



Air cargo company selection under a state of chaos: An integrated bayesian BWM and WASPAS approach

Esra Boz^{1*}, Sinan Çizmeçioğlu², Ahmet Çalık³

¹KTO Karatay University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, Konya 42020, Türkiye

²KTO Karatay University, Vocational School of Trade and Industry, Department of Transportation Services, Konya 42020, Türkiye

³KTO Karatay University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of International Trade and Logistics, Konya 42020, Türkiye

Highlights:

- A novel integrated group MCDM method is developed for ranking air cargo selection.
- Bayesian BWM and WASPAS methods are employed under chaotic environment.
- The evaluations of decision-makers are aggregated without loss of information through Bayesian BWM

Keywords:

- Air cargo company selection
- Bayesian BWM
- MDCM
- WASPAS

Article Info:

Research Article

Received: 30.04.2022

Accepted: 22.07.2022

DOI:

10.17341/gazimmfd.1110485

Correspondence:

Author: Esra Boz

e-mail:

esrayasaarr@gmail.com

phone: +90 332 444 1251 / 7677

Graphical/Tabular Abstract

The relationship and reliability values of the main criteria are displayed in Table A based on the decision makers' evaluations during the air cargo company selection process. According to this, the C1 value represents the C2 criterion in the arrow's direction. This demonstrates that the (C1) Economic (C2) criterion is more essential than the (C1) Social criterion. Furthermore, the social main criterion (C2), which is represented by all arrows, is the least important main criterion. The reliability value is expressed by the expressions above the arrows, which can take values ranging from 0 to 1.

Table A. Visualization of the Bayesian BWM value for the selection of air cargo

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	-	1,00	0,99	0,70	0,90
C_2	1,00	-	0,74	1,00	0,97
C_3	0,99	0,74	-	0,98	0,88
C_4	0,70	1,00	0,98	-	0,78
C_5	0,90	0,97	0,88	0,78	-

Purpose:

The aim of this research is to provide guidance to scholars and practitioners in the industry by examining the criteria that are effective in selecting an air cargo company in the event of a catastrophe (periods such as economic crisis, epidemics, war).

Theory and Methods:

This study is being done using expert advice in order to identify the effects of chaotic environment on air cargo company selection by comparing prior studies. Because the new MCDM methods are more sensitive in discovering weights and ranks, the Bayesian BMW method, which is one of the new methods, is utilized in calculating the criteria weights, and the WASPAS method is used in selecting air cargo companies. The results of the WASPAS method are compared to those of the TOPSIS and COPRAS methods, and the differences are discussed. Moreover, sensitivity analysis with ten scenarios is also carried out to see how the ranking of the options impacts the model's conclusions.

Results:

Economic and quality are determined to be the most important main criteria in the selection of air cargo carriers, according to the study's findings. Service cost, speed, and geographical closeness are contained to be the most significant sub-criteria.

Conclusion:

Even in chaos situations, it is concluded that economic factors come to the fore in the selection of air cargo carriers. These results are associated with the aviation industry being an expensive industry.



Kaos Durumu Altında Hava Kargo Şirketi Seçimi: Bütünleşik bayesian BWM ve WASPAS çerçevesi

Esra Boz^{1*}, Sinan Çizmecioglu², Ahmet Çalık³

¹KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 42020, Karatay, Konya, Türkiye

²KTO Karatay Üniversitesi, Sanayi ve Ticaret Meslek Yüksekokulu, Ulaşım Hizmetleri Bölümü, 42020, Karatay, Konya, Türkiye

³KTO Karatay Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası ve Ticaret Bölümü, 42020, Karatay, Konya, Türkiye

Ö N E Ç İ K A N L A R

- Hava kargo firması seçimi için yeni bir bütünleşik ÇKKV yöntemi önerilmiştir
- Kaos ortamında Bayesian BWM ve WASPAS yöntemleri kullanılmıştır
- Karar vericilerin değerlendirmeleri, Bayesian BWM aracılığı ile bilgi kaybı olmadan toplanmıştır

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 30.04.2022

Kabul: 22.07.2022

DOI:

10.17341/gazimmfd.1110485

Anahtar Kelimeler:

WASPAS,
Bayesian BWM,
Hava kargo şirketi seçimi,
ÇKKV

ÖZ

Karar problemlerinin sonuçları ve bu sonuçları etkileyen faktörler, herhangi bir kaos durumunun bulunup bulunmamasına göre değişiklik gösterebilmektedir. Kaos durumları altında, karar alıcıların tercihleri için farklı kriterler eklenebilmekte ve kriterlerin önem düzeyleri değişebilmektedir. COVID-19 pandemisi her alanda olduğu gibi havacılık sektörünü de etkilemiş olmasına rağmen hava kargo taşımacılığı bu dönemde güçlü bir performans göstermektedir. Bu noktadan hareketle, bu çalışmada kaos durumlarının hava kargo şirketi seçimine yansımaları incelenmektedir. Karar vericilerin, karar problemlerini sonuçlandırmasında etkili bir çözüm yöntemi olan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile yeni bir karar verme çerçevesi önerilmektedir. Yeni önerilen yöntemlerin daha hassas yanıt vermesinden dolayı, hava kargo şirketi seçiminde etkili olan kriter ağırlıklarının belirlenmesinde yeni yöntemlerden olan Bayesian BWM (En İyi-En Kötü) yöntemi kullanılırken, hava kargo şirketlerinin sıralanmasında ise WASPAS yöntemi kullanılmaktadır. Böylece bu iki yöntem bütünleştirilmekte ve aynı zamanda sıralama sonuçları TOPSIS ve COPRAS yöntemi ile kıyaslanarak sonuçlar analiz edilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, kaos ortamında hava kargo şirketi seçimi için en önemli kriter ekonomik kriterler olarak görülmektedir.

Air cargo company selection under a state of chaos: An integrated bayesian BWM and WASPAS approach

H I G H L I G H T S

- A novel integrated group MCDM method is developed for ranking air cargo selection
- Bayesian BWM and WASPAS methods are employed under chaotic environment
- The evaluations of decision-makers are aggregated without loss of information through Bayesian BWM

Article Info

Research Article

Received: 30.04.2022

Accepted: 22.07.2022

DOI:

10.17341/gazimmfd.1110485

Keywords:

Air cargo company selection,
Bayesian BWM,
MDCM,
WASPAS

ABSTRACT

Depending on whether or not there is a chaotic condition, the outcomes of decision problems and the factors determining the outcomes of the problem may differ. Different criteria can be introduced for decision makers' preferences in chaotic conditions, and the importance levels of the criterion can fluctuate. Despite the fact that the COVID-19 epidemic has had an impact on the aviation industry, air cargo transportation has performed well during this time. From this perspective, the impact of chaotic events on the selection of an air freight firm is investigated in this study. With Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methodologies, a new decision-making framework is proposed, which is an effective solution method for choice makers to finalize decision problems. The Bayesian BWM (Best-Worst) method, which is one of the new ways, is used to establish the criterion weights, while the WASPAS method is utilized to rank the air cargo businesses, due to the more sensitive reaction of the newly proposed methods. As a result, these two approaches are combined, and the ranking results are compared to the TOPSIS and COPRAS methods, with the outcomes examined. As a result, in a chaotic environment, the most essential consideration for selecting an air freight company appears to be economic criteria.

*Sorumlu Yazar/Yazarlar / Corresponding Author/Authors : *esrayasaarr@gmail.com, sinancizmecioglu@gmail.com, ahmetcalik51@gmail.com / Tel: +90 332 444 1251 / 7677

1. Giriş (Introduction)

Lojistik hizmet sağlayıcı şirketler hem az sayıda bireysel ürünlerin hem de şirketlerin müşterilerine gönderdikleri toplu ürünlerin taşınması noktasında faaliyet göstermektedir. Bu şirketlerin amacı, genel anlamda, dış kaynak kullanan işletmelerin temel yetkinliğe odaklanmasını sağlamak, verimliliğini artırmak, hizmetlerini geliştirmek, nakliye maliyetlerini azaltmak, tedarik zincirlerini yeniden yapılandırmak, pazar meşruyetini tesis etmek ve müşteri memnuniyetini sağlamaktır [1]. Ayrıca bu şirketler müşteri kaybetmemek için sürekli değişen şartlardan dolayı kendilerini geliştirmek zorundadır [2]. Bu değişen şartların başında teknolojinin gelişmesi gelmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, müşterilerin beklentileri değişmekte ve e-ticaretin önemi artmakta; buna bağlı olarak pek çok faaliyet için dijital yönetilme süreci başlatılmaktadır [3]. Bu nedenlerden dolayı ve müşterilere daha hızlı hizmetin sağlanması için, şirketlerin stoklarını azaltması ve ürünleri piyasaya sürmek için gereken süreyi kısaltması gerekmektedir. Aynı zamanda ürün ömürleri birçok endüstride (bilgisayar, ilaç ve tasarımcı kıyafetleri) kısalmaktadır. Bazı şirketler, ürünleri depoda tutmak yerine transit halinde tutan "sanal depolamaya" yönelirken, büyüyen bir e-ticaret perakendeci topluluğu, ürünlerin hızlı ve ekonomik teslimatını sağlamak için stratejik olarak konumlandırılmış "yerine getirme merkezlerine" güvenmeye başlamaktadır [4]. Bu nedenlerden dolayı, günümüzde lojistik hizmet sağlayıcıların önemi giderek artmaktadır.

Lojistik hizmet sağlayıcılar arasında önemli bir noktada bulunan hava kargo şirketlerinin amacı, orta ve uzun mesafeli olarak, müşterilerin ürünlerini, istedikleri noktaya hava yolu aracılığı ile hızlı ve güvenilir bir şekilde ulaştırmaktır [5, 6]. Ayrıca, ülkelerin GSYİH büyümesi ve ticari hacmi incelendiğinde, hava kargonun giderek daha büyük, bir ülkenin ekonomisinin gideceği yönün önemli bir öncü göstergesi olduğu tespit edilmektedir [6]. Çünkü hava kargo, ülkelerin ticaret hacimlerinin büyük bir kısmına sahiptir. Örnek olarak, ABD ve Japonya gibi büyük ülkelerde uluslararası ticareti yapılan ürünlerin yaklaşık %30'u hava kargo şirketleri aracılığı ile taşınmaktadır [7].

Terör saldırıları, ekonomik krizler, doğal afetler ve küresel çaplı salgınlar gibi kaos durumları, her anda olduğu gibi havacılık sektöründe de değişikliklere sebep olmaktadır. Bunlara örnek olarak; son yaşanan COVID-19 pandemisi, sağlık problemleri ve sağlık sistemlerine aşırı yüklenmelerin haricinde, endüstrileri ve ekonomileri alt üst etmektedir [8]. Salgın tedbirlerinin en üst seviyeye çıkarıldığı dönemlerde yolcu taşımacılığında düşüşler yaşanmasına rağmen -tüketicilerin e-ticaret alışkanlıkları arttığından dolayı- hava kargo taşımacılığına gösterilen ilgi tam tersi olarak artmaktadır [9]. Bunlara ilave olarak, günümüz şartlarında hava kargo şirketlerinin önem düzeyini oldukça artıran faktörlere bir örnek olarak, COVID-19 pandemisi döneminde, aşılardan soğuk zincirde hava kargo şirketleri aracılığı ile taşınması verilebilmektedir. Böylesine önemli bir konu için hızlı ve güvenilir olduğundan dolayı Delgado vd., [10], hava kargo şirketlerinin kullanılmakta olması, doğru hava kargo şirketinin seçimi problemini ortaya çıkarmaktadır.

Hava kargo şirketleri, işletmelerin taşıma operasyonlarını geliştirmelerine ve yürütmelerine yardımcı olmada önemli bir rol oynamaktadır [11]. Bu nedenle; hava kargo şirketi seçim kararı, stratejik rekabet avantajını sürdürmede yöneticilerin karşılaştığı stratejik bir problem olmaktadır. İşletmeler, hava kargo şirketlerine dış kaynak sağlarken, geleneksel olarak maliyet, kalite ve esneklik gibi kriterleri göz önünde bulundurmaktadır. Bununla birlikte; kaos durumları, hava kargo şirketi seçiminde kriterlerin değişmesine ve yeni kriterlerin eklenmesine neden olabilmektedir. Bu yüzden işletmeler ve hatta ülkeler bile, karar alırken pek çok etkeni göz

alarak bu seçimi sağlamaktadır. Dolayısı ile hava kargo şirketlerinin seçimi için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanımı daha uygun olabilmektedir.

Mevcut literatürde ÇKKV yöntemleri içerisinde oldukça fazla yöntem geliştirilmiştir. Bu konuda geliştirilen yeni ÇKKV yöntemleri, tercihlerin sıralanması ve ağırlıkların belirlenmesi konusunda geleneksel yöntemlere göre daha doğru sonuçlar ortaya koyabilmektedir. Bu yüzden, bu çalışmada tercihlerin sıralanması için yeni ÇKKV yöntemlerinden olan WASPAS yöntemi, ağırlıkların belirlenmesi için ise aynı şekilde yeni ÇKKV yöntemlerinden olan Bayesian-BWM yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışma, bazı temel araştırma sorularına dayanmaktadır. Bu araştırma soruları aşağıda verildiği üzeredir:

- Kaos durumlarında (ekonomik kriz, salgın hastalıklar, savaş gibi dönemler) hava kargo şirketi seçimi açısından yeni kriterler geliştirildi mi?
- Hava kargo şirketi seçimi için yeni bir ÇKKV modeli önerilebilir mi?
- Bayesian BWM ve WASPAS yöntemlerinin entegre olarak kullanılması sonuçlar üzerinde bir değişiklik oluşturur mu?
- Duyarlılık analizinin hava kargo şirketi seçimi sıralamalarına olan etkisi nedir?

Bu çalışmanın amacı, herhangi bir kaos durumunda (ekonomik kriz, salgın hastalıklar, savaş gibi dönemler) hava kargo şirketi seçiminde etkili olan faktörleri analiz ederek araştırmacılara ve alandaki uygulamacılara yol göstermektir. Önerilen modelin etkinliğini göstermek için, kaos durumları altında hava kargo şirketi seçimi için bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde Bayesian BMW yöntemi, hava kargo şirketi seçiminde ise WASPAS yöntemi kullanılmıştır. WASPAS yöntemi sonuçları, TOPSIS ve COPRAS yöntemleri sonuçları ile kıyaslanarak sonuçlar analiz edilmiştir. Ayrıca, alternatiflerin sıralanmasının modelin sonuçlarını nasıl etkilediğini değerlendirmek için 10 senaryoyu içeren duyarlılık analizi yapılmıştır.

Çalışmanın kalan kısmı izleyen şekilde düzenlenmiştir: İkinci bölümde çalışmada kullanılan yöntemlerle ilgili literatür taraması yapılmış ve bu çalışmanın literatürdeki hangi boşluğu doldurduğu ifade edilmiştir. Üçüncü bölümde, hava kargo şirketi seçimi için belirlenen kriterler ve alt kriterler aktarılmıştır. Dördüncü bölümde, çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemleri ile ilgili bilgi verilmiştir. Beşinci bölümde, ilgili yöntemlerin sıralama ve ağırlık hesaplama sonuçları aktarılmış ve duyarlılık analizine yer verilmiştir. Altıncı bölümde, çalışmanın yönetsel çıkarımları ve sınırlılıkları ifade edilmiştir. Son bölüm olan yedinci bölümde ise çalışmanın sonucu ve sonraki çalışmalar için öneriler belirtilmiştir.

2. Literatür Taraması (Literature Review)

Günümüzde kuruluşlar, lojistik konusunda dış kaynak kullanarak kendi başarılarını artırmaya çalışmaktadır [12, 13]. Bu yüzden, lojistik hizmet sağlayıcı şirketlerin seçimi problemi, literatürde oldukça önemli bir konudur. İlgili alanda, lojistik hizmet sağlayıcı şirket seçimleri üzerine pek çok çalışma bulunmaktadır [13-16]. Dahası, bu seçimler için ÇKKV yöntemlerinin uygulandığı pek çok çalışma bulunmaktadır [17-21]. Ayrıca; bu çalışmaları analiz eden, detaylı bilgilerin yer aldığı derleme makaleleri de mevcuttur [22-25]. Alandaki çalışmalar aynı zamanda; sürdürülebilir üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı [26-29] soğuk zincir şartlarında üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı [30-31], tersine lojistik hizmet sağlayıcı [27, 32, 33] gibi alanlar olarak da sınıflandırılabilir. Lojistik hizmet

sağlayıcı şirket seçimi içerisinde, hava kargo şirketi seçimi için ÇKKV yöntemi kullanan çok az çalışma bulunmaktadır [34, 35]. Bu çalışmalarda, hava kargo şirketi seçimi için hiyerarşik bir yapı oluşturularak ilgili kriterler belirlenmekte, sırasıyla Analitik Ağ Süreci ve Analitik Hiyerarşi Süreci uygulanmaktadır [34, 35]. Bu çalışmada ise ilgili alandaki çalışmalardan farklı olarak bir kaos durumu gözetilmekte, hava kargo şirketi seçimi için yeni kriterler eklenmekte ve yeni ÇKKV yöntemleri ile bu kriterler analiz edilmektedir.

Bayesian BWM yeni bir yöntem olduğundan dolayı literatürde seçimle ilgili çalışma sayısı çok fazla değildir. Yöntemin kullanıldığı çalışmaları genelden lojistik sektörü özelinde incelediğinde literatürde önemli çalışmalar yer almaktadır. Yanılmaz vd., [36] Türkiye'nin Tunceli ili için afet analizi yapmışlardır. Analizde FEMA (Federal Emergency Management Agency) ve SMUG (Seriousness Manageability Urgency Growth) modelleri Bayesian Best-Worst Method (BWM) altında genişletilerek sonuçlar elde edilmiştir. Deprem en önemli afet riski olarak elde edilmiştir. Liu vd., [37] blok zincir teknolojisinin tedarik zincirinin sürdürülebilirliğini etkileyebilecek zorluklara yönelik bir çalışma uygulamışlardır. Tedarik zincirinin uygulanabilmesinde 4 önemli ana engel kriterleri ve alt kriterleri oluşturulmuştur. Bu kriterler ise Bayesian BWM ile analiz edilmiştir. Sonuçlarda ise Blockchain teknolojisinin uygulanmasında iş modellerinin ve en iyi uygulamaların eksikliği önemli bir zorluk olduğu ve uygulayıcıların ilk adımlarda bu engelleri kabul etmeleri gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Munim vd., [38] Bayesian BWM yöntemini uygulayarak, blok zinciri benimseme stratejilerini değerlendirilmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Uygulama kısmı için veriler, Norveç petrol ve gaz endüstrisindeki on uzmandan toplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında teknoloji konusunda uzmanlık eksikliği, tedarik zinciri ortak iş birliği eksikliği ve işletme maliyetinin düşürülmesi olmak üzere üç alt kriterin benimseme süreci üzerinde en fazla etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Liang vd., [39] Bayesian BWM ve gri ilişkisel analiz yöntemlerini kullanarak 5G baz istasyonları ile ilgili ortaya çıkan sorun ve müşteri memnuniyetlerine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın çıktularına bakıldığında sinyal kapsama alanı ve kişi başına girdi maliyetinin, 5G baz istasyonunun genel performansını büyük ölçüde etkileyen en önemli göstergeler olduğu görülmüştür. Zhang vd., [40] elektrik perakendecilerine yönelik kredi değerlendirme endeks sistemi tasarlamışlardır. Çalışmada Bayesian BWM bulut modeline dayalı bir perakendeci kredi derecelendirme teknolojisi önerilmiştir. Alkan vd., [41] Bayesian BWM ve Simple Additive Weighting (SAW) yöntemlerini entegre bir şekilde kullanmışlardır. Çalışmalarında inşaat sektöründe yapı malzemesinin seçimi uygulaması yapılmıştır. Yapı malzemesinin seçiminde kriterlerin ağırlıklandırılması Bayesian BWM yöntemiyle uygulanmıştır. Ma vd., [42] çalışmalarında yenilenebilir enerjilerin devamlılığı açısından elektrokimyasal enerji depolama teknolojilerinden en uygununun nasıl seçileceğine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada Bayesian BWM kriterlerin ağırlıklandırılmasında, farklı elektrokimyasal enerji depolama teknolojilerinin kapsamlı performansını sıralamak için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları yenilenebilir enerji bazlı elektrik üretim istasyonları için en uygun elektrokimyasal enerji depolama teknolojisi olarak Li-ion bataryanın seçilmesi gerektiğini göstermektedir.

Bayesian BWM yönteminin lojistik sektöründe uygulandığı belirli çalışmalar literatürde yer almaktadır. Gupta vd., [43] bir pandemi sırasında tedarik zinciri lojistiğinin dijital olarak öne çıkmasına engel olan yenilikçi dijitalleştirme teknolojisinin önündeki engelleri saptamaktadır. Çalışmanın uygulama kısmı Hindistan lojistik sektöründe uygulanmıştır. Belirlenen engeller Bayesian BWM yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, yüksek yatırım

maliyeti, parasal kaynak eksikliği, yetersiz internet bağlantısı, bilgi teknolojisi altyapısı eksikliği ve dijital yatırımın belirsiz ekonomik faydasının ilk beş engel olduğunu göstermektedir. Schutte vd., [44] değer odaklı düşünme (VFT) ve Bayesian BWM yöntemlerinin entegre şekilde uyguladığı bir çalışma yapmışlardır. Çalışma hava kargo sektöründeki kara tarafı operasyonlarına yönelik yoğun olmayan saatlerde teslim alma ve teslim şemalarını geliştirmek ve değerlendirmek ve sektör performansını iyileştirmeye yönelik yapılmıştır. Çalışmadaki değer temelli konseptin uygulanması halinde kamyon bekleme saatlerindeki %63'lük bir azalma sayesinde maliyetleri %65'e kadar düşeceği öngörüsü çalışmada yer almaktadır. Fahim vd., [45] fiziksel interne ve liman performansının değerlendirilmesine yönelik bir ÇKKV yöntemleriyle analiz yapılmıştır. ÇKKV yöntemlerinden Bayesian BWM yöntemi kriterlerin ağırlıklarının elde edilmesinde kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarında belirgin olarak hizmet düzeyi, ağ bağlantısı ve bilgi sistemlerinin artan önemi ile araçlar arasındaki farklılıkları açıkça göstermektedir. Chauhan vd., [46] Covid-19 aşısı bulunmadan önceki pandemi ortamında ilaç tedarikçisi seçimine yönelik bir uygulama yapılmıştır. Uygulamada Bayesian BWM ve MABAC yöntemleri kullanılmıştır. Araçların dezenfeksiyonu ve sanitasyonu, tedarikçilerin sosyal vicdanı, SCE'lerin markası (Teknolojik tanıma), lojistik ve dağıtım ağı kriterlerden bazılarıdır. Çalışmanın sonucunda tedarikçi 2, tedarikçi 4 ve tedarikçi 5 on tedarikçi arasından öne çıkmışlardır.

WASPAS yönteminin lojistik sektöründeki seçimlerle ilgili çalışmalara bakıldığında önde gelen araştırmalar literatürde yer almaktadır. Akpınar M.E. [47] çalışmasında kablo üretimi yapan bir firmanın üçüncü parti lojistik (3PL) sağlayıcı seçim problemi uygulaması yapılmıştır. Uygulama kısmında 12 kriterin ağırlıkları SWARA yöntemi, alternatif 5 lojistik firmasının sıralaması WASPAS yöntemiyle yapılmıştır. Alternatif 3 en iyi 3PL lojistik firması olarak bulunmuştur. Sremac vd., [48] kimya endüstrisinde tehlikeli maddelerin taşınmasına yönelik analizi SWARA ve WASPAS yöntemleriyle bütünleşik olarak yapmışlardır. Sekiz kritere göre Alternatif 1 3PL firması en iyi lojistik sağlayıcı olarak belirlenmiştir. Duyarlılık analizi ile farklı durumlara karşı değişimler çalışmada analiz edilmiştir. Nguyen vd., [49] çalışmalarında Vietnam'da online gıda teslimatını F-AHP ve WASPAS yöntemleri ile sosyal, çevresel, ekonomik ana kriterlere ve bunların alt kriterlerini analiz etmişlerdir. En öncelikli kriterler ödeme kolaylığı, teslimat hızı, çevrimiçi hizmet düzeyi, sipariş gerçekleştirme ve teslimat maliyeti olarak elde edilmiştir. Foody firması ise bu kriterlere göre en iyi performansı gösteren firma olmuştur. Masoomi vd., [50] dokuz kritere göre stratejik yeşil tedarikçi seçimi yapmışlardır. Uygulama kısmında WASPAS, COPRAS ve F-BWM yöntemleri entegre bir şekilde kullanılmıştır. Çalışmada C4 en iyi C5 en kötü kriter olarak elde edilmiştir. Tedarikçi sıralaması GS1> GS2> GS3> GS4 olarak elde edilmiştir. Torkayesh vd., [51] İran'daki bir çevrimiçi perakende mağazası için dijital teknolojilerin endüstrilere entegrasyonuna etkisine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada BWM ve WASPAS yöntemleri entegre bir şekilde uygulanmıştır. Çalışmada C3 (bilgi paylaşımı) en iyi kriter olarak belirlenirken, alternatif 14 en iyi tedarikçi olarak elde edilmiştir. Jayant vd., [52] çalışmasında SWARA, MOORA ve WASPAS yöntemleriyle Hindistan'ın Pencap eyaletindeki bir pil üretim şirketine yönelik bir sürdürülebilirlik analizi yapmışlardır. Çalışmanın sonuçlarında I alternatifi WASPAS ve MOORA yöntemi sonuçlarına göre en iyi alternatif çıkmaktadır.

Hava kargo endüstrisi küresel olarak en önde gelen sektörden biri olmasının yanı sıra taşımacılık sektöründe hızı ve ulaştırma kolaylığı açısından ilk sırada yer alan bir sektördür. Olası kaos durumlarında hava kargo sektörünün durumu ve bu sektördeki şirketlerin kaos durumuna nasıl tepki göstereceği sektör açısından önem göstermektedir. Çünkü hava kargo; pandemi, savaş gibi bir kaos

durumunda hızı ve güvenilirliği açısından lojistik sektöründe çok önemli hale gelmektedir. Literatüre bakıldığında hava kargo şirketi seçimine yönelik kapsayıcı bir çalışma olmaması, özellikle kaos ortamında hava kargo şirketlerine yönelik hiçbir çalışmanın olmaması bu çalışmayı literatürde önemli hale getirmektedir. Literatürde incelenen çalışmalara bakıldığında Bayesian BWM ve WASPAS yöntemlerinin genellikle ayrı ayrı ele alındığı tespit edilmiştir. Bayesian BWM uygulamadaki bilgi kayıplarını engelleyerek çalışmanın sonuçlarının daha güvenilir olmasını sağlamaktadır. Ayrıca bu yöntemlerin, çalışmalarda yeni ve son teknolojilerin kullanıldığı sektörlere yönelik uygulandığı görülmektedir. Literatürdeki bu boşlukları doldurabilmek, belirsizliklerin ve karar verici tercihlerinin daha iyi modellenebilmesi için Bayesian BWM ve WASPAS yöntemleri hava kargo firma seçiminde ilk kez birlikte ele alınmıştır.

3. Kriter Seçimi (Selection of Criteria)

Hava kargo şirketi seçimi için ilgili alan araştırılırken, çok az çalışmaya rastlandığı için kriterlerin oluşturulmasında lojistik hizmet sağlayıcı firmaların seçilmesi konusunu araştırarak çalışmaları incelenmektedir. Scopus, Web of Science and Google Scholar veritabanlarında yapılan detaylı araştırma sonucunda Tablo 1'de verildiği üzere kriterler ve alt kriterler oluşturulmaktadır. Genel anlamda; ekonomik, sosyal, lojistik 4.0, lokasyon ve kalite olmak üzere 5 ana kriter oluşturulmaktadır. İlk kriter olan ekonomik ana kriteri, şirket seçiminde ekonomiye dayanan alt kriterlerin oluşturduğu bir kırılımdır. Bu kriter içerisinde alternatiflerin

seçiminde etkili olan finansal faktörler yer almaktadır. İkinci kriter olan sosyal kriteri, alternatiflerin sosyal durumunu inceleyen bir sınıftır. Bu ana kriterde; tanınırlık, insan hakları gibi alt kriterler yer almaktadır. Üçüncü kriter olan Lojistik 4.0, alternatiflerin teknolojik durumlarını inceleyen bir kriterdir. Alternatiflerin teknolojik durumları; müşteriler için ürünü takip etme, daha fazla veriye daha hızlı şekilde ulaşabilme gibi farklı becerileri sağladığı için, karar vericiler açısından önemli bir kriter olarak görülebileceği ihtimalinden dolayı ana kriter olarak tabloya yer bulmuştur. Dördüncü kriter olan lokasyon ise, alternatiflerin coğrafi konularını temsil etmektedir ve yakınlık, ulaşım kolaylığı gibi faktörler şirket seçimi konusunda önemli görülebileceği için ana kriter olarak eklenmiştir. Beşinci ve son kriter olan kalite kriteri ise alternatiflerin kaliteye karşı bakış açılarını ve kalite uygulamalarını temsil etmektedir. Bu yüzden alternatiflerin seçiminde önemli bir rol oynayabileceği için hiyerarşik yapıya eklenmiştir.

4. Yöntemler (Methods)

Bu çalışmada, kaos durumlarında hava kargo şirketi seçiminde ÇKKV yöntemlerden iki yöntem entegre bir şekilde uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden Bayesian BWM yöntemi, hava kargo şirketi seçiminde kullanılan kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Yalnız BWM yönteminde birden fazla karar vericinin değerlendirilmesi toplanamadığından dolayı, Yalnız BWM yerine Bayesian BWM tercih edilmiştir. Yalnız BWM yönteminde aritmetik veya geometrik ortalama teknikleri, birden fazla karar vericinin değerlendirmesini birleştirmek için kullanılmaktadır. Ancak bu

Tablo 1. Hiyerarşik yapı (Hierarchical structure)

Kriter	Alt-kriter	Açıklama	Kaynak
Ekonomik (C ₁)	Hizmet maliyeti (C ₁₋₁)	Alınan hizmetin karşılığında ödenecek olan maliyeti ifade etmektedir.	[30, 53–56]
	Ödeme dönemi (C ₁₋₂)	Ödemelerde finansal kolaylık sağlanması anlamına gelmektedir.	[57–59]
	İndirim oranı (C ₁₋₃)	Lojistik hizmetlerdeki maksimum indirim tutarının alınmasını sağlamaktadır.	[60-63]
	Esneklik (C ₁₋₄)	Değişimlere karşı esnek olma durumunu yansıtmaktadır.	[53, 64-67]
Sosyal (C ₂)	Dayanıklılık (C ₁₋₅)	Beklenmedik koşullara uyum sağlama durumunu göstermektedir.	[68-71]
	Tanımlılık (C ₂₋₁)	Başkaları tarafından bilinirliği ifade etmektedir.	[72-75]
	Müşteri hizmetleri (C ₂₋₂)	Hizmet alımı öncesinde veya sonrasında, müşterilere sunulan hizmetler bütünüdür.	[76; 77]
	Dönüş süresi (C ₂₋₃)	Ürün teslimatı süresidir.	[64]
	Çevreye duyarlılık (C ₂₋₄)	Çevreye olan duyarlılığın süreçlere yansıtılmasıdır.	[78–81]
	Tecrübe (C ₂₋₅)	Taşıma deneyimini ifade etmektedir.	[82]
	Çevre koruma sertifikaları (C ₂₋₆)	Sahip olunan çevre koruma sertifikalarını ifade etmektedir. Bu alt kriter çevreye duyarlılığın resmileştirilmiş halidir.	[83, 84]
İnsan hakları (C ₂₋₇)	İnsan haklarına bakışı belirtmektedir.	[85–88]	
Lojistik 4.0 (C ₃)	Hız (C ₃₋₁)	Ürünlerin taşınma hızını ifade etmektedir.	[55, 67, 89]
	Süreç otomasyonu (C ₃₋₂)	Taşıma sürecinin otomasyon düzeyidir.	[30, 90–92]
	Dijitalleşme (C ₃₋₃)	Süreç içerisindeki kırılımların dijital olarak yönetilmesi anlamına gelmektedir.	[51, 93-94]
	Büyük veri yönetimi (C ₃₋₄)	Gerçek zamanlı hizmet izlemesini mümkün kılmaktadır ve uygulandığı yerlerde sistemlerinin otomasyon seviyesinin iyileştirilmesini ifade etmektedir.	[95-96]
Lokasyon (C ₄)	Coğrafi yakınlık (C ₄₋₁)	Fiziksel olarak yakınlığı belirtmektedir.	[27, 64, 81]
	Müşteriye yakınlık (C ₄₋₂)	Fiziksel olarak müşterilere olan yakınlığını göstermektedir.	[81, 97–99]
	Ulaşım kolaylığı (C ₄₋₃)	Şirketler arasındaki ulaşım kolaylığını ifade etmektedir.	Uzman önerisi
Kalite (C ₅)	Hatalı teslimat oranı (C ₅₋₁)	Taşınan ürünlerin teslimatında yaşanan hata oranıdır.	[55]
	Kazalar (C ₅₋₂)	Taşıma esnasındaki kazaları belirtmektedir.	[100–103]
	Müşteri memnuniyeti (C ₅₋₃)	Hizmet alan müşterilerin memnuniyetini göstermektedir.	[102-103]
	Kalite sertifikaları (C ₅₋₄)	Kalite konusunda alınan sertifikalardır.	[104]
	Servis kalitesi ve performans (C ₅₋₅)	Taşıma süreçlerindeki hizmet kalitesidir.	[31, 75, 81, 105-106]
	Ürün güvenliği (C ₅₋₆)	Taşınan ürünlerin güvenliğini belirtmektedir.	Uzman önerisi
Tam zamanında ulaşım (C ₅₋₇)	Taşınan ürünlerin, istenilen zamanda bekleme yaşanmadan ulaştırılması anlamına gelmektedir.	[53]	

durum bilgi kayıplarına neden olmaktadır [107]. Bayesian BWM yöntemi ise olasılık ortamında karar vericilerin değerlendirmelerini toplamaktadır. Ayrıca bilgi kayıplarını engelleyerek karar vericilerin değerlendirmelerini tüm olasılık ihtimallerini hesaplayarak sonuçları elde etmektedir [108]. WASPAS yöntemi ise sektörde faaliyet gösteren hava kargo şirketlerinin performanslarının sıralanması için kullanılmıştır. Bayesian BWM ve WASPAS yöntemlerinin matematiksel duyarlılığından dolayı çalışmada bu iki yöntem tercih edilmiştir.

4.1. Bayesian BWM ile Kriter Ağırlıklandırma (Criteria Weighting with Bayesian BWM)

BWM (En İyi-En Kötü) yöntemi ikili karşılaştırmalara dayanan bir ÇKKV yöntemidir [107]. BWM en popüler ağırlıklandırma yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Proses'e göre daha az ikili karşılaştırmaya ihtiyaç duymaktadır. Yöntem, karar vericiler için iki vektör vasıtasıyla çeşitli değerlendirmeler yapılmasına imkân sağlamaktadır. Ancak; birden fazla karar vericinin yapmış olduğu değerlendirmelerin bir araya getirilmesine olanak sağlamamaktadır. BWM yönteminde, birden fazla karar verici olduğunda, karar vericilerin tercihlerini toplamak için ortalama (aritmetik-geometrik) hesaplaması yapılmakta ve her bir karar vericiden elde edilen kriter ağırlıklarının aritmetik ortalaması hesaplanmaktadır. Bundan dolayı ilgili yöntem, farklı değerlere duyarlı olmayıp, karar vericilerin değerlendirmelerini tam olarak hesaplamalara yansıtma sınırlılığına sahiptir. Bu sınırlılıklardan dolayı, karar verici gruplarından elde edilen değerlendirmelere göre toplu şekilde kriter ağırlıklarını hesaplayabilmek için Bayesian BWM (Bayesian En İyi- En Kötü) geliştirilmiştir [108]. Bayesian BWM yöntemi üç adımdan oluşmaktadır. İlk adımda, kriterler tespit edilmektedir. İkinci adımda, karar vericilerden değerlendirme sonuçlarının alınabilmesi için bir değerlendirme formu hazırlanmaktadır. Üçüncü adımda ise, uzmanlardan elde edilen değerlendirme verilerine göre kriterlerin ağırlıkları hesaplanmaktadır. Bu adım, kendi içerisinde detaylandırılmaktadır. Yöntem içerisinde girdi ve çıktı değerleri olasılıksal yorumları içermektedir. Bu sebeple, tüm girdi ve çıktı değerlerinin olasılık dağılımları olarak modellenmesi gerekmektedir.

4.2. WASPAS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması (Ranking of Alternatives with the WASPAS Method)

WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) yöntemi, Zavadskas [109] tarafından ilgili alana kazandırılan bir yöntemdir. Bu yöntem, Ağırlıklı Çarpım Modeli (AÇM) ve Ağırlıklı

Toplam Model (ATM) kombinasyonundan meydana gelmektedir [110]. İki modelin kombinasyonundan oluşmasından dolayı doğru ve güvenilir sonuçların elde edilmesini sağlayan bir ÇKKV yöntemidir.

5. Bulgular (Findings)

Bu çalışmada lojistik faaliyetlerinde havayolu taşıma modunu kullanan işletmelere yönelik olarak hava kargo şirketi seçimi uygulaması yapılmaktadır. Detaylı alan incelemesi ve uzman görüşmeleri sonucunda kaos durumu koşullarında hava kargo şirketi seçimine yönelik beş ana kriter ve 26 alt kriter belirlenmiştir. Ana kriterler (C₁) Ekonomik, (C₂) Sosyal, (C₃) Lojistik 4.0, (C₄) Lokasyon ve (C₅) Kalite olarak belirlenmiştir. Ana kriterlerden (C₁) beş alt kriter, (C₂) yedi alt kriter, (C₃) dört alt kriter, (C₄) üç alt kriter, (C₅) ise yedi alt kriter sahiptir. Uygulama kısmında, değerlendirme yapabilmek için, hava kargo taşımacılığı sektöründe en az 15 yıl tecrübeye sahip olan beş lojistik uzmanı ile görüşülmüştür.

Karar Verici 1: Hava kargo hizmeti veren yerli bir firmada operasyon müdürü olarak görev yapmaktadır. Hava kargo sektöründe belirli firmalarda 16 yıllık sektör tecrübesine sahiptir.

Karar Verici 2: Hava kargo hizmeti veren yerli bir firmada hava kargo ithalat sorumlusu olarak görev yapmaktadır. Hava kargo sektöründe 17 yıllık iş tecrübesine sahiptir.

Karar Verici 3: Hava kargo hizmeti veren yerli bir firmada hava kargo ihracat sorumlusu olarak görev yapmaktadır. Hava kargo sektöründe 15 yıllık iş tecrübesine sahiptir.

Karar Verici 4: Hava kargo hizmeti veren yerli bir firmada bölge hava kargo müdürü olarak görev yapmaktadır. Hava kargo sektöründe 16 yıllık iş tecrübesine sahiptir.

Karar Verici 5: Hava kargo hizmeti veren yerli bir firmada hava kargo müdürü olarak görev yapmaktadır. Hava kargo sektöründe 18 yıllık iş tecrübesine sahiptir.

Kaos durumlarında hava kargo seçimi uygulamasına yönelik; uzmanlar sade ve anlaşılır Bayesian BWM değerlendirme formlarını doldurarak kriterlerin önem sıralamalarını belirlemişlerdir. Kriterler arası ikili karşılaştırma yapılarak her bir karar vericinin değerlendirmeleri elde edilmiştir. Tablo 2 ve Tablo 3'de hava kargo şirketi seçiminde ana kriterler için karar vericilerin en iyi ve en kötü kriterlere yönelik ikili karşılaştırmaları yer almaktadır. İkili karşılaştırmalar 1-9 skalasına göre uygulanmaktadır. "1" değeri eşit derecede önemli "9" değer ise aşırı derecede önemli anlamına gelmektedir.

Tablo 2. Karar Vericilerin en önemli kriter ve diğer kriterler arasındaki ikili karşılaştırma matrisi
(Pairwise comparison matrix between decision makers' most important criteria and other criteria)

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
<i>Karar Verici 1'e göre C₁ en önemli ana kriter seçilmiştir.</i>	1	9	4	6	3
<i>Karar Verici 2'e göre C₁ en önemli ana kriter seçilmiştir.</i>	1	5	3	7	6
<i>Karar Verici 3'e göre C₅ en önemli ana kriter seçilmiştir.</i>	3	4	6	5	1
<i>Karar Verici 4'e göre C₁ en önemli ana kriter seçilmiştir.</i>	1	6	5	3	4
<i>Karar Verici 5'e göre C₃ en önemli ana kriter seçilmiştir.</i>	3	7	1	8	4

Tablo 3. Karar Vericilerin diğer kriterler ve en önemsiz kriterler arasında ikili karşılaştırma matrisi
(Pairwise comparison matrix of decision makers between other criteria and the least important criteria)

	Karar Verici 1'e göre C ₄ en kötü ana kriter seçilmiştir	Karar Verici 2'e göre C ₃ en kötü ana kriter seçilmiştir	Karar Verici 3'e göre C ₁ en kötü ana kriter seçilmiştir	Karar Verici 4'e göre C ₄ en kötü ana kriter seçilmiştir	Karar Verici 5'e göre C ₄ en kötü ana kriter seçilmiştir
C ₁	8	7	1	6	5
C ₂	1	3	4	2	3
C ₃	4	1	5	6	7
C ₄	5	7	5	1	1
C ₅	6	6	4	6	8

Tablo 3’de diğer kriterlerin karar vericiler tarafından en önemsiz olarak görülen kriterlere göre ikili karşılaştırmaları verilmiştir.

5.1. Bayesian BWM Yöntemi Sonuçları (The Results of Bayesian BWM)

Bayesian BWM yönteminin uygulanması için PYTHON programlama dilinde kodlar yazılmış olup, bunun için Intel Core i5, 2GHz, 16 GB RAM’e sahip bir bilgisayar kullanılmıştır. Bayesian BWM yönteminin PYTHON programlama dilinde oluşturulması ile elde edilen sonuçlara göre ana kriter ağırlıkları; $W_1= 0,2770$, $W_2= 0,1252$, $W_3= 0,2029$, $W_4= 0,1486$, ve $W_5= 0,2462$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalardan elde edilen sonuçlara göre kaos durumunda Ekonomik ve Kalite ana kriterleri hava kargo şirketi seçiminde karar vericilerin görüşüne göre önemli kriterler olarak belirlenmiştir.

Tablo 4’de hava kargo şirketi seçiminde karar vericilerin değerlendirmelerine göre ana kriterlerin birbirleri arasındaki ilişki ve güvenilirlik değerleri gösterilmiştir. Buna göre; C_1 değeri, ok yönünde C_2 kriterini göstermektedir. Bu (C_1) Ekonomik kriterinin (C_2) Sosyal kritere göre daha önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca tüm okların göstermiş olduğu (C_2) Sosyal ana kriteri en az önemli ana kriter olduğu görülmektedir. Okların üzerindeki ifadeler, 0-1 arasında değer alabilmekte ve güvenilirlik değerini ifade etmektedir. Bayesian BWM yönteminin uygulanmasının sonucu olarak ekonomik kriter (C_1),

alternatiflerin seçiminde en önemli olan kriterdir. Bu sonuç ilgili alandaki bazı çalışmaların sonucu ile paralellik göstermektedir [34, 35], . İkinci önemli olan kriter ise kalite kriteri (C_5) olarak bulunmuştur. Ardından sırasıyla lojistik 4.0 (C_3), lokasyon (C_4) ve sosyal kriterleri (C_2) gelmektedir.

Ana kriterler için uygulanan en önemli ve en önemsiz kriterlerin ikili karşılaştırma hesaplamaları tüm alt kriterler için uygulanmıştır. Ardından Bayesian BWM yönteminin işlem adımlarının uygulanması sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 4’te yer almaktadır. Elde edilen verilere göre kaos durumu altında hava kargo şirketi seçiminde Ekonomik, Kalite ve Lojistik 4.0 ana kriterleri ve buna bağlı alt kriterler ön plana çıkmaktadır. Bayesian BWM sonuçlarına göre nihai ağırlıklarına göre C_{11} Hizmet Maliyeti (0,0972), C_{31} Hız (0,0972) ve C_{41} Coğrafi Yakınlık (0,0712) en önemli üç kriter olarak elde edilmiştir. Kaos durumlarında, karar vericilerin değerlendirmesi sonucunda, bu üç kriter taşımacılıkta hava kargonun tercih sebebinin elde etmektedir.

5.2. WASPAS Yöntemi Sonuçları (The Results of WASPAS Method)

Hava kargo taşımacılığında, havacılığın pahalı ve katı kuralları olması sebebiyle sınırlı sayıda faaliyet gösteren ve üst düzey hizmet sağlayan firmalar bulunmaktadır. WASPAS yönteminin değerlendirmesi için karar vericiler öncelikle 26 seçim kriterini göz önünde bulundurarak değerlendirmeye konu olacak hava kargo firmalarını belirlemiştir.

Tablo 4. Bayesian BWM Değerleri (Bayesian BWM Values)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	-	1,00	0,99	0,70	0,90
C_2	1,00	-	0,74	1,00	0,97
C_3	0,99	0,74	-	0,98	0,88
C_4	0,70	1,00	0,98	-	0,78
C_5	0,90	0,97	0,88	0,78	-

Tablo 5. Kriterler ağırlıkları (Criterion weight)

Ana Kriter	Ağırlık Değeri	Alt Kriter	Ağırlık Değeri	Küresel Ağırlık Değeri
C_1	0,2770	C_{11}	0,3509	0,0972
		C_{12}	0,1314	0,0364
		C_{13}	0,2109	0,0584
		C_{14}	0,1696	0,0470
		C_{15}	0,1369	0,0379
		C_{21}	0,2224	0,0278
C_2	0,1252	C_{22}	0,1639	0,0205
		C_{23}	0,1539	0,0193
		C_{24}	0,0960	0,0120
		C_{25}	0,1866	0,0234
		C_{26}	0,0787	0,0099
		C_{27}	0,0981	0,0123
C_3	0,2029	C_{31}	0,4790	0,0972
		C_{32}	0,2034	0,0413
		C_{33}	0,2057	0,0417
		C_{34}	0,1116	0,0226
C_4	0,1486	C_{41}	0,4790	0,0712
		C_{42}	0,2384	0,0354
		C_{43}	0,2825	0,0420
		C_{51}	0,1920	0,0473
		C_{52}	0,1475	0,0363
		C_{53}	0,1449	0,0357
C_5	0,2462	C_{54}	0,1009	0,0248
		C_{55}	0,1674	0,0412
		C_{56}	0,1391	0,0342
		C_{57}	0,1079	0,0266

şirketler için en az risk oluşturacağı analizi yapılmıştır. Bu analiz, sadece hava kargo sektöründe uzun yıllar çalışmış sektördeki uzmanların değerlendirmelerine göre yapılmıştır. Analiz yapılırken daha önce hava kargo endüstrisi uygulamalarında hiç kullanılmayan Bayesian BWM yöntemi kullanılmıştır. Bayesian BWM yöntemiyle 5 ana kriter ve 26 alt kriterin ağırlıkları elde edilmiştir. Bayesian BWM ile entegre kullanılan WASPAS yöntemi Alternatif 2 hava kargo firmasının her türlü kaos koşulunda lojistik taşıyıcı olarak seçilmesi gerektiğini göstermiştir. Bu çalışma ile Bayesian BWM ve WASPAS yöntemleri, hava kargo taşıyıcı sektörüne yönelik entegre olarak literatürde ilk kez kullanılmıştır.

Önerilen çerçevenin çeşitli yönetsel etkileri bulunmaktadır: Hava kargo şirketlerinin verimliliği ve etkinliği, şirketler ve tüm ekonomik sistem için önemli bir faktördür. Hava kargosuna duyulan ihtiyaç, COVID-19 gibi öngörülemeyen ve beklenilmeyen kaos koşullarında daha belirgindir. Bu gibi kaos durumlarında, hava kargo şirketlerinin performansı, insanlara yardımların ulaştırılması ve uluslararası ticaret düzeyinde kilit bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada sunulan çerçeveyi uygulayarak yöneticiler ve karar alıcılar işletmelerin operasyonlarının verimliliğini daha iyi anlayacaklardır. Hava kargo şirketinin seçiminde etkili olan faktörleri kendi değerlendirmelerine göre sıralayabilecekler ve operasyonları için en uygun şirketi seçebileceklerdir. Bulanık sayılar ile dilsel değerlendirmeleri ifade etme esnekliği sunulabilir ve karar alıcıların görüşlerine dayalı olarak seçim prosedürü geliştirilebilir. Alternatif hava kargo şirketlerinin sıralaması, operasyonel verimliliği ve pazar payını artıracak eylem planlarını belirlemek amacıyla kullanılabilir.

Bu çalışmanın beş karar verici ile yapılmış olması ve kaos ortamına yönelik yapılmış olması çalışmayı sınırlandırmaktadır. Bunun sebebi hava kargo sektörünün gelişiminin son yıllarda daha hızlı ve yaygın hale gelmesinden dolayı, sektörde yeterince tecrübeli uzman bulunmamasından kaynaklanmaktadır. Yakın zamandaki Covid-19 salgını soğuk zincirin önemini artırmış ve hava kargo şirketlerini daha da hayati hale getirmiştir. Bu nedenle, çalışma küresel salgının etkileri henüz atlatılırken bu ortama yönelik olarak tasarlanmıştır.

7. Sonuçlar ve Tartışmalar (Results and Discussions)

Günümüzün zorlu ekonomik şartları, küresel rekabet ve istikrarsızlık nedeniyle, işletmeler nihai hedeflerinden çok fazla sapmayı göze alamamaktadır. Bu nedenle; çoğu işletme, temel performansları için hayati önem taşımayan bazı hizmetleri dışarıdan temin etmeyi tercih etmektedir. Bu bağlamda, bazı işletmeler strateji olarak çeşitli operasyonlarını üçüncü parti işletmelere devretme eğiliminde olmaktadır. Birçok işletme, bu seçeneği karlarına yönelik bir tehdit olarak değil, rakiplerine karşı bir avantaj olarak görmeyi tercih etmektedir. Bu çalışma, COVID-19 pandemisi gibi kaos ortamında işletmelerin sıkça kullandığı hava kargo şirketi seçimini vurgulamakta ve seçim için yeni bir karar verme çerçevesi önermektedir. Bu karar çerçevesi Bayesian BWM ve WASPAS ÇKKV yöntemlerini içermektedir.

Önerilen çerçeveye hava kargo şirketi seçimine ilişkin beş ana kriter ve 26 alt kriter değerlendirilmektedir. Uzmanlar tarafından ikili karşılaştırma şeklinde değerlendirilen kriterler ve alt kriterler Bayesian BWM ile ağırlıklandırılmaktadır. Elde edilen ağırlık değerleri ile işletmelerden elde edilen veriler bir araya getirilerek WASPAS'a girdi sağlanmaktadır. Ayrıca, elde edilen ağırlık değerleri kullanılarak karşılaştırma ve duyarlılık analizi çalışmaları yapılmaktadır. Bayesian BWM'nin sonuçlarına göre, ekonomik kriterler hava kargo taşıyıcı firma seçiminde en önde yer almaktadır. Bunun sebebi, hava kargo taşımacılığının pahalı bir sektör olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum ise alternatiflerin seçimlerine yansımaktadır. Uygulamalarda WASPAS, COPRAS ve TOPSIS

sonuçlarına göre tek bir alternatif firma sektör gerekliliklerini karar verici değerlendirmelerine göre sağlamaktadır. Operasyonlardan kaynaklı hatalardan oluşan maliyetlerin ağır olduğu ve operasyon süreçlerinin pahalı olduğu bu sektörde, karar vericilerin değerlendirmeleri sonucu her yöntemde ilk sırada yer alan hava kargo firması lojistik operasyonlar için tercih edilerek riskler en aza indirilmelidir.

Bu çalışma ile, kaos durumu altında hava kargo şirketi seçimi için karar vericilerin değerlendirmelerine dayalı yeni bir ÇKKV modeli önerilmiştir. Bununla birlikte, reel veriler kullanılarak hava kargo şirketi seçiminin objektif değerlendirilmesi yapılabilir. Ayrıca önerilen ÇKKV modeli kaos durumunda önemi artan imalat, sağlık, eğitim ve turizm sektörü diğer sektörlerin değerlendirilmesi için uygulanabilir. Değerlendirme sürecindeki belirsizliği daha iyi modelleyebilmek için farklı bulanık kümeler ve uzantıları ile önerilen modelin karşılaştırması sağlanabilir. Son olarak, WASPAS yerine farklı ÇKKV yöntemlerinden yararlanılarak modelin genişlemesi yapılabilir.

Kaynaklar (References)

1. Sahu N.K., Sahu A. K., ve Sahu A. K., Appraisal and benchmarking of third-party logistic service provider by exploration of risk-based approach, *Cogent Bus. Manag.*, 2 (1),1121637, 2015.
2. Malighetti P., Martini G., Redondi R., ve Scotti D., Air transport networks of global integrators in the more liberalized Asian air cargo industry, *Transp. Policy*, 80, 12–23, 2019.
3. Choi T.-M., Risk analysis in logistics systems: A research agenda during and after the COVID-19 pandemic, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*,145, 102190, 2021.
4. Zhang A., Zhang Y., Issues on liberalization of air cargo services in international aviation, *J. Air Transp. Manag.*, 8 (5), 275–287, 2002.
5. Lange A., Does cargo matter? The impact of air cargo operations on departure on-time performance for combination carriers, *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, 119, 214–223, 2019.
6. Kasarda J. D., Green J. D., Air cargo as an economic development engine: A note on opportunities and constraints, *J. Air Transp. Manag.*, 11 (6), 459–462, 2005.
7. Yamaguchi K., International trade and air cargo: Analysis of US export and air transport policy, *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, 44 (4), 653–663, 2008.
8. Atayah O. F., Dhiab M. M., Najaf K., Frederico G. F., Impact of COVID-19 on financial performance of logistics firms: evidence from G-20 countries” *J. Glob. Oper. Strateg. Sourc.*, 15 (2), 172-196, 2021.
9. Li T., A SWOT analysis of China's air cargo sector in the context of COVID-19 pandemic, *J. air Transp. Manag.*, 88, 101875, 2020.
10. Delgado F., Sirhan C., Katscher M., Larrain H., Recovering from demand disruptions on an air cargo network, *J. Air Transp. Manag.*, 85, 101799, 2020.
11. Lee H.-H., Yang T.-T., Chen C.-B., Chen Y.-L., A fuzzy hierarchy integral analytic expert decision process in evaluating foreign investment entry mode selection for Taiwanese bio-tech firms, *Expert Syst. Appl.*, 38 (4), 3304–3322, 2011.
12. Percin S., Evaluation of third-party logistics (3PL) providers by using a two-phase AHP and TOPSIS methodology, *Benchmarking An Int. J.*, 16 (5), 588-604, 2009.
13. Bansal A., Kumar P., 3PL selection using hybrid model of AHP-PROMETHEE, *Int. J. Serv. Oper. Manag.*, 14 (3), 373–397, 2013.
14. Liu Y., Zhou P., Li L., Zhu F., An interactive decision-making method for third-party logistics provider selection under hybrid multi-criteria, *Symmetry (Basel)*, 12 (5), 729, 2020.
15. Vazifehdan M. N., Darestani S. A., Green logistics outsourcing employing multi criteria decision making and quality function deployment in the petrochemical industry, *Asian J. Shipp. Logist.*, 35 (4), 243–254, 2019.
16. Chan F. T. S., Kumar N., Tiwari M. K., Lau H. C. W., Choy K. L., Global supplier selection: A fuzzy-AHP approach, *Int. J. Prod. Res.*, 46 (14), 3825–3857, 2008.
17. Pamucar D., Chatterjee K., Zavadskas E. K., Assessment of third-party logistics provider using multi-criteria decision-making approach based on interval rough numbers, *Comput. Ind. Eng.*, 127, 383–407, 2019.

18. Yayla A. Y., Oztekin A., Gumus A. T., Gunasekaran A., A hybrid data analytic methodology for 3PL transportation provider evaluation using fuzzy multi-criteria decision making, *Int. J. Prod. Res.*, 53 (20), 6097–6113, 2015.
19. Ejem E. A., Uka C. M., Dike D. N., Ikeogou C. C., Igboanusi C. C., Chukwu O. E., Evaluation and selection of Nigerian third-party logistics service providers using multi-criteria decision models, *LOGI-Scientific J. Transp. Logist.*, 12 (1), 135–146, 2021.
20. Delice E. K., A fuzzy multicriteria model for airline companies selection, *Journal of Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 31 (2), 263-276, 2016.
21. Özbek A., Eren T., Multiple criteria decision making methods for selecting third party logistics firms: A literatur review, *Sigma*, 31, 178–202, 2013.
22. Ho W., Xu X., Dey P. K., Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review, *Eur. J. Oper. Res.*, 202 (1), 16–24, 2010.
23. Mardani A., Zavadskas E. K., Khalifah Z., Jusoh A., Nor K. M. D., Multiple criteria decision-making techniques in transportation systems: A systematic review of the state of the art literature, *Transport*, 31 (3), 359–385, 2016.
24. Kannan D., Govindan K., Rajendran S., Fuzzy axiomatic design approach based green supplier selection: a case study from Singapore, *J. Clean. Prod.*, 96, 194–208, 2015.
25. Aguezoul A., Third-party logistics selection problem: A literature review on criteria and methods, *Omega*, 49, 69–78, 2014.
26. Govindan K., Kadziński M., Ehling R., Miebs G., Selection of a sustainable third-party reverse logistics provider based on the robustness analysis of an outranking graph kernel conducted with ELECTRE I and SMAA, *Omega*, 85, 1–15, 2019.
27. Chen Z.-S., Zhang X., Govindan K., Wang X.-J., Chin K.-S., Third-party reverse logistics provider selection: A computational semantic analysis-based multi-perspective multi-attribute decision-making approach, *Expert Syst. Appl.*, 166, 114051, 2021.
28. Roy J., Pamucar D., Kar S., Evaluation and selection of third party logistics provider under sustainability perspectives: an interval valued fuzzy-rough approach, *Ann. Oper. Res.*, 293 (2), 669–714, 2020.
29. Liao H., Wu D., Huang Y., Ren P., Xu Z., Verma M., Green logistic provider selection with a hesitant fuzzy linguistic thermodynamic method integrating cumulative prospect theory and PROMETHEE, *Sustainability*, 10 (4), 1291, 2018.
30. Singh R. K., Gunasekaran A., Kumar P., Third party logistics (3PL) selection for cold chain management: a fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS approach, *Ann. Oper. Res.*, 267 (1), 531–553, 2018.
31. Wang C.-N., Nguyen N.-A.-T., Dang T.-T., Lu C.-M., A compromised decision-making approach to third-party logistics selection in sustainable supply chain using fuzzy AHP and fuzzy VIKOR methods, *Mathematics*, 9 (8), 886, 2021.
32. Kannan G., Fuzzy approach for the selection of third party reverse logistics provider, *Asia Pacific J. Mark. Logist.*, 21 (3), 397-416, 2009.
33. Govindan K., Murugesan P., Selection of third-party reverse logistics provider using fuzzy extent analysis, *Benchmarking An Int. J.*, 18 (1), 149-167, 2011.
34. Yang Y. H., Van Hui Y., Leung L. C., Chen G., An analytic network process approach to the selection of logistics service providers for air cargo, *J. Oper. Res. Soc.*, 61 (9), 1365–1376, 2010.
35. Durak M. Ş., Yilmaz A. K., Airline selection criteria at air cargo transportation industry, *Transp. Logist.*, 16 (40), 10–18, 2016.
36. Yanilmaz S., Baskak D., Yucesan M., Gul M., Extension of FEMA and SMUG models with Bayesian best-worst method for disaster risk reduction, *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, 66, 102631, 2021.
37. Liu P., Hendalianpour A., Hamzehlou M., Feylizadeh M. R., Razmi J., Identify and rank the challenges of implementing sustainable supply chain blockchain technology using the bayesian best worst method, *Technol. Econ. Dev. Econ.*, 27 (3), 656–680, 2021.
38. Munim Z. H., Balasubramaniyan S., Kouhizadeh M., Hossain N. U. I., Assessing blockchain technology adoption in the Norwegian oil and gas industry using Bayesian Best Worst Method, *J. Ind. Inf. Integr.*, 28, 100346, 2022.
39. Liang M., Li W., Ji J., Zhou Z., Zhou Y., Zhou H., Guo S., Evaluating the Comprehensive Performance of 5G Base Station: A Hybrid MCDM Model Based on Bayesian Best-Worst Method and DQ-GRA Technique, *Math. Probl. Eng.*, 2022, 1-15, 2022.
40. Zhang Y., Zhao H., Li B., Zhao Y., Qi Z., Research on credit rating and risk measurement of electricity retailers based on Bayesian Best Worst Method-Cloud Model and improved Credit Metrics model in China's power market, *Energy*, 252, 124088, 2022.
41. Alkan R., Yucesan M., Gul M., A Multi-attribute Decision-Making to Sustainable Construction Material Selection: A Bayesian BWM-SAW Hybrid Model, *The International Workshop on Best-Worst Method*, Delft Hollanda, 67–78, 10-11 Haziran, 2021.
42. Ma X., Li N., Tao X., Xu H., Peng F., Che Y., Guo S., The optimal selection of electrochemical energy storage using Bayesian BWM and TOPSIS method, *6th International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE)*, Shanghai Çin, 610–614, 20-22 Aralık, 2019.
43. Gupta H., Yadav A. K., Kusi-Sarpong S., Khan S. A., Sharma S. C., Strategies to overcome barriers to innovative digitalisation technologies for supply chain logistics resilience during pandemic, *Technol. Soc.*, 69, 101970, 2022.
44. Schutte N., Tavasszy L., Bombelli A., Rezaei J., A Value-Focused Approach for the Design of Innovative Logistics Concepts: The Case of Off-Peak Pickup and Delivery in the Air Cargo Industry, *The International Workshop on Best-Worst Method*, Delft Hollanda, 110–129, 10-11 Haziran, 2021.
45. Fahim P. B. M., Rezaei J., Montreuil B., Tavasszy L., Port performance evaluation and selection in the Physical Internet, *Transp. Policy*, 124 (2022), 83-94, 2021.
46. Chauhan A., Jakhar S. K., Mangla S. K., Socio-technological framework for selecting suppliers of pharmaceuticals in a pandemic environment, *J. Enterp. Inf. Manag.*, 2022.
47. Akpınar M. E., Third-Party Logistics (3PL) Provider Selection Using Hybrid Model of SWARA and WASPAS, *Int. J. Pure Appl. Sci.*, 7 (3), 371–382, 2021.
48. Sremac S., Stević Ž., Pamucar D., Arsić M., Matić B., Evaluation of a third-party logistics (3PL) provider using a rough SWARA–WASPAS model based on a new rough dombi aggregator, *Symmetry (Basel)*, 10 (8), 305, 2018.
49. Nguyen N. B. T., Lin G.-H., Dang T.-T., Fuzzy multi-criteria decision-making approach for online food delivery (OFD) companies evaluation and selection: A case study in Vietnam, *Processes*, 9 (8), 1274, 2021.
50. Masoomi B., Sahebi I. G., Fathi M., Yıldırım F., Ghorbani S., Strategic supplier selection for renewable energy supply chain under green capabilities (fuzzy BWM-WASPAS-COPRAS approach), *Energy Strateg. Rev.*, 40, 100815, 2022.
51. Torkayesh S. E., Iranizad A., Torkayesh A. E., Basit M. N., Application of BWM-WASPAS model for digital supplier selection problem: A case study in online retail shopping, *J. Ind. Eng. Decis. Mak.*, 1 (1), 12–23, 2020.
52. Jayant A., Chandan A. K., Singh S., Sustainable supplier selection for battery manufacturing industry: A MOORA and WASPAS Based Approach, *Journal of Physics: Conference Series*, 1240(1), Haryana Hindistan, 12015, 18-22 Şubat 2019.
53. Hsu C.-C., Liou J. J. H., Chuang Y.-C., Integrating DANP and modified grey relation theory for the selection of an outsourcing provider, *Expert Syst. Appl.*, 40 (6), 2297–2304, 2013.
54. [54] Bai C., Sarkis J., Integrating and extending data and decision tools for sustainable third-party reverse logistics provider selection, *Comput. Oper. Res.*, 110, 188–207, 2019.
55. Falsini D., Fondi F., Schiraldi M. M., A logistics provider evaluation and selection methodology based on AHP, DEA and linear programming integration, *Int. J. Prod. Res.*, 50 (17), 4822–4829, 2012.
56. Zerbakhshnia N., Wu Y., Govindan K., Soleimani H., A novel hybrid multiple attribute decision-making approach for outsourcing sustainable reverse logistics, *J. Clean. Prod.*, 242, 118461, 2020.
57. Bahadori M., Hosseini S. M., Teymourzadeh E., Ravangard R., Raadabadi M., Alimohammadzadeh K., A supplier selection model for hospitals using a combination of artificial neural network and fuzzy VIKOR, *Int. J. Healthc. Manag.*, 13 (4), 286–294, 2020.
58. Burney S. A., Ali S. M., Fuzzy multi-criteria based decision support system for supplier selection in textile industry, *IJCSNS*, 19 (1), 239, 2019.
59. Hudnurkar M., Ambekar S. S., Framework for measurement of supplier satisfaction, *Int. J. Product. Perform. Manag.*, 68 (8), 1475-1492, 2019.
60. Chen Y.-J., Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain, *Inf. Sci. (Ny)*, 181 (9), 1651–1670, 2011.

61. Akcan S., Güldeş M., Integrated multicriteria decision-making methods to solve supplier selection problem: a case study in a hospital, *J. Healthc. Eng.*, 2019, 1-10, 2019.
62. Wang T.-Y., Yang Y.-H., A fuzzy model for supplier selection in quantity discount environments, *Expert Syst. Appl.*, 36 (10), 12179–12187, 2009.
63. Li L., Zabinsky Z. B., Incorporating uncertainty into a supplier selection problem, *Int. J. Prod. Econ.*, 134 (2), 344–356, 2011.
64. Perçin S., Min H., A hybrid quality function deployment and fuzzy decision-making methodology for the optimal selection of third-party logistics service providers, *Int. J. Logist. Res. Appl.*, 16 (5), 380–397, 2013.
65. Sasikumar P., Haq A. N., Integration of closed loop distribution supply chain network and 3PRLP selection for the case of battery recycling, *Int. J. Prod. Res.*, 49 (11), 3363–3385, 2011.
66. Sharma M., Luthra S., Joshi S., Kumar A., Developing a framework for enhancing survivability of sustainable supply chains during and post-COVID-19 pandemic, *Int. J. Logist. Res. Appl.*, 1–21, 2020.
67. Zamiela C., Hossain N. U. I., Jaradat R., Enablers of resilience in the healthcare supply chain: A case study of US healthcare industry during COVID-19 pandemic, *Res. Transp. Econ.*, 101174, 2021.
68. Vahidi F., Torabi S. A., Ramezankhani M. J., Sustainable supplier selection and order allocation under operational and disruption risks, *J. Clean. Prod.*, 174, 1351–1365, 2018.
69. Amindoust A., Ahmed S., Saghafinia A., Bahreininejad A., Sustainable supplier selection: A ranking model based on fuzzy inference system, *Appl. Soft Comput. J.*, 12 (6), 1668–1677, 2012.
70. Luthra S., Govindan K., Kannan D., Mangla S. K., Garg C. P., An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains, *J. Clean. Prod.*, 140, 1686–1698, 2017.
71. Chaharsooghi S. K., Ashrafi M., Sustainable supplier performance evaluation and selection with neofuzzy TOPSIS method, *Int. Sch. Res. Not.*, 2014, 1-10, 2014.
72. Linder C., Seidenstricker S., How does a component from a supplier with high reputation for product innovation improve the perception of a final offering? A process perspective, *Eur. Manag. J.*, 36 (2), 288–299, 2018.
73. Manello A., Calabrese G., The influence of reputation on supplier selection: An empirical study of the European automotive industry, *J. Purch. Supply Manag.*, 25 (1), 69–77, 2019.
74. Chen T., Wang Y.-C., Wu H.-C., Analyzing the impact of vaccine availability on alternative supplier selection amid the COVID-19 pandemic: a cFGM-FTOPSIS-FWI approach, *Healthcare*, 9(1), 71, 2021.
75. Qureshi M. N., Kumar D., Kumar P., An integrated model to identify and classify the key criteria and their role in the assessment of 3PL services providers, *Asia Pacific J. Mark. Logist.*, 2008.
76. Jharkharia S., Shankar R., Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach, *Omega*, 35 (3), 274–289, 2007.
77. Yu B., Guo Z., Asian S., Wang H., Chen G., Flight delay prediction for commercial air transport: A deep learning approach, *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, 125, 203–221, 2019.
78. Subramoniam R., Huisingh D., Chinnam R. B., Subramoniam S., Remanufacturing Decision-Making Framework (RDMF): research validation using the analytical hierarchical process, *J. Clean. Prod.*, 40, 212–220, 2013.
79. Rouyendegh B. D., Yildizbasi A., Üstünyer P., Intuitionistic fuzzy TOPSIS method for green supplier selection problem, *Soft Comput.*, 24 (3), 2215–2228, 2020.
80. Tadić S., Zečević S., Krstić M., A novel hybrid MCDM model based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy VIKOR for city logistics concept selection, *Expert Syst. Appl.*, 41 (18), 8112–8128, 2014.
81. Awasthi A., Adetiloye T., Crainic T. G., Collaboration partner selection for city logistics planning under municipal freight regulations, *Appl. Math. Model.*, 40 (1), 510–525, 2016.
82. Sharma S. K., Kumar V., Optimal selection of third-party logistics service providers using quality function deployment and Taguchi loss function, *Benchmarking An Int. J.*, 22 (7), 1281-1300, 2015.
83. Zarbakhshnia N., Soleimani H., Ghaderi H., Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria, *Appl. Soft Comput.*, 65, 307–319, 2018.
84. Azadnia A. H., Saman M. Z. M., Wong K. Y., Sustainable supplier selection and order lot-sizing: An integrated multi-objective decision-making process, *Int. J. Prod. Res.*, 53 (2), 383–408, 2015.
85. Awasthi A., Govindan K., Gold S., Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach, *Int. J. Prod. Econ.*, 195, 106–117, 2017.
86. Xu L., Kumar D. T., Shankar K. M., Kannan D., Chen G., Analyzing criteria and sub-criteria for the corporate social responsibility-based supplier selection process using AHP, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 68(1), 907–916, 2013.
87. Kannan D., Role of multiple stakeholders and the critical success factor theory for the sustainable supplier selection process, *Int. J. Prod. Econ.*, 195, 391–418, 2018.
88. Kumar D. T., Palaniappan M., Kannan D., Shankar K. M., Analyzing the CSR issues behind the supplier selection process using ISM approach, *Resour. Conserv. Recycl.*, 92, 268–278, 2014.
89. Bjelobrk N., Nabavi M., Poulikakos D., Acoustic levitator for contactless transport and mixing of droplets in air, *J. Acoust. Soc. Am.*, 130 (4), 2370, 2011.
90. Choy K. L., Li, C.-L., So S. C. K., Lau H., Kwok, S. K., Leung D., Managing uncertainty in logistics service supply chain, *Int. J. Risk Assess. Manag.*, 7 (1), 19–43, 2007.
91. Jayant A., Gupta P., Garg S. K., Khan M., TOPSIS-AHP based approach for selection of reverse logistics service provider: a case study of mobile phone industry, *Procedia Eng.*, 97, 2147–2156, 2014.
92. Ho W., He T., Lee C. K. M., Emrouznejad A., Strategic logistics outsourcing: An integrated QFD and fuzzy AHP approach, *Expert Syst. Appl.*, 39 (12), 10841–10850, 2012.
93. Hasan M. M., Jiang D., Ullah A. M. M. S., Noor-E-Alam M., Resilient supplier selection in logistics 4.0 with heterogeneous information, *Expert Syst. Appl.*, 139, 112799, 2020.
94. Peng J., Selection of logistics outsourcing service suppliers based on AHP, *Energy Procedia*, 17, 595–601, 2012.
95. Kusi-Sarpong S., Gupta H., Khan S. A., Chiappetta Jabbour C. J., Rehman S. T., Kusi-Sarpong H., Sustainable supplier selection based on industry 4.0 initiatives within the context of circular economy implementation in supply chain operations, *Prod. Plan. Control*, 1–21, 2021.
96. Peng X., Deng D., Cheng S., Wen J., Li Z., Niu L., Key technologies of electric power big data and its application prospects in smart grid, *Proc. CSEE*, 35 (3), 503–511, 2015.
97. Agrebi M., Abed M., Decision-making from multiple uncertain experts: case of distribution center location selection, *Soft Comput.*, 25 (6), 4525–4544, 2021.
98. Ecer F., Third-party logistics (3PLs) provider selection via Fuzzy AHP and EDAS integrated model, *Technol. Econ. Dev. Econ.*, 24 (2), 615–634, 2018.
99. Awasthi A., Chauhan S. S., Goyal S. K., A multi-criteria decision making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty, *Math. Comput. Model.*, 53 (1–2), 98–109, 2011.
100. Awasthi A., Chauhan S. S., A hybrid approach integrating Affinity Diagram, AHP and fuzzy TOPSIS for sustainable city logistics planning, *Appl. Math. Model.*, 36 (2), 573–584, 2012.
101. Kunadhamraks P., Hanaoka S., Evaluating the logistics performance of intermodal transportation in Thailand, *Asia Pacific J. Mark. Logist.*, 20 (3), 323–342, 2008.
102. Liou J. J. H., Chuang Y.-T., Developing a hybrid multi-criteria model for selection of outsourcing providers, *Expert Syst. Appl.*, 37 (5), 3755–3761, 2010.
103. Efindigil T., Önüt S., Kongar E., A holistic approach for selecting a third-party reverse logistics provider in the presence of vagueness, *Comput. Ind. Eng.*, 54 (2), 269–287, 2008.
104. Bottani E., Rizzi A., A fuzzy TOPSIS methodology to support outsourcing of logistics services, *Supply Chain Manag. An Int. J.*, 11 (4), 294–308, 2006.
105. Göl H., Çatay B., Third-party logistics provider selection: insights from a Turkish automotive company, *Supply Chain Manag. An Int. J.*, 12 (6), 379–384, 2007.
106. Li Y.-L., Ying C.-S., Chin K.-S., Yang H.-T., Xu J., Third-party reverse logistics provider selection approach based on hybrid-information MCDM and cumulative prospect theory, *J. Clean. Prod.*, 195, 573–584, 2018.

107. Rezaei J., Best-worst multi-criteria decision-making method, *Omega*, 53, 49–57, 2015.
108. Mohammadi M., Rezaei J., Bayesian best-worst method: A probabilistic group decision making model, *Omega*, 96, 102075, 2020.
109. Zavadskas E. K., Turskis Z., Antucheviciene J., Zakarevicius A., Optimization of weighted aggregated sum product assessment, *Elektron. ir elektrotechnika*, 122 (6), 3–6, 2012.
110. Chakraborty S., Zavadskas E. K., Applications of WASPAS method in manufacturing decision making, *Informatika*, 25 (1), 1–20, 2014.
111. Mitra S., Leon S. M., Discrete choice model for air-cargo mode selection, *Int. J. Logist. Manag.*, 25 (3), 656-672, 2014.
112. Bierwirth B., Schocke K.-O., Lead-time optimization potential of digitization in Air Cargo, *Digitalization in Supply Chain Management and Logistics: Smart and Digital Solutions for an Industry 4.0 Environment*. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), 23, 75–98, 2017.