahiptir.
 - Küçük insansız hava araçları,

- Taktik insansız hava araçları: Keşif ve istihbarat görevleri için yararlı olan bu yük taşıyan araçlar, orta irtifa, uzun havada kalış süresi ve otomatik iniş ve kalkışa sahiptir.
- Operatif insansız hava araçları: Asli olarak Hava Kuvvetleri tarafından kullanılacak hava araçlarıdır (Şasi, 2020).

4. Faydalı Yük Türlerine Göre;

- İnsansız hava araçları silahlı ve silahsız olmak üzere iki kategoriye ayrılır (Şasi, 2020).



Şekil 6. Silahsız insansız hava araçları (a) ve silahlı insansız hava araçları (b)

(Kaynak: Erdoğan, 2016)

5. Komuta Biçimine Göre;

- İnsansız hava araçları iki kategoriye ayrılır: otomatik pilotlu olanlar ve uzaktan kumandanlı olanlar (Şasi, 2020).



Şekil 7. Otomatik pilotlu ve uzaktan kumandalı insansız hava araçları (a ve b)

(Kaynak: Erdoğan, 2016)

22 Haziran 2015 tarihinde yayınlanan ve 12 Temmuz 2020 tarihinde revize edilen İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-İHA) ikinci bölüm 5. Maddesine göre, İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-İHA), İHA' ların azami kalkış ağırlıklarına göre sınıflandırılmasına izin verir. Bu, İHA' ları sınıflandırmak için kullanılan ek bir tekniktir. Aşağıda Tablo 4' de, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından (SHGM) 2020 tarafından açıklanan kategorileri göstermektedir.

Tablo 4. SHGM İHA Sınıflandırması

TİP	AĞIRLIK
İHA0	500 gr- 4 kg
İHA1	4 kg- 25 kg
İHA2	25 kg- 150 kg
İHA3	>150 kg

(Kaynak: SGHM, 2020)

Bir diğer sınıflandırma ise, İHA' ların azami kalkış ağırlıklarına göre farklı sınıflara ayrılmasını sağlar ve her sınıfın belirli düzenlemelere ve kısıtlamalara tabi olduğunu belirtir (SHGM, 2020).

Tablo 5. İHA' ların ağırlık, boyut, uçuş yüksekliği, hız ve uçuş süresine göre sınıflandırılmasıdır

İHA Tanımlama	Ağırlık (Pound)	Boyut (Feet)	Uçuş Yüksekliği	Uçuş Hızı (Miles/saat)	Uçuş Yarıçapı (Miles)	Uçuş Süresi (Saat)
Nano	<1	<1	<400	<25	<1	<1
Mikro	1-45	<3	<3.000	10-25	1-5	1
Küçük İHA	45-55	<10	<10.000	50-75	5-25	1-4
Çok Hafif Uçak*	55-225	<30	<15.000	75-150	25-75	4-6

Hafif Spor Uçak*	255-1.320	<45	<18.000	75-150	50-100	6-12
Küçük Uçak	1.320-12.500	<60	<25.000	100-200	100-200	24-36
Orta Uçak*	12.500-41.000	-	<100.000	-	-	-

(Kaynak: Gupta, vd., 2013)

3.5. İnsansız Hava Araçlarının Avantaj ve Dezavantajları

Askeri güçlerin İHA sistemlerine ilk bakışı, bu sistemlerin donuk, tehlikeli, kirli olarak adlandırılan görevler için uygun olduğu fikriydi. Bu görevler genellikle pilotların meşgul edilmemesi gereken, sıkıcı, tehlikeli veya kirli görevlerdi. Ancak zaman içinde İHA sistemleri, bu sınırlı rolün ötesine geçti ve çok daha geniş bir kullanım alanı kazandı (Austin, 2010).

Pilotlu uçaklara göre İHA' ların avantajları aşağıdaki gibi sırlanabilir (Yüksel, vd., 2016);

- Uçuş, bakım, yakıt maliyetlerinin çok daha tasarruflu olması,
- Pilot gerektirmemesi ve yüksek maliyetli bir araç olmaması can ve mal kayıplarının riskini azaltılması,
- Düşük hızda uzun süre havada kalma yeteneği, hedef takibi ve istihbarat toplama için oldukça yararlı olması,
- Uzun süreli operasyonlar da araç kullanan operatörün değiştirilebilir olması önemlidir (özellikle savaş uçakları, uzun süreli operasyonlar sırasında yakıt ikmali gerektirir ve pilot yorgunluğu uzun süreler boyunca çalışmaya engel teşkil edebilir),
- İHA operatörü yetiştirmek, uçak pilotu yetiştirmekten daha az zaman ve zorluk gerektiren bir süreç olması,
- Uzun süreli ve uzaktan kullanım imkanı özellikle uydu kontrolü gibi avantajlarla desteklendiğinde sağlanılabilir olması,
- İHA' lar da pilot olmadığı için G kuvveti önemli değildir. Yine de bu durum, turboprop motoru olmayan hızlı ve hareket edebilen İHA' lar için geçerlidir.

Turboprop motorlu bir İHA, genellikle yüksek hızlarda ani manevra yapmadığı için G kuvvetine maruz kalmaz ve bu nedenle bu tür İHA' lar için G kuvveti etkisi önemli bir sorun oluşturmaz.

Bu avantajlar, İHA' ların birçok farklı uygulamada kullanılmasını mümkün kılar, özellikle keşif, gözetleme, arama kurtarma, tarım, çevre izleme ve askeri operasyonlar gibi alanlarda faydalı olabilir (Akyürek, 2012).

Pilotlu uçaklara göre İHA' ların dezavantajları aşağıdaki gibi sırlanabilir; (Yüksel, vd., 2016).

- Savaş uçakları veya hava savunma sistemleri, manevra yetenekleri ve düşük hızları nedeniyle onları kolayca vurabilir. Yakın mesafeden bir top atışıyla bile savaş uçakları bu tür hedefleri kolayca vurabilir,
- Radar sistemlerinin tarama alanları sınırlı olduğundan, düşman unsurlar tarafından daha erken ve uzaktan tespit edilebilirler,
- Yapabilecekleri sınırlıdır,
- Tamamen uzaktan kontrol edilebildikleri için elektronik savaş sistemlerine karşı hassas konumdadırlar. Komuta istasyonlarının etkilenmesi durumlarında alternatif bir kontrol yöntemi bulunmaması ciddi sorunlara yol açabilir,
- Mevcut İHA' ların hava-hava iletişim yetenekleri sınırlıdır ve genellikle radar ve hava-hava mühimmat eksikliği bulunur. Ayrıca it dalaşı (*dogfight*) gibi hava muharebe senaryolarına katılamazlar.

Bu dezavantajlar, İHA' ların kullanımını kısıtlayabilecek veya belirli durumlarda daha fazla dikkat gerektirebilecek faktörlerdir. Sonuç olarak İHA kullanımıyla ilgili güvenlik, düzenleme ve teknik sorunlar önemlidir ve kapsamlı şekilde ele alınmaları gerekmektedir (Akyürek, 2012).

3.6. Gelecekte İnsansız Hava Araçları

İHA' ların avantaj ve dezavantajlarına baktığımız zaman gelişen teknolojiyle birlikte insanlı hava araçlarına göre anlık bilgi elde etme yeteneği daha yüksektir (Akyürek, 2012).

En çok bilgiye ihtiyaç duyulan yerler afet bölgeleri, olmasına rağmen günümüzde birçok online alışveriş platformu İHA' lar ile kargo taşımacılığı çalışmalarına başlamış durumda. Kargo taşımacılığının İHA' lar aracılığıyla zamandan tasarruf edebilmesi ve daha güvenli teslimat sunması şirketler için maliyet konusu bu teknolojiye önemli bir avantaj vurgulamaktadır.

Gelecekte büyük helikopterlerin bile insansız hava araçlarına dönüştürülmesi planlanıyor (Cömert vd., 2012). Bu amaçla daha fazla yük taşınması, kargo taşımacılığı açısından önemli bir gelişme olacaktır. Ayrıca, İHA' lara yerleştirilecek çeşitli algılayıcı sistemler, karayolu, demiryolu gibi mühendislik yapılarının yapım sürecinde bütün projenin baştan sona izlenmesini sağlayacaktır.

Bu, İHA' ların çalışma alanı üzerinde uçurulması yoluyla gerçekleştirilecektir. Gelecekte, kentsel alanlarda kaç kat yapıldığı, kaç katların ve yapıların tespit edilebilmesi için İHA' ların kullanılacağı düşünülüyor (Cömert vd., 2012).

Yeni arkeolojik alanların bulunması ve yer altında bulunan arkeolojik nesnelerin yer üstündeki yerlerinin tespiti için İHA' ların kullanılması beklenmektedir. Bunun yanı sıra, İHA' ların klasik halihazır üretim tekniklerinin yerini alması beklenmektedir.

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ

Çalışmanın bu bölümünde karar verme kavramı derinlemesine inceleyerek, kriterlerin ağırlıklandırılması ve karar alternatiflerinin sıralanmasında kullanılan ÇKKV yöntemlerine odaklanılacaktır. Daha sonra bu yöntemlerle ilgili yapılan araştırmanın detaylı bir literatür taramasını sunulacaktır.

4.1. Karar Verme Süreci

Karar verme süreci; bir kişinin belirli bir durum veya sorunla ilgili analitik bir yaklaşımla düşünmesi, ilgili alternatifleri avantajları ve dezavantajları açısından inceleyerek ve sonunda kendi kişisel optimum uygulanabilirlik ve fayda açısından en uygun seçeneği seçme sürecidir. Bu nedenle, süreç bir karara varır (Bayraktaroğlu ve Demir, 2011: 470).

Bilimsel araştırmalarda da karar verme süreci, çeşitli aşamalardan oluşur. Bilimsel yöntemlerin karar verme süreçlerine uygulanabileceğini ilk ortaya atan kişilerden biri John Dewey'dir. Bu araştırmalar, karar verme sürecinin, bir sorunun tanımlanması, ilgili verilerin toplanması, analiz edilmesi, yorumlanması, seçeneklerin ve alternatiflerin incelenmesi aşamalarından oluştuğunu göstermektedir (Semerci, 2000:192).

Ayrıca karar verme sürecinin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için kişinin kendisinde doğru karar verebilme yetisine sahip olması oldukça önemlidir. (Yılmaz ve Altınok, 2010: 688).

Karar verme süreci, bireysel durumlarla başa çıkmak için kişilerin verdiği tepkilerin yanı sıra, kurumsal yöneticilerin de oldukça ilgisini çeken bir konudur. Çünkü karar verme aşaması, öncelikle çok yönlü düşünmeyi gerektirir; olasılıkları hesaplamayı, kararın etkileyebileceği kişilerin durumlarını incelemeyi ve kurumsal bağlamda grup içindeki bireylerin görüşlerini göz önünde bulundurmaya içerir. (Kıranlı ve İlğan, 2007:150).

Yukarıdaki bilgilere göre, karar verme sürecinin temel özellikleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Koçoğlu, 2010: 45):

- Psikolojik ve ekonomik boyutları içermesi
- Finansal etkileri olabilmesi
- Etkinlik ve mantığa dayalı olması
- En az bir yetenek ve serbestlik gerektirir

- Gelecekle ilgili olması ve geleceği öngörme kaygısı taşıması
- Belirli bir süre içinde sonuçlanma gerekliliği olması
- Belirli bir plan çerçevesinde gerçekleşmesi ve öngörüye dayanması
- Alternatif maliyetlerin ortaya çıkabilmesi
- Problem çözme süreci niteliği taşıması

4.1.1. Çok Kriterli Karar Verme

ÇKKV, birden fazla kriterin dikkate alındığı durumlarda karar alternatiflerinin değerlendirilmesi ve en uygun seçeneğin belirlenmesi sürecinde gerçekleşen eylemdir. ÇKVV kavramının, insan varlığının öncesine dayandığı düşünülmektedir. Analitik düşünce ve yaklaşım hem insanlarda hem de hayvanlarda bulunan ortak bir özelliktir. Bu ayırt edici analitik yetenek, bireye bir problemi mantıklı bir şekilde anlama potansiyeli sunar ve zekayı kullanarak eleştirel bir şekilde çözme yeteneği kazandırır (Uzun vd., 2021: 8).

ÇKVV teorisinin uygulanması, istenen sonuca yönelik olarak bir dizi karar alternatiflerini değerlendirmeyi ve en iyi alternatifi belirlemeyi içerir. Bu süreç, çeşitli kriterlerin ve tercih sıralamalarının hesaplamalarla kullanılmasını gerektirir. Karar verme, kritik bir süreçtir ve bu nedenle ÇKVV, birçok alanda optimum çözüme ulaşmak için, özellikle karmaşık problemlerle karşılaşıldığında kullanılmaktadır.

Karar vericinin, sadece deneyimlerine dayanarak karar verme yeteneğine güvenmek yeterli değildir. ÇKVV, belirlenen kriterlere, bu kriterlere atanan değerlere ve ağırlıklara dayalı olarak kriterlerin sıralanmasını sağlar. Gerçek dünya problemleri genellikle farklı kararların sonuçlarını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebilecek birçok kritik parametreyi içerir (Özşahin vd., 2021: 1-2).

4.1.2. Çok Kriterli Karar Vermeyi Oluşturan Temel Kavramlar

- Uzman/Karar Verici: Problemi tanımlama ve daha sonra bu problemi çözme yöntemini belirleme sorumluluğu kişinin kendisine aittir. Bazı durumlarda, bir karar verici, sadece kendi uzmanlığına dayanarak karar verebilir; ancak problemler karmaşık ve birden fazla kriter içerdiğinde, bir kararı tamamen sezgiye dayalı olarak vermek zorlaşabilir.

- Çok kriterli bir problem ortaya çıktığında, karar vericiler, hangi alternatiflere öncelik verilmesi veya hangi kriterlere ağırlık verilmesi gerektiği konusunda uzlaşmaya varmak zorundadır (Baker, 2001).
- Alternatifler: Genellikle karar alternatifi olarak da tanımlanır. Bu, bir seçim yapma eylemini temsil eder ve belirli bir problemin çözümü için düşünülen farklı seçenekleri ifade eder. Bir karar alanı, tüm potansiyel alternatiflerin bulunduğu bir kümeyi temsil eder (Baker, 2001).
- Kriterler: Her karar alternatifine ilişkin özellikleri ifade eder. Dolayısıyla, karar matrisini oluşturan tüm karar alternatiflerinin kriterlerin her biri açısından değerlerini yansıtır. Karar alternatifleri, aynı kriterler kullanılarak karşılaştırılır (Baker, 2001).

ÇKKV sürecinde ilk adım genellikle hedef veya hedeflerin tanımlanmasıdır. Ardından, bu hedefleri değerlendirmek için uygun kriterler seçilir. Daha sonra karar alternatifleri tanımlanır, kriter ölçekleri genellikle aynı ölçekte ifade edilebilecek şekilde dönüştürülür ve kriterlere ağırlıklar atanır. Son aşamada, karar alternatiflerini sıralamak ve en iyi karar alternatifini seçmek amacıyla bir değerlendirme veya sıralama algoritması seçilir ve uygulanır (Ananda ve Herath, 2009: 2536).

Verilen adımlar aşağıda daha ayrıntılı olarak açıklanmıştır (Uzun vd., 2021).

1. Problemin Tanımlanması: Bu aşama, ÇKKV sürecinin en önemli aşamalarından biridir. Problemin doğru bir şekilde belirlenmesi ve anlaşılması, çözüme ulaşmadan önce hayati önem taşımaktadır. Problemin yanlış şekilde belirlenmesi tüm karar sürecini olumsuz şekilde etkileyecektir.
2. Hedefin Belirlenmesi: Problemin tanımlanmasının ardından, hedefin belirlenmesi gerekmektedir. ÇKKV süreci için net bir hedefin olmaması durumu, nihai sonucu olumsuz etkileyecektir.
3. Kriterlerin Belirlenmesi: Bu aşamada, doğru kriterin belirlenmesi son derece önemlidir. Seçilen kriterler, hedeflerin başarısını önemli ölçüde etkiler. Kriterler belirlenirken seçenekler dikkate alınmalıdır.
4. Karar Alternatiflerinin Belirlenmesi: Karar alternatiflerinin belirlenmesi, kriterlerin anlamlı olmasını sağlamak için önemli bir adımdır ve doğru bir analize ihtiyaç duyar.

5. Karar Alternatiflerinin Analizi: Hedeflere yönelik olarak karar alternatifleri belirlendikten sonra, karar alternatiflerinin kriterlere göre performans değerlendirilmesi çok önemlidir. Karar alternatiflerinin performans değerlerinin kriterlerle ilişkilendirildiği bir karar matrisinin genel gösterimi Şekil 8’de verilmiştir (Triantaphyllou, 2000: 3).

<i>Kriterler</i>					
	C_1	C_2	C_3	...	C_n
Alternatifler	w_1	w_2	w_3	...	w_n
A_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2n}
⋮
A_m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	...	a_{mn}

Şekil 8. Karar Matrisi

(Kaynak: Erdoğan, 2023)

6. Hesaplamalar: Bu aşamada, her karar alternatifi için kriterlere ilişkin değerler hesaplandıktan sonra bir değerlendirme puanı (skoru) oluşturulur. En yüksek puana sahip karar alternatifi tercih edilir.
7. Sonuçların Raporlanması: Bu aşama önceki aşamaların tamamlanmasını takiben sonuçların raporlanmasını kapsar.

Aşağıda, ÇKKV yöntemlerinin ortak özellikleri sıralanmıştır (Baizyldeyeva, 2013: 1726):

- Çoğu zaman birden fazla kriter bulunur (amaç veya nitelik olarak da adlandırılır).
- Bu kriterlerin ölçü birimleri değişebilir.
- Genellikle, ÇKKV problemlerinin çözümü, en iyi karar alternatifini tasarlamak ya da önceden belirlenmiş sonlu karar alternatifleri arasından en iyisini seçmek şeklinde gerçekleştirilir.

ÇKKV yöntemlerinin birçok faydası mevcuttur. Bu faydalar ise şu şekildedir: belirginlik sağlar, farklı senaryolara kolayca uyarlanabilir, mantıklıdır, çeşitli alanlarda kullanılabilir, karar verme sürecine katkıda bulunur ve veri entegrasyonu, karar vericinin işini kolaylaştırır (Uzun vd., 2021: 13).

4.2. DEMATEL Yöntemi

DEMATEL, özellikle karmaşık bir yapısal modeldeki faktörlerin nedensellik ilişkilerini kurarak ve analiz ederek sistemin etkisini değerlendirmeye yardımcı olan bir yöntemdir (Wu ve Lee, 2007).

DEMATEL yönteminde dolaylı ilişkiler, uzlaşmacı bir neden-sonuç modeli kullanır. Bu, karmaşık sistemlerin neden-sonuç ilişkilerini daha iyi kavrayabilir ve analiz edebilir (Aksakal ve Dağdeviren, 2010).

Bu yaklaşım, uzmanların bilgisi kullanılarak yapısal bir modelin geliştirilmesi ve analiz edilmesi için kullanılır (Liou, Yen ve Tzeng, 2008).

DEMATEL yöntemi, kriterlerin ağırlıklarını belirlemek ve önem sırasına göre sıralamak için kullanılabilir. Ek olarak, DEMATEL yöntemi, tüm kriterlerin birbiriyle ilişkili olduğunu kabul eder ve bu da kriterler arasındaki etkileşim derecesini ölçme yeteneğine sahiptir. Diğer kriterlerin sisteme daha fazla etkisi olduğu durumlar "veren" olarak adlandırılır ve sistemin diğer kriterlerden daha fazla etkilendiği durumlar "alan" olarak adlandırılır (Seyed-Hosseini, Safaei ve Asgharpour, 2006).

DEMATEL, kriter ağırlıklarını belirlemede başarılı olsa da, alternatiflerin derecelendirilmesi için ÇKKV yöntemleriyle birlikte kullanılması çok daha uygundur. ,

Kriter ağırlıklarını hesaplamak için DEMATEL yönteminde aşağıdaki adımları takip eder:

Adım 1: Direk İlişki Matrisinin Oluşturulması

Uzmanlar Tablo 7'deki ikili karşılaştırma ölçeği kullanılarak kriterler arasındaki ilişkiyi değerlendirir. 0-3 veya 0-4 aralığında puanlar verilebilir. Bir kriterin diğerini ne kadar etkilediğini gösteren sayısal veriler vardır (Karaoğlan. 2016).

Tablo 6. İkili Karşılaştırma Ölçeği

Sayısal Değer	Tanım
0	Etkisiz
1	Düşük Etki
2	Orta Etki
3	Yüksek Etki
4	Çok Yüksek Etki

Birden fazla uzman kriterleri değerlendiriliyorsa, puanların aritmetik ortalaması alınır. Daha sonra bu değerler matrise yerleştirilir ve böylece köşegenleri sıfır olan asimetrik bir matris oluşur. Bu matrise direkt ilişki matrisi (X) denir (Karaoğlan, 2016).

$$X = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & X_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 2: Toplam ilişki matrisinin oluşturulması

Denklem 2'de gösterildiği gibi, direkt ilişki matrisini elde ettikten sonra her bir satır ve sütun için en yüksek değer bulunur (Karaoğlan, 2016).

$$S = \max(\max \sum_{i=1}^n X_{ij}, \sum_{i=1}^n X_{ij}) \quad (2)$$

Adım 3: C matrisi, birim matristen çıkarılır, tersi alınır ve ardından tekrar C matrisi ile çarpılır. Denklem 3'de görüldüğü gibi (Karaoğlan, 2016)

$$F = C + C^2 + C^3 + \cdots + C^H = C(1 - C)^{-1} \quad (3)$$

Böylelikle toplam ilişki matrisi (F) bulunur.

Adım 4: Bu adımda, etkileyen ve etkilenen faktör gruplarını belirlemek ve net etki derecelerini hesaplamak için toplam ilişki matrisi (F) bulunur. Daha sonra, satır ve sütun toplamları gösterilir (Çınar, 2013 Aktaran; Karaoğlan, 2016).

Her bir kriter için bu değerlerin hesaplanması gerçekleştirilir. Her bir satır toplamı (Di) ve her sütun toplamı (Ri), bir kriterin diğer kriterlerin toplamını doğrudan veya dolaylı olarak etkilediğini göstermektedir.

Her kriter için Di+Ri gönderilen ve alınan toplam etki değerini ve Di-Ri kriterinin sistem üzerindeki toplam etkisini gösterir.

D_i+R_i kriterin sistem içinde ne kadar önemli olduğunu gösterir.

D_i-R_i değeri pozitif olduğunda etkileyen, negatif olduğunda etkilenen anlamına gelir.

Adım 5: Kriter ağırlıklarını elde etmek için kökteki D_i+R_i ve D_i-R_i karesinin toplamı alınır (Karaoğlan, 2016).

$$W_i\sqrt{(D_i + R_i)^2 + (D_i - R_i)^2} \quad (4)$$

Ardından ağırlıkların toplamı alınır ve her bir ağırlık, ağırlıkların toplamına bölünür.

$$W_i \frac{W_{ia}}{\sum_{i=1}^n W_{ia}} \quad (5)$$

Böylece kriter ağırlıkları belirlenebilir. Ardından kriter ağırlıklarına göre faktörlerin sıralaması yapılır.

Adım 6: Bu aşamada matrisin eşliğini belirledikten sonra etki yönünün dağılım diyagramını çizilir. Eşğin üzerindeki kriterler etkili olarak belirlenir ve etkinin yönü şekildeki oklarla gösterilmektedir. Grafik ayrıca herhangi bir kılavuzun kendisini nasıl etkilediğini gösterir. Oklar, etkileyiciden etkileyiciye doğru gitmektedir. Eşik değerleri uzmanlar tarafından bulunabilir; ancak bunun mümkün olmaması durumunda, toplam ilişki matrisinin (F) ortalaması elde edilebilir (Karaoğlan, 2016).

4.3. SWARA Yöntemi

SWARA yöntemi, Keršulienė, Zavadskas ve Turskis tarafından 2010 yılında geliştirilen ve literatürde uzman odaklı olarak bilinen bir yöntemdir. ÇKKV problemlerinde kriter ağırlıklarının belirlenmesi için son zamanlarda sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Keršulienė vd., 2010). SWARA, uzmanların değerlendirme kriterlerinin önem oranı ile ilgili görüşlerini karar verme sürecine dahil etmelerine izin verir, bu yöntemin temelini oluşturan uzmanların belirledikleri önem oranlarıdır (Aghdaie vd., 2013a).

Bu yöntemde ilk önce kriterler, karar vericinin bilgi ve deneyimi çerçevesinde önemlerine göre azalan bir düzende sıralanır. İkinci kriterden başlayarak, karar verici önceki kriterlere yani (j-1). Kriterine göre j. Her kriter için oransal önemini belirler. Değerlendirmeler (0,1] aralığında yapılır. Buradaki değerlendirmeleri ilgili kriterin bir önceki kriterin % kaç kadar önemli olduğu şeklinde yorumlamak yanlış olmaz (Zolfani, vd. 2013:158-159).

Birden fazla karar verici katıldığı durumlarda, kriterleri önem sırasına göre sıralar. Bu, karar verici sayısı kadar kriter sıralamasını oluşturur.

Grup kararlarında ise basit sıralama, karar vericilerin belirledikleri kriter sıralamalarının geometrik ortalaması alınarak bulunur (Zolfani, vd. 2013:158-159).

Tablo 7. SWARA Yöntemi

Analiz Öncesi	SWARA Yöntemi	Sonuç Aşaması
Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi	Kriterlerin başlangıç öncelikleri K _j katsayısı Başlangıç ağırlığı Görelî ağırlık	Kriter önem ağırlıklarının belirlenmesi

SWARA yöntemi aşağıdaki adımları içerir;

Adım 1. Kriterlerin önemliliklerine göre sıralanması: Kriterler beklenen önemleri göz önünde bulundurularak azalan (önemliden önemsiz doğru) bir şekilde sıralanır (Ruzgys vd., 2014:107).

Adım 2. Kriterlerin başlangıç önceliklerinin belirlenmesi: Karar verici, ikinci kriterden başlayarak her bir kriterin kendinden önceki veya daha önemli olduğu düşünülen kriterlere göre (0,1] aralığında değerlendirilir.

Değerlendirilmenin “1” olması kriterlerin eşit önemde olduğu anlamına gelir. Sonuç olarak s_j değeri elde edilmiş olur (Ruzgys vd., 2014:107).

Adım 3. k_j katsayısının hesaplanması: Üçüncü adımda k_j değeri aşağıdaki Denklem 1’de görüleceği üzere hesaplanmaktadır.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j=1 \\ s_j + 1 & j>1 \end{cases}$$

(1)

Adım 4. Başlangıç ağırlıklarının tespiti: Aşağıdaki Denklem 2’de q_j önem ağırlığı elde edilir.

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

Adım 5. Göreli ağırlıkların hesaplanması: Son adımda ise kriterlerin önem ya da göreceli ağırlıkları Denklem 3’deki formül kullanılarak bulunur. Burada n , kriter sayısını gösterir.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (3)$$

4.4. MAUT Yöntemi

MAUT (Multi Attribute Utility Theory) yöntemi karar vermede birden çok ve birbiriyle çatışan kriterlere sahip olan problemlere yönelik maksimum fayda sağlayarak ortak bir sonuca ulaşmak için kullanılan çok kullanışlı bir yöntemdir.

Keeney ve Raiffa (1976) tarafından önerildi, daha sonrasında geliştirildi ve literatüre kazandırıldı. Literatürde MAUT, risk tercihlerinin ve belirsizliğin ÇKKV yöntemlerine nasıl dahil edileceğine dair daha titiz bir yaklaşım olarak kabul edilir (Kul, 2012: 34).

MAUT birbirleriyle çatışan bu kriterler arasında denge ve uzlaşma sağlamak için mantıklı ve kabul edilir bir çözüm sunar. Yöntemin temel mantığı her alternatife ilişkin fayda fonksiyonları ile kriter ağırlıklarından oluşan tek bir fayda fonksiyonunu elde etmektir. Burada bahsedilen fayda fonksiyonu aslında von Neumann ve Morgenstern’in (1947) önerdiği fayda teorisine dayanır ve MAUT, Çok Nitelikli Değer Teorisinin bir uzantısıdır (Olson, 1995).

MAUT yönteminde nitel kriterler, nicel değerlere dönüştürülerek işleme dahil edilir, kriterler birbirinden bağımsız olarak telafi edici yöntem olarak ele alınır.

Bu yöntemin avantajı sonucu daha doğru ve gerçekçi hale getirmesi için karar vericilere hareket özgürlüğü sağlaması ayrıca belirsizliği dikkate alıp kapsamlı olması ve yöntemin her adımında her sonucun tercihlerini hesaba katabilir ve dahil edebilir olması.

Tablo 8. MAUT Yöntemi

Veri Toplama	MAUT Yöntemi	Karar Aşaması
Karar matrisi	Standartlaştırılmış karar matrisi	Alternatiflerin sıralanması ve en iyi olana karar verilmesi
Kriter ağırlıkları	Marjinal fayda puanı	
	Nihai fayda puanı	

MAUT yöntemi şu adımlardan oluşur:

Adım 1. Kriterlerin ve Alternatiflerin Belirlenmesi: İlk olarak kriterler (a_n) ve karar verme sürecine yardımcı olacak kriterler veya alternatifler (x_m) belirlenmelidir.

Adım 2. Ağırlık Derecelerinin Belirlenmesi: Ağırlık değerleri (w_i), alternatiflerin doğru olarak değerlendirilmesini sağlar. w_i değerinin toplamının 1'e eşit olması gerekmektedir.

$$\sum_{i=1}^m w_j = 1$$

(1)

Adım 3. Karar Matrisinin Belirlenmesi: Kriterlerin değer ölçüleri belirlenir. Bu seçimler, nitel kriterler için ikili karşılaştırmalar göz önünde bulundururken, nicel kriterler için nicel değerleri göz önünde bulundurarak yapılır.

Adım 4. Normalize Edilmiş Fayda Değerlerinin Hesaplanması: Karar matrisine atanan, değerler yerleştirildikten sonra normalize etme işlemine geçilir.

Öncelikle, normalizasyon işleminde her nitelik için en iyi ve en kötü değerler belirlenir. En iyi değer 1, en kötü değer 0'dır ve diğer değerlerin hesaplanması için aşağıda verilen Denklem 2'deki formül kullanılır.

$$u_i(x_i) = \frac{x - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (2)$$

Adım 5. Toplam Fayda Değerinin Hesaplanması: Fayda değerlerinin belirlenmesi, normalizasyon işleminin hemen ardından gerçekleştirilir. Yarar fonksiyonu Denklem 3'deki formül kullanılarak çözülür.

$$U(x) = \sum_i^m u_i(x_i) * w_j \quad (3)$$

Adım 6. Alternatiflerin Sıralanması: Kriterlerin ağırlığı toplanır ve en iyi alternatif sıralaması seçilir (Tunca, vd., 2016: 4-5).

5. YÖNTEM

Bu çalışmada, ecza depolarından eczanelere ilaç teslimatında kullanılacak drone seçiminde ÇKKV yöntemlerinden üç yöntem entegre şekilde uygulanmıştır. Bu yöntemlerden ilk olarak DEMATEL ve SWARA yöntemi kullanılmış drone seçiminde kullanılan kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu yöntemlerin tercih edilmesinin sebebi kriterlerin neden-sonuç ilişkilerini, ikili karşılaştırmaya dayanarak AHP yöntemine göre oldukça az sayıda karşılaştırma ile sonuca ulaşıyor olmasıdır. DEMATEL ve SWARA yöntemiyle hesaplanan ağırlıkların sıralanmasında ise MAUT yöntemine başvurulmuştur. MAUT yöntemi çok sistematik bir yöntem olup bir karar verme probleminde kriterler arasında denge ve uzlaşma sağlamak için etkili ve kabul edilebilir bir çözüm sağlar. Kullanılan üç yöntemin sonuçları doğrultusunda drone seçim problemi yapılmıştır.

Bu bölümde ilgili hiyerarşi tanıtılmış ve ardından uygulama yapılan yöntemlerin sonuçları verilmiştir.

5.1. DEMATEL ve SWARA ile Kriter Ağırlıklandırma

ÇKKV yöntemlerinden DEMATEL yönteminin en önemli özelliği, kriterler arasındaki ilişkileri belirleme yeteneğidir. DEMATEL, sadece kriterlerin sebep-sonuç ilişkilerini görsel bir yapısal modele dönüştürmekle kalmaz, aynı zamanda bu kriterler kümesi içindeki içsel bağımlılıkları ele almanın bir yöntemi olarak da kullanılabilir. DEMATEL yöntemiyle kriter ağırlıklarının hesaplanması için ilk olarak değerlendirmeye kriterlerin belirlenmesiyle başlanır. Daha sonra karar vericilerin yaptıkları değerlendirmeye dayanarak ikili karşılaştırmalar yapılır ve bu bilgiler kullanılarak doğrudan ilişki matrisi, standart ilişki matrisi, toplam ilişki matrisi ve D+R ve D-R hesaplanır. Son adımda, eşik değerleri belirlenerek önem ağırlıkları hesaplanır.

SWARA yöntemi kriterler arasındaki üstünlüklerin oransal olarak belirlenmesine dayanan bir kriter ağırlığı belirleme yöntemidir.

Bu yöntem, karar verme sürecinde kullanılan kriterlerin birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu değerlendirir ve her bir kriterin diğerlerine göre ne kadar önemli olduğunu oranlarla ölçer. Yöntem ağırlıkları şöyle belirlenmektedir. Kriterler karar vericinin bilgi ve tecrübesi çerçevesinde önemlerine göre azalan bir düzende sıralanır.

İkinci kriterden başlayarak, karar verici önceki kriterine göre oransal önemini belirler ve bunu her kriter için yapar. Değerlendirmeler (0,1] aralığında yapılır.

Kriterlerin başlangıç öncelikleri, K_j katsayısı, başlangıç ağırlığı ve göreceli ağırlığın bulunmasının ardından kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanır.

5.2. The Grade Average Method

Not ortalaması yöntemi, kullanımı kolay ve yaygın bir toplama tekniğidir. Kullanılan farklı yöntemlere göre alternatiflerin aritmetik ortalamasına dayalı bir çözüm sunar. DEMATEL ve SWARA yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıklarının aritmetik ortalamasını almak için kullanılmıştır.

5.3. MAUT ile Kriter Sıralama

Keeney ve Raiffa, MAUT yöntemini ilgili alana kazandırmıştır. Bu yaklaşım, von Neuman ve Morgenster tarafından geliştirilen fayda teorisine dayanmaktadır. Aslında Çok Nitelikli Değer Teorisinin bir uzantısı olarak hizmet eder. MAUT, doğru ve güvenilir sonuçların elde edilmesini sağlayan ÇKKV yöntemidir. Bu yöntem, olası en iyi faydayı hesaplayarak sorunu çözmek için en iyi hareket tarzını belirleme yeteneğine sahiptir.

6. UYGULAMA

Bu çalışma, ecza depolarından eczanelere ilaç tedarikinde kullanılacak olan drone seçimi uygulamasını incelemektedir. Detaylı alan incelemeleri ve uzman görüşmeleri sonucunda tercih edilecek olan drone seçimine yönelik yedi kriter belirlenmiştir. Bu kriterler sırasıyla (C1) Hız, (C2) Ağırlık, (C3) Uçuş Süresi, (C4) Fiyat, (C5) Engel Sensörü, (C6) Otomatik Rota ve (C7) Boyut olarak belirlenmiştir. Bu bölümde değerlendirme yapabilmek için alanında uzman ve 10 yıldan fazla bir süredir ecza deposunda çalışan iki uzman görüşü, en az 15 yıl tecrübeye sahip üç eczacı ile görüşülmüştür.

6.1. Kriter Seçimi

Alanında uzman beş karar vericinin görüşleri alınmış, ecza depolarından eczanelere ilaç teslimat sürecinde dikkat edilmesi gereken hususlar tartışılmıştır. İlaç teslimatında daha hızlı ve sorunsuz cevap alabilmek için kullanılacak olan drone' larda olması gereken kriterler her bir uzmana ayrı ayrı sorulmuş ve teslimat sürecinde yapılacak iyileştirmeler konusunda fikirleri alınmıştır. Beş uzman ile ayrı ayrı görüşülmüş ve uzman görüşleri doğrultusunda bazı kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler sırasıyla (C1) Hız, (C2) Ağırlık, (C3) Uçuş Süresi, (C4) Fiyat, (C5) Engel Sensörü, (C6) Otomatik Rota, (C7) Boyut şeklindedir.

Tablo 9. Kriter Tanımları

KRİTER	TANIM
HIZ (C1)	Depo ile eczane arasında geçen süreyi etkilemektedir. İlaç ihtiyacı acil olabilmemesinden dolayı, hız önemli bir faktördür. Araç ne kadar hızlı olursa o kadar kabul görmektedir.
AĞIRLIK (C2)	Drone'nun taşıyabileceği max ağırlık kapasitesi.
UÇUŞ SÜRESİ (C3)	Drone'nun ecza deposu ile eczane arasında ilaç ulaştırmak için geçirdiği süre.
FİYAT (C4)	Drone'nu satın alacak kişinin karşılığında ödemek zorunda olduğu meblağ.

ENGEL SENSÖRÜ (C5)	Drone'ların uçuşu esnasında karşılaştıkları engeller karşısında devreye giren sensörü ifade etmektedir. Araç engele ne kadar duyarlı olursa o kadar sağlıklı bir uçuş gerçekleştirir.
OTOMATİK ROTA (C6)	Drone'ların programlanan koordinatları takip ederek otomatik bir şekilde belirli doğrultularda ilerlermesidir.
BOYUT (C7)	İlaç taşımında kullanılacak drone'ların boyutu taşınacak ilaçla doğru orantılı olduğu için önemli bir kriterdir.

Alanında uzman beş karar verici şu şekildedir;

Karar Verici 1: Üniversitelerin eczane hizmetleri bölümünden mezun, yerli bir ecza deposunda operasyon müdürü olarak görev yapmaktadır. 12 yıllık ecza deposu tecrübesine sahiptir.

Karar Verici 2: Yerli bir ecza deposunda lojistik müdürü olarak görev yapmaktadır. Lojistik sektöründe 10 yıldır ve çalıştığı ecza deposunda dört yıllık iş tecrübesine sahiptir.

Karar Verici 3: Eczacılık fakültesinden mezun, doktorasını bitirmiş ve bu sektörde 23 yıllık tecrübeye sahiptir.

Karar Verici 4: Eczacılık fakültesinden mezun ve bu sektörde 17 yıllık tecrübeye sahiptir.

Karar Verici 5: Eczacı hizmetleri yüksekokulundan mezun, eczanede kalfa olarak çalışmaktadır. Bu sektörde 15 yıllık tecrübeye sahiptir.

6.2. DEMATEL Bulguları

Beş uzman görüşünün ikili karşılaştırmalar ölçeği ile yapmış olduğu değerlendirmelerinin The Grade Average Method' u alınarak kriterlerin birbirini hangi ölçüde etkiledikleri tespit edilmiştir.

İkili karşılaştırmalar 0-4 aralığında yapılmış olup, değer tanımları Tablo 10'da belirtilmiştir:

Tablo 10. İkili Karşılaştırma Değer Tanımları

Değer	Tanım
0	Etkisiz
1	Düşük Etki
2	Orta Dereceli Etki
3	Yüksek Etki
4	Çok Yüksek Etki

Karar Matrisinde “C” ile ifade edilen kriterler sırasıyla (C1) Hız, (C2) Ağırlık, (C3) Uçuş Süresi, (C4) Fiyat, (C5) Engel Sensörü, (C6) Otomatik Rota ve (C7) Boyut şeklindedir.

Tablo 11. Karar Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Satır Toplamı
C1	0	2	3	3	1	1	4	14
C2	3	0	2	4	1	1	1	12
C3	3	4	0	3	2	2	4	18
C4	1	2	2	0	1	1	3	10
C5	2	4	3	4	0	2	3	18
C6	2	4	3	4	2	0	3	18
C7	1	2	1	2	1	1	0	8
Sütun Toplamı	12	18	14	20	8	8	18	

Karar matrisindeki sayılar, matrisin satır ve sütun toplamlarındaki en büyük değer olan 20 sayısına bölünerek Tablo 12’deki normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisi oluşturulmuştur

Tablo 12. Normalize Edilmiş Doğrudan İlişki Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	0,000	0,100	0,150	0,150	0,050	0,050	0,200
C2	0,150	0,000	0,100	0,200	0,050	0,050	0,050
C3	0,150	0,200	0,000	0,150	0,100	0,100	0,200
C4	0,050	0,100	0,100	0,000	0,050	0,050	0,150
C5	0,100	0,200	0,150	0,200	0,000	0,100	0,150
C6	0,100	0,200	0,150	0,200	0,100	0,000	0,150
C7	0,050	0,100	0,050	0,100	0,050	0,050	0,000

Öncelikle birim matrsten normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisindeki değerler çıkarılarak Tablo 13'deki toplam ilişki matrisi elde edilmiştir. Elde edilen değerlerin tersi alınarak Tablo 14'deki ters matris oluşturulmuştur. Daha sonra normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisindeki değerler ile ters matris çarpılmış böylece Tablo 15'deki toplam etki matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 13. Toplam İlişki Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1,000	-0,100	-0,150	-0,150	-0,050	-0,050	-0,200
C2	-0,150	1,000	-0,100	-0,200	-0,050	-0,050	-0,050
C3	-0,150	-0,200	1,000	-0,150	-0,100	-0,100	-0,200
C4	-0,050	-0,100	-0,100	1,000	-0,050	-0,050	-0,150
C5	-0,100	-0,200	-0,150	-0,200	1,000	-0,100	-0,150
C6	-0,100	-0,200	-0,150	-0,200	-0,100	1,000	-0,150
C7	-0,050	-0,100	-0,050	-0,100	-0,050	-0,050	1,000

Tablo 14. Ters Matris

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1,171	0,329	0,319	0,397	0,164	0,164	0,423
C2	0,286	1,211	0,264	0,413	0,151	0,151	0,278
C3	0,354	0,476	1,244	0,479	0,238	0,238	0,487
C4	0,177	0,269	0,230	1,200	0,135	0,135	0,315
C5	0,318	0,484	0,380	0,525	1,151	0,242	0,452
C6	0,318	0,484,	0,380	0,525	0,242	1,151	0,452
C7	0,154	0,237	0,166	0,258	0,118	0,118	1,150

Tablo 15. Toplam Etki Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	0,171	0,329	0,319	0,397	0,164	0,164	0,423
C2	0,286	0,211	0,264	0,413	0,151	0,151	0,278
C3	0,354	0,476	0,244	0,479	0,238	0,238	0,487
C4	0,177	0,269	0,230	0,200	0,135	0,135	0,315
C5	0,318	0,484	0,380	0,525	0,151	0,242	0,452
C6	0,318	0,484	0,380	0,525	0,242	0,151	0,452
C7	0,154	0,237	0,166	0,258	0,118	0,118	0,150

Toplam etki matrisindeki satır (D) ve sütün (R) toplamları alınarak Tablo 16'daki D, R, Di+Rj ve Di-Rj değerleri hesaplanmıştır. Böylece etkileyen ve etkilenen özellikler belirlenmiştir. Yine toplam ilişki matrisinin aritmetik ortalaması alınarak 0,286 eşik değeri elde edilmiş ve toplam etki matrisinde eşik değer üzerindeki değerler Tablo 17'de vurgulanmıştır.

Tablo 16. D, R, D+R, D-R Değerleri

	D	R	D+R	D-R	Etki Grubu
C1	1,967	1,778	3,746	0,189	Etkileyen
C2	1,754	2,490	4,244	-0,735	Etkilenen
C3	2,516	1,983	4,499	0,533	Etkileyen
C4	1,461	2,797	4,258	-1,337	Etkilenen
C5	2,552	1,199	3,752	1,353	Etkileyen
C6	2,552	1,199	3,752	1,353	Etkileyen
C7	1,201	2,556	3,757	-1,355	Etkilenen

D-R kriterlerinde negatif değerli olanlar diğer kriterlere göre daha fazla etkilenir.

D-R'deki pozitif değerli kriterler (hız, uçuş süresi, engel sensörü ve otomatik rota), (fiyat ağırlık ve boyut) gibi diğer kriterleri daha fazla etkiler. Diğer kriterleri en fazla etkileyen kriterler 1,353 değeri ile "engel sensörü ve otomatik rota" olmuştur.

Ağırlık, fiyat, boyut ise diğer kriterler tarafınca etkilenen kriter durumunda olduğu görülmüştür. En fazla temel net etkilenen kriter -1,355 değeri ile boyut kriteridir.

Tablo 17. Eşik Değerinin Üzerindeki Değerler

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	0,171	0,329	0,319	0,397	0,164	0,164	0,423
C2	0,286	0,211	0,264	0,413	0,151	0,151	0,278
C3	0,354	0,476	0,244	0,479	0,238	0,238	0,487
C4	0,177	0,269	0,230	0,200	0,135	0,135	0,315
C5	0,318	0,484	0,380	0,525	0,151	0,242	0,452
C6	0,318	0,484	0,380	0,525	0,242	0,151	0,452
C7	0,154	0,237	0,166	0,258	0,118	0,118	0,150

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda kriterlerin önem ağırlıkları Tablo 18’de verilmiştir:

Tablo 18. DEMATEL Yöntemi Kriter Ağırlıkları

KRİTERLER	Wi
C1	0,116
C2	0,154
C3	0,170
C4	0,165
C5	0,132
C6	0,132
C7	0,132

6.3. SWARA Bulguları

Beş uzman kişinin değerlendirmeleri sonucunda kriterlerin beklenen önemleri göz önünde bulundurularak azalan (önemliden önemsiz) bir şekilde sıralama yapılmıştır. Daha sonra kriterlerin başlangıç öncelikleri (0,1] aralığında her uzman tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Karar vericilerin elde ettiği nihai sonuçlar tablolarında ‘‘C’’ ile ifade edilen kriterler sırasıyla (C1) Hız, (C2) Ağırlık, (C3) Uçuş Süresi, (C4) Fiyat, (C5) Engel Sensörü, (C6) Otomatik Rota ve (C7) Boyut şeklindedir.

Tablo 19. Karar Verici 1'in Elde Ettiği Nihai Sonuçlar

KARAR VERİCİ 1					
Kriterler	Önem Sırası	Sj	Kj	Qj	Wj
(C1)	1		1,000	1,000	0,298
(C4)	2	0,500	1,500	0,667	0,199
(C6)	3	0,200	1,200	0,556	0,166
(C3)	4	0,400	1,400	0,397	0,118
(C5)	5	0,400	1,400	0,283	0,085
(C2)	6	0,200	1,200	0,236	0,070
(C7)	7	0,100	1,100	0,215	0,064

Tablo 20. Karar Verici 2'nin Elde Ettiği Nihai Sonuçlar

KARAR VERİCİ 2					
Kriterler	Önem Sırası	Sj	Kj	Qj	Wj
(C4)	1		1,000	1,000	0,253
(C1)	2	0,400	1,400	0,714	0,180
(C3)	3	0,200	1,200	0,595	0,150
(C7)	4	0,300	1,300	0,458	0,116
(C5)	5	0,050	1,050	0,436	0,110
(C6)	6	0,100	1,100	0,396	0,100
(C2)	7	0,100	1,100	0,360	0,091

Tablo 21. Karar Verici 3'ün Elde Ettiği Nihai Sonuçlar

KARAR VERİCİ 3					
Kriterler	Önem Sırası	Sj	Kj	Qj	Wj
(C4)	1		1,000	1,000	0,284
(C1)	2	0,500	1,500	0,667	0,189
(C7)	3	0,250	1,250	0,533	0,151
(C2)	4	0,250	1,250	0,427	0,121
(C3)	5	0,150	1,150	0,371	0,105
(C6)	6	0,300	1,300	0,285	0,081
(C5)	7	0,200	1,200	0,238	0,068

Tablo 22. Karar Verici 4'ün Elde Ettiği Nihai Sonuçlar

KARAR VERİCİ 4					
Kriterler	Önem Sırası	Sj	Kj	Qj	Wj
(C1)	1		1,000	1,000	0,217
(C3)	2	0,100	1,100	0,909	0,198
(C6)	3	0,300	1,300	0,699	0,152
(C4)	4	0,150	1,150	0,608	0,132
(C2)	5	0,200	1,200	0,507	0,110
(C7)	6	0,100	1,100	0,461	0,100
(C5)	7	0,100	1,100	0,419	0,091

Tablo 23. Karar Verici 5'in Elde Ettiği Nihail Sonuçlar

KARAR VERİCİ 5					
Kriterler	Önem Sırası	Sj	Kj	Qj	Wj
(C1)	1		1,000	1,000	0,245
(C7)	2	0,300	1,300	0,769	0,188
(C4)	3	0,100	1,100	0,699	0,171
(C3)	4	0,200	1,200	0,583	0,143
(C5)	5	0,400	1,400	0,416	0,102
(C6)	6	0,200	1,200	0,347	0,085
(C2)	7	0,300	1,300	0,267	0,065

Tablo 24. Kriter Önem Ağırlıkları

Kriterler	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	AĞIRLIKLAR
(C1)	0,298	0,180	0,189	0,217	0,245	0,222
(C2)	0,070	0,091	0,121	0,110	0,065	0,089
(C3)	0,118	0,150	0,105	0,198	0,143	0,139
(C4)	0,199	0,253	0,284	0,132	0,171	0,200
(C5)	0,085	0,110	0,068	0,091	0,102	0,090
(C6)	0,166	0,100	0,081	0,152	0,085	0,112
(C7)	0,064	0,116	0,151	0,100	0,188	0,116

Elde edilen bulgular sonucunda en önemli kriter 0,222 önem ağırlığına sahip ‘‘Hız’’ kriteri olmuştur. Sırasıyla 0,200 önem ağırlığına sahip ‘‘Fiyat’’ ve 0,139 önem ağırlığına sahip ‘‘Uçuş Süresi’’ olmuştur.

6.4. The Grade Average Method

Not ortalaması yöntemi, kullanımı kolay ve yaygın bir toplama tekniğidir. Kullanılan farklı yöntemlere göre alternatiflerin aritmetik ortalamasına dayalı bir çözüm sunar. DEMATEL ve SWARA yöntemleriyle elde edilen kriterlerin ağırlıkları, The Grade Average Method yöntemi kullanılarak nihai ağırlıkları belirlenmiştir. Buna göre aşağıda verilen Tablo 25’ de ‘‘C’’ ile ifade edilen kriterler sırasıyla (C1) Hız, (C2) Ağırlık, (C3) Uçuş Süresi, (C4) Fiyat, (C5) Engel Sensörü, (C6) Otomatik Rota ve (C7) Boyut şeklindedir.

Tablo 25. The Grade Average

KRİTER	THE GRADE AVERAGE
(C1)	0,169
(C2)	0,122
(C3)	0,155
(C4)	0,183
(C5)	0,111
(C6)	0,122
(C7)	0,124

6.5. MAUT Bulguları

The Grade Average Method sonuçlarının elde edilmesi ile MAUT yöntemi için analizler yapılmıştır. Bu yöntem, en uygun drone’ nun belirlenmesini sağlamaktadır. Araştırmada, ilaç dağıtımında kullanılacak olan drone’ ların isimlerinin belirtilmesi etik ilkeler gereği uygun olmayacağından dolayı verilmemektedir.

MAUT yönteminde ilk olarak belirlenmiş olan yedi farklı drone için elde edilen tüm bilgiler matriste yerleştirilmiş ve Tablo 26’ da verilen karar matrisi elde edilmiştir.

Matriste ‘‘C’’ değerleri kriterleri, ‘‘A’’ değerleri ise sırası ile daha önce belirlenmiş olan yedi drone’ nu temsil etmektedir.

Tablo 26. MAUT Yöntemi Karar Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	160	2130	19	43670	70	7	750
A2	180	1388	23	38640	60	5	500
A3	140	1750	17	36430	50	4	625
A4	150	3060	20	35970	40	9	875
A5	170	4200	45	62500	50	9	950
A6	110	2750	30	41500	45	10	900
A7	130	1800	25	38000	50	6	775

Her kriter için en iyi ve en kötü değerler belirlenmiştir. Tablo 27’ de en iyi ve en kötü değerler verilmiştir.

Tablo 27. En İyi ve En Kötü Değerler

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
En İyi Değerler	180	4200	45	62500	70	10	950
En Kötü Değerler	110	1388	17	35970	40	4	500

Matriste en iyi değere sahip olanlara “1” değeri, en kötü değere sahip olan rakamlara ise “0” değeri verilmektedir. Diğer değerler ise elde edilen normalize edilmiş karar matrisinde Tablo 28’de gösterilmektedir.

Tablo 28. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	0,714	0,494	0,071	0,710	1,000	0,500	0,444
A2	1,000	0,312	0,214	0,899	0,667	0,167	1,000
A3	0,429	0,401	0,000	0,983	0,333	0,000	0,722
A4	0,571	0,721	0,107	1,000	0,000	0,833	0,167
A5	0,857	1,000	1,000	0,000	0,333	0,833	0,000
A6	0,000	0,645	0,464	0,792	0,167	1,000	0,111
A7	0,286	0,413	0,286	0,923	0,333	0,333	0,389

Normalize edilmiş karar matrisinin yapılmasının ardından The Grade Average sonuçlarında elde edilen kriterler ile tüm basamaklar tek tek çarpılarak normalize edilmiş toplam fayda değeri matrisi elde edilmektedir. Bu matris, karar verme matrisinin belirlenmesi için gerekli olan matristir. Bu sonuçlar Tablo 29’da gösterilmektedir.

Tablo 29. Toplam Fayda Değeri Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	0,389	0,162	0,003	0,383	1,005	0,166	0,128
A2	1,005	0,060	0,027	0,728	0,327	0,016	1,005
A3	0,118	0,102	0,000	0,951	0,069	0,000	0,400
A4	0,226	0,399	0,007	1,005	0,000	0,586	0,016
A5	0,634	1,005	1,005	0,000	0,069	0,586	0,000
A6	0,000	0,302	0,141	0,509	0,016	1,005	0,007
A7	0,050	0,109	0,050	0,787	0,069	0,069	0,095

Normalize edilmiş toplam fayda değeri matrisinin elde edilmesiyle birlikte son aşama olan ve en ideal seçim karar matrisi oluşturulmaktadır. Bu matriste tüm “C” değerleri toplanarak ilaç dağıtımında kullanılacak olan drone’ ların sıralaması elde edilmektedir.

Tablo 30. En İdeal Seçim Karar Matrisi

	C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7	Toplam	En İdeal Drone Sıralaması
A1	0,066+0,020+0+0,070+0,112+0,020+0,016	0,304	4.
A2	0,170+0,007+0,004+0,133+0,036+0,002+0,125	0,478	1.
A3	0,020+0,012+0+0,174+0,008+0+0,050	0,264	6.
A4	0,038+0,049+0,001+0,184+0+0,072+0,002	0,345	3.
A5	0,107+0,123+0,156+0+0,008+0,072+0	0,465	2.
A6	0+0,037+0,022+0,093+0,002+0,123+0,001	0,277	5.
A7	0,008+0,013+0,008+0,144+0,008+0,008+0,012	0,201	7.

MAUT yöntemi analizi sonuçlarına göre Tablo 30’da elde edilen veriler ışığında ilaç dağıtımında kullanılacak olan en ideal drone sıralamasında, A2 seçeneği en ideal drone olmuştur. Bununla birlikte, ilaç dağıtımında kullanılacak olan drone sıralaması ise A2>A5>A4>A1>A6>A3>A7 olarak belirlenmiştir.

7. SONUÇ

Drone'lar hızla gelişen teknoloji nedeniyle önümüzdeki yıllarda dünya çapında yaygın bir trend haline gelecek olan sağlık sektörünün vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Ulaşılması güç ve zorlu bölgelere tıbbi malzeme tedarikinde drone kullanımı hızlı ve güvenilir sonuçlar vermektedir. Özellikle ecza depolarından eczanelere ilaç taşınmasında beklenen ilaçların zamanında teslim edilmemesi, farklı konumlardaki eczanelere aynı gün içinde ilaç teslim edilmemesi bu sebeple taşıma maliyetlerinde artış olması gibi sorunlarla karşılaşmıştır. Bu nedenle; ilaç taşınmasını kolaylaştıracak, performansların artırılmasına yönelik drone teknolojisi, ecza depolarından eczanelere ilaç teslimatı açısından önemli bir hamle olmuştur. Bu çalışmada ilaç teslimatı için drone kullanımı tercih etmek isteyen ecza depoları ve eczaneler için drone seçiminde etkin rol oynayan kriterlerin seçimi detaylı bir alan araştırılmasının sonucunda ve uzman beş kişinin görüşüne dayanarak yedi kriter belirlenmiştir. Belirlenen kriterlere yönelik yedi farklı alternatif seçilmiş olup alternatifler bu kriterler altında değerlendirilmiştir. Uzmanlar, kriter ağırlıklandırma aşamasında ÇKKV yöntemlerinden DEMATEL ve SWARA yöntemlerini kullanarak kriterleri ikili karşılaştırma yaparak belirlediler. DEMATEL yöntemi kriterlerin birbirleriyle olan bağımlılıkların yönünü ve sayısal karşılığını ortaya koyarak karmaşık problemlerin daha kolay analiz edilmesini sağlamaktadır, belirsizlikleri azaltarak karar vericilere kriterler arasındaki ilişkileri belirleyebilme olanağı sağlar. SWARA yöntemi, kriterlerin oransal olarak birbirine olan üstünlüklerin dikkate alınması nedeniyle diğer yöntemlerden ayrılmıştır. Yöntemin temeli, uzmanların görüşlerini sürece dahil etmelerine izin verilmesi ve uzmanların belirledikleri önem oranlarıdır. Bu nedenle bu çalışmada, ecza depolarının ve eczanelerin ilaç taşınmasında drone seçimine etki eden kriterleri analiz etmenin en doğru yolu olan DEMATEL ve SWARA yönteminin

kullanılması uygun görülmüştür. Bu yöntemler kullanılarak elde edilen ağırlık değerlerinin ortalaması The Grade Average Method kullanılarak bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda MAUT yöntemi ile alternatiflerin değerlendirilmesi yapılmıştır. MAUT yönteminde temel prensip, her alternatife ilişkin fayda fonksiyonları ile kriter ağırlıklarından oluşan tek bir fayda fonksiyonu elde etmektir. The Grade Average Method sonuçlarına göre drone seçim probleminde 0,183 önem ağırlığına sahip “Fiyat” en önemli kriteri olduğu ve onu sırasıyla 0,169 önem ağırlığına sahip “Hız” ve 0,155 önem ağırlığına sahip “Uçuş Süresi” olduğu belirlenmiştir. İlaç taşınmasında yaşanan sorunların en büyük nedeni maliyetler olduğu için en önemli kriter “Fiyat” olmuştur. Bu da alternatiflerin seçimine yansımaktadır. DEMATEL, SWARA ve MAUT uygulamaları sonuçlarına göre tek bir alternatif karar vericilerin drone seçimi değerlendirmelerine göre sağlamaktadır. Bu alternatif 0,478 önem ağırlığı ile “Alternatif 2” olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma, karar vericilerin ecza depolarından eczanelere ilaç taşımak amacıyla drone’ ları seçmek için yapılan değerlendirmelere dayanan yeni bir ÇKKV modeli önermiştir. Bu konu daha önce literatürde incelenmemiş olsa da, çözüm yaklaşımı sunulan problem için DEMATEL, SWARA ve MAUT yöntemlerinin sonuçlarının karşılaştırılması literatüre katkıda bulunmuştur. Bu çalışmada önerilen kriterler, ileride yapılacak çalışmalarda farklı amaçlara hizmet ederek drone’ ların seçiminde önerilen ÇKKV modelini çözmek için kullanılabilir. Bu nedenle, önerilen kriterlerin etkinliği çeşitli sorunlarda denenerek değerlendirilebilir. Son olarak, modelin genişlemesi için farklı ÇKKV teknikleri kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Ackerman, E., & Strickland, E. (2018). Medical delivery drones take flight in east africa. *IEEE Spectrum*, 55(1), 34-35.
- Adalı, EA ve Işık, AT (2017). Fason imalatçı seçimi problemine yönelik CRITIC ve MAUT yöntemleri. *Avrupa Multidisipliner Çalışmalar Dergisi*, 2 (5), 88-96.
- Akdeniz, D. (2022). Sosyal medya bağımlılığının dematel yöntemiyle incelenmesi: ev kadınları örneği (Master's thesis, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- AKPINAR, M., & TOPAL, A. (2021). Hale Sınıfı İnsansız Hava Aracı Teknolojisi ve Konvansiyonel (Geleneksel) Savaşta Yeri. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 3(1), 17-22.
- Aksakal, E. ve Dağdeviren, M. (2010). ANP ve DEMATEL Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 25-4, 905- 913.
- Analysis (SWARA)", *Journal Of Business Economics And Management*, 11(2), 243-258.
- Ananda, J., & Herath, G. (2009). A critical review of multi-criteria decision making methods with special reference to forest management and planning. *Ecological economics*, 68(10), 2535-2548.
- Andrade, O. (2013). Flying aid drones tested in Haiti and Dominican republic. *The Guardian*.
- Arslan, S. (2019). Belediye hizmet kalitesinin dematel yöntemi ile değerlendirilmesi: Niksar belediyesi örneği (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Aslan, S. (2022). Personel güçlendirme, personel güçlendirmeyi etkileyen faktörler ve bu faktörlerin dematel yöntemi ile analiz edilmesi (Master's thesis, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- ATILGAN, K. Ö., & BOZKURT, M. (2023). Tüketicilerin Drone Aracılığıyla Ürün Dağıtımına Yönelik Tutumlarının İncelenmesi. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(1), 152-135.

- Austin, R., *Unmanned Air Systems: UAV Design, Development and Deployment*, John Wiley & Sons, 2010. Valavanis, P. (ed.), *Advances in Unmanned Aerial Vehicles*, Springer, 2007.
- Austin, R. (2010). *Unmanned Aircraft Systems UAVS Design, Development and Deployment*. Chichester, United Kingdom: WILEY.
- Ayamga, M., Akaka, S., & Nyaaba, A. A. (2021). Multifaceted applicability of drones: A review. *Technological Forecasting and Social Change*, 167, 120677.
- AYDIN, Y., & Tamer, E. R. E. N. (2018). Hava savunma sanayii alt yüklenici seçiminde bulanık mantık altında çok kriterli karar verme ve hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. *Journal of Aviation*, 2(1), 10-30.
- Baizyldayeva, U.: "Multi-Criteria Decision Support Systems. Comparative Analysis", *Middle-East Journal of Scientific Research*, Vol.16, No:12, 2013, pp. 1725-1730.
- Balali, A., Moehler, R. C., & Valipour, A. (2022). Ranking cost overrun factors in the mega hospital construction projects using Delphi-SWARA method: An Iranian case study. *International Journal of Construction Management*, 22(13), 2577-2585.
- Borky, J. M. (1997, February). Payload technologies and applications for uninhabited air vehicles (UAVs). In *1997 IEEE Aerospace Conference* (Vol. 3, pp. 267-283). IEEE.
- Chung, S. H., Sah, B., & Lee, J. (2020). Optimization for drone and drone-truck combined operations: A review of the state of the art and future directions. *Computers & Operations Research*, 123, 105004.
- ÇALIŞKAN, T. B., & ERTURGUT, R. (2022). *Lojistik Faaliyetlerde İha Kullanımı: İha Pilotları Üzerinde Bir Araştırma* (Doctoral dissertation, Akdeniz University).
- Ebrahimi-Oskoei, E. (2014). *Swarm of UAVs: Search & Rescue Operationin Chaotic Ship Wakes*.
- Elmas, E. E. (2019). *Bir İnsansız Hava Aracı Gerçekleştirme ve Hareketli Nesnelerin Tespit ve Takibinde Kullanımı*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 122s.

- ERGUNŞAH, Ş., & KOŞUNALP, S. (2022). İnsansız Hava Araçları Tabanlı Çevresel Uygulamalara Genel Bir Bakış. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 6(1), 43-53.
- Ghelichi, Z. (2021). Drone location and scheduling problems in humanitarian logistics.
- Gupta, S. G., Ghonge, D. M., & Jawandhiya, P. M. (2013). Review of unmanned aircraft system (UAS). *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume, 2*.
- Hii, M. S. Y., Courtney, P., & Royall, P. G. (2019). An evaluation of the delivery of medicines using drones. *Drones*, 3(3), 52.
- Hwang, J., Kim, D., & Kim, J. J. (2020). How to form behavioral intentions in the field of drone food delivery services: The moderating role of the COVID-19 outbreak. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 9117.
- JAPCC. The Joint Air Power Competence Centre strategic concept of employment for unmanned aircraft systems in NATO. Joint Air Power Competence Center, 2010.
- Kahveci, M., & Can, N. (2017). İnsansız Hava Araçları: Tarihçesi, Tanımı, Dünyada ve Türkiye'deki Yasal Durumu. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(4), 511-535.
- Karaoğlan, S. (2016). DEMATEL VE VIKOR Yöntemleriyle Diş Kaynak Seçimi: Otel İşletmesi Örneği. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, (55), 9-24.
- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2010), "Selection Of Rational Dispute Resolution Method By Applying New Step-Wise Weight Assessment Ratio
- KIRANLI, S., & İlđan, A. (2007). Eğitim örgütlerinde karar verme sürecinde etik. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 8 (14), 150-162.
- Koçoğlu, Ercan. İşletmelerde Yöneticilerin Karar Verme Süreci ve Bu Süreçte Bilişim Sistemlerinin Kullanımı: Ankara İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2010.

- Koiwanit, J. (2018). Analysis of environmental impacts of drone delivery on an online shopping system. *Advances in Climate Change Research*, 9(3), 201-207.
- Korkmaz, Y., İyibilgin, O., & Fındık, F. (2016). Geçmişten günümüze insansız hava araçlarının gelişimi. *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 20(2), 103-109.
- Koshta, N., Devi, Y., & Chauhan, C. (2022). Evaluating Barriers to the Adoption of Delivery Drones in Rural Healthcare Supply Chains: Preparing the Healthcare System for the Future. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Kul Y. (2012), "Alışılmamış İmalat Yöntemlerinin Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Metotlarının Kullanılması", Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, s. 34.
- Liou, J.J.H., Yen, L. & Tzeng, G.H. (2008). Building An Effective Safety Management System for Airlines. *Journal of Air Transport Management*, 14, 20–26.
- MacIntyre, P. D., Baker, S. C., Clément, R., & Conrod, S. (2001). Willingness to communicate, social support, and language-learning orientations of immersion students. *Studies in second language acquisition*, 23(3), 369-388.
- Moshref-Javadi, M., & Winkenbach, M. (2021). Applications and Research avenues for drone-based models in logistics: A classification and review. *Expert Systems with Applications*, 177, 114854.
- Newcome, L. R. (2004). *Unmanned aviation: a brief history of unmanned aerial vehicles*. Aiaa.
- Olson, D. L. (1996). *Decision aids for selection problems*. Springer Science & Business Media.
- Osakwe, C. N., Hudik, M., Říha, D., Stros, M., & Ramayah, T. (2022). Critical factors characterizing consumers' intentions to use drones for last-mile delivery: Does delivery risk matter?. *Journal of retailing and consumer services*, 65, 102865.
- Özbek, A. (2017), Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Ve Excel İle Problem Çözümü, Ankara: Seçkin Yayıncılık.

- Özdağoğlu, A. ve Çirkin, E. (2019). Endüstriyel ürünler ve makine endüstrisinde elektronik cihaz seçimi: Ocra ve Maut yöntemiyle karşılaştırmalı analiz. *Uluslararası Çağdaş İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* , 9 (1), 119-134.
- Özşahin, İ., Özşahin, D. U., Uzun, B. & Mustapha, M. T.: “Introduction”. Applications of Multi-Criteria Decision Making Theories in Healthcare and Biomedical Engineering, (eds.) İ. Özşahin, D.U. Özşahin & B. Uzun, Elsevier, UK, 2021, pp. 1-2.
- Rabta, B., Wankmüller, C., & Reiner, G. (2018). A drone fleet model for last-mile distribution in disaster relief operations. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 107-112.
- Raj, A., & Sah, B. (2019). Analyzing critical success factors for implementation of drones in the logistics sector using grey-DEMATEL based approach. *Computers & Industrial Engineering*, 138, 106118.
- Rajappa, S., Ryll, M., Bühlhoff, H. H., & Franchi, A. (2015, May). Modeling, control and design optimization for a fully-actuated hexarotor aerial vehicle with tilted propellers. In *2015 IEEE international conference on robotics and automation (ICRA)* (pp. 4006-4013). IEEE.
- Rave, A., Fontaine, P., & Kuhn, H. (2023). Drone Network Design for Emergency Resupply of Pharmacies and Ambulances. *Available at SSRN 4569199*.
- Rosen, J. W. (2017). Zipline’s ambitious medical drone delivery in Africa. *MIT Technology Review*. June, 8, 2017.
- Ruzgys, A., Volvačiovas, R., Ignatavičius, Č. ve Turskis, Z. (2014). Integrated evaluation of external wall insulation in residential buildings using SWARA-TODIM MCDM method. *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(1), 103-110.
- S. Akyürek, M. A. Yılmaz, M. Taşkiran; “İnsansız hava araçları”, BİLGESAM, Rapor no: 53, Aralık 2012.
- SARIGÜL, S. S., Merve, Ü. N. L. Ü., & YAŞAR, E. (2023). Financial Performance Analysis of Airlines Operating in Europe: CRITIC Based MAUT and MARCOS Methods. *International Journal of Business and Economic Studies*, 5(2), 76-97.

- Scott, J., & Scott, C. (2017). Drone delivery models for healthcare.
- Semerci, D. N. (2000). Yönetimde Karar Vermenin Kritik Düşünmeyle İlişkisi. Kuram Ve Uygulamada Eğitim Yönetimi, 22(22), 191-201.
- Seyed-Hosseini, S.M., Safaei, N. & Asgharpour, M.J. (2006). Reprioritization of Failures in A System Failure Mode and Effects Analysis by Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Technique. Reliability Engineering and System Safety, 91, 872–881.
- Singireddy, S. R. R., & Daim, T. U. (2018). Technology roadmap: Drone delivery–amazon prime air. Infrastructure and Technology Management: Contributions from the Energy, Healthcare and Transportation Sectors, 387-412.
- Stewart, J. (2017). Blood-carrying, Life-saving Drones Take off for Tanzania. URL <https://www.wired.com/story/zipline-drone-delivery-tanzania>.
- Sun, Y., Cao, B., Zhu, P., & Hu, Q. (2022). Drone-based RGB-infrared cross-modality vehicle detection via uncertainty-aware learning. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 32(10), 6700-6713.
- Şasi, A. (2020). Ak Camii'nin İnsansız Hava Aracı ile Fotogrametrik 3B Modellenmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 1-7.
- Tanac, R., Unver, H., Gulen, F., Midyat, L., Demir, E., Gulle, S., ... & Bayraktaroglu, S. (2011). A case of gunshot wound presenting with atypical cardiorespiratory findings. *Journal of Pediatric Sciences*, 3(2), 1-5.
- Triantaphyllou, E.: Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study, 2000, USA: Springer.
- Urosevic, S., Karabasevic, D., Stanujkic, D., & Maksimovic, M. (2017). AN APPROACH TO PERSONNEL SELECTION IN THE TOURISM INDUSTRY BASED ON THE SWARA AND THE WASPAS METHODS. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 51(1).
- Uzun, B. & Mustapha, M. T.: Engineering, (eds.) İ. Özşahin, D.U. Özşahin & B. Uzun, Elsevier, UK, 2021, pp. 1-2.

- Volodymyr, I.L. (2012) Glutathione Homeostasis and Functions: Potential Targets for Medical Interventions. *Journal of Amino Acids*, 2012
- Wang, D. (2016). The economics of drone delivery. *IEEE Spectrum*, 5.
- Wu, W. W., Lee, Y.T. (2007). Developing Global Managers' Competencies Using The Fuzzy DEMATEL Method. *Expert Systems with Applications*, 32, 499-507.
- Yang, X., Wang, T., Liang, J., Yao, G., & Liu, M. (2015). Survey on the novel hybrid aquatic–aerial amphibious aircraft: Aquatic unmanned aerial vehicle (AquaUAV). *Progress in Aerospace Sciences*, 74, 131-151.
- Yılmaz, E., & ALTINOK, V. (2010). Öğretmen Adaylarının Duygusal Zekâ Düzeylerinin Karar Vermede Özsaygı ve Karar Verme Stilllerini Yordama Gücü. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 30(3).
- YILMAZ, Ü. (2019). İNSANİ YARDIM LOJİSTİĞİ FAALİYETLERİNDE İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ KULLANIM ALANLARI. *Türkiye Mesleki ve Sosyal Bilimler Dergisi*, (2), 43-54.
- Yoo, W., Yu, E., & Jung, J. (2018). Drone delivery: Factors affecting the public's attitude and intention to adopt. *Telematics and Informatics*, 35(6), 1687-1700.
- Zailani, M. A. H., Sabudin, R. Z. A. R., Rahman, R. A., Saiboon, I. M., Ismail, A., & Mahdy, Z. A. (2020). Drone for medical products transportation in maternal healthcare: A systematic review and framework for future research. *Medicine*, 99(36).
- Zolfani, S. H., Aghdaie, M. H., Derakhti, A., Zavadskas, E. K., & Varzandeh, M. H. M. (2013). Decision making on business issues with foresight perspective; an application of new hybrid MCDM model in shopping mall locating. *Expert systems with applications*, 40(17), 7111-7121.