



Araştırma Makalesi • Research Article

Bulanık AHP ve Bulanık EDAS Yöntemleri İle Üçüncü Parti Lojistik Firması Seçimi

*Selection of The Third Party Logistics Company With Fuzzy AHP And Fuzzy EDAS Methods**

Ali Aygün Yürüyen,^{a,**} Alptekin Ulutaş^b

^a Mamak PTT Merkez Müdürlüğü, Ankara/Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-0323-7789

^b Dr. Öğr. Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, Sivas/Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-8130-1301

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 09 Temmuz 2020

Düzeltilme tarihi: 25 Kasım 2020

Kabul tarihi: 02 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Bulanık AHP

Bulanık EDAS

Çok Kriterli Karar Verme

Üçüncü Parti Lojistik

ARTICLE INFO

Article history:

Received 09 July 2020

Received in revised form 25 Nvember 2020

Accepted 02 December 2020

Keywords:

Fuzzy AHP

Fuzzy EDAS

Multiple Criteria Decision Making

Third Party Logistics

ÖZ

İşletmeler, rekabet avantajı elde etmek ve kar marjlarını artırmak için doğru ve uygun 3PL (üçüncü parti lojistik) firmaları ile çalışmalarını sürdürmektedir. Bu yüzden doğru ve uygun 3PL firması seçimi işletmeler için önemlidir. 3PL firması seçimi için birden fazla kriter dikkate alınmalıdır. Birden fazla kriter göz önünde bulundurulmasından dolayı çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri 3PL seçimi probleminde kullanılabilir. Bu çalışmada Bulanık AHP ve Bulanık EDAS yöntemlerinden oluşan bir bulanık ÇKKV modeli geliştirilmiştir ve geliştirilen modelin uygulaması Ankara’da bulunan bir askeri araç-gereç üreten fabrikada yapılmıştır. Kriter ağırlıklarının bulunmasında Bulanık AHP yöntemi kullanılırken, en uygun 3PL firmasının belirlenmesi için Bulanık EDAS yöntemi kullanılmıştır.

ABSTRACT

Businesses need to work with the right and appropriate 3PL (third party logistics) companies to gain competitive advantage and increase their profit margins. Therefore, choosing the right and the appropriate 3PL firm is important for businesses. More than one criteria should be taken into consideration for the selection of a 3PL company. Multi-criteria decision making (MCDM) methods can be used in the 3PL selection problem due to considering more than one criteria. In this study, a fuzzy MCDD model consisting of Fuzzy AHP and Fuzzy EDAS methods has been developed and the application of the developed model was made in military equipment producing factory in Ankara. While the Fuzzy AHP method was used to find the criteria weights, the Fuzzy EDAS method was used to determine the best 3PL firm.

1. Giriş

Sanayi kuruluşlarının tedarik zinciri maliyetlerinin azaltılabileceği ve müşteri memnuniyetinin yükseltilebileceği ehemmiyetli bir alandır lojistik (Xu vd., 2009; Li vd., 2012:1879). İşletmeler, lojistik faaliyetlerini kendi bünyelerinden yer almayan üçüncü parti lojistik firmalarına yaptırmaktadırlar.

Üçüncü parti lojistik (3PL), işletmelerin ana yetkinlikleri dışında olup, maliyetlerini artırdığını düşünülen faaliyetlerin tamamını ya da bir kısmını işletme dışındaki bir firmaya devretmesi olarak tanımlanabilir (Ashenbaum vd., 2005; Özbek vd., 2012: 46). 3PL hizmet sağlayıcıları, taşımacılık yönetimi, lojistik yönetimi, envanter yönetimi ve katma değerli hizmetlerdeki uzmanlığı bir araya getirmektedir. Lojistik faaliyetlerinin uzman 3PL hizmet sağlayıcıları tarafından yerine getirilmesi işletmelere,

*Bu çalışma birinci yazarın 2020 yılında Dr. Öğr. Üyesi Alptekin Ulutaş’ın danışmanlığında Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı’nda yürüttüğü “Bulanık AHP ve Bulanık EDAS Yöntemleri İle Üçüncü Parti Lojistik Firması Seçimi” başlıklı yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

** Sorumlu yazar/Corresponding author.

e-posta: aliaygunyuruyen@gmail.com

temel yeterliliklere yoğunlaşma, lojistik maliyetleri azaltma, verimliliği artırma, rekabet avantajı elde etme, performans iyileştirme ve tedarik zincirlerini yeniden yapılandırma gibi avantajlar sağlamaktadır. 3PL kullanan işletme sadece lojistik faaliyetler avantajı ile sınırlı kalmayıp ayrıca 3PL'nin tesislerinden, ekipmanlarından, yetişmiş insan gücünden ve bilgi teknolojilerinden de faydalanmaktadır (Li vd., 2012:1879).

Doğru ve uygun bir 3PL firması ile çalışmak işletmelere rekabet avantajı sağlayacağı gibi işletmeler lojistik maliyetlerini azaltıp, kar marjlarını artırabilirler. Bu yüzden 3PL firması seçimi işletmeler için çok önemli bir sorundur. 3PL firması seçiminde tek kriter (maliyet) baz alınarak seçim yapılırsa performansı düşük ve uygun olmayan bir 3PL firması seçilebilir. Bu yüzden 3PL firması seçiminde birden fazla kriter göz önünde bulundurulmalıdır. Bu seçim işleminde birden fazla kriter bulunduğu için dolayı ÇKKV yöntemleri bu işlemden kullanılabilir.

Bu çalışmada, Ankara'da askeri araç ve gereç, makine, teçhizat ve malzeme üretim sektöründe hizmet veren bir işletme için en uygun 3PL firması seçimi için Bulanık AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve Bulanık EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) yöntemlerinden oluşan bir bulanık ÇKKV modeli geliştirilmiştir. Bu çalışma, literatüre iki yönden katkı sunmayı amaçlamaktadır. İlk olarak Bulanık EDAS yöntemi ile ilgili Türkçe yayın sayısı literatürde az sayıda (Bayrakdaroğlu ve Kundakçı, 2019) bulunmaktadır. İkinci olarak Bulanık AHP ve Bulanık EDAS yöntemlerini entegre bir şekilde kullanan çalışma sayısı (Stević vd. 2019 ve Mukul vd. 2019) azdır. Gelecek bölüm 3PL seçimi ile ilgili çalışmaları ve bu çalışmada kullanılan yöntemler ile ilgili çalışmaları sunacaktır.

2. Literatür İncelemesi

Literatür incelemesi, (1) 3PL seçimi için yapılan çalışmalar, (2) Bulanık AHP yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalar (3) Bulanık EDAS yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalar olmak üzere üç yönlü olarak yapılmıştır.

2.1. 3PL Seçimi İçin Yapılan Çalışmalar

Literatürde, ÇKKV yöntemleri kullanılarak yapılan 3PL seçimi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. 3PL seçimi ile ilgili literatürde son beş yılda yapılan ulusal ve uluslararası çalışmaların bir kısmı aşağıda yer almaktadır.

Sharma ve Kumar (2015), optimal 3PL hizmet sağlayıcıyı seçmek için kalite fonksiyon yayılımı ve Taguchi kayıp fonksiyonunu birleştirerek entegre bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Bu seçim sürecinde maliyetler, teslim zamanı, hizmet kalitesi, esneklik ve itibar kriterleri göz önünde bulundurulmuştur.

Govindan ve Chaudhuri (2016), Hindistan'da yer alan bir çimento fabrikasının çalıştığı 3PL hizmet sağlayıcılarının karşılaştıkları riskleri DEMATEL yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda dâhili lojistik riskinin, diğer boyutlar üzerinde yüksek etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Müşteri ile ilgili lojistik risk ve finansal risk sırasıyla ikinci ve üçüncü sırada yer almaktadır. 3PL'lerin iç risklerinin hem finansal hem de

müşteri kaynaklı riskleri etkilediğini ve müşteri ile ilgili risklerin de finansal risklerle sonuçlandığını belirtmişlerdir.

Govindan vd. (2016), İran'da faaliyet gösteren bir otomobil imalat şirketi için 3PL hizmet sağlayıcı seçiminde Gri DEMATEL yöntemini kullanmışlardır. Değerlendirme sürecinde hizmet kalitesi, zamanında teslimat performansı, operasyonda esneklik, hizmetlerin maliyeti, müşteri servisi, lojistik bilgi sistemi, finansal istikrar, itibar, coğrafi konum, teknolojik yetenek, performans geçmişi ve insan kaynakları politikalarından oluşan 12 adet kriter dikkate alınmıştır.

Ghorabae vd. (2017), bir ev cihazı üreticisi için 3PL sağlayıcılarının seçimi için Aralık Tip-2 tabanlı CRITIC ve WASPAS yöntemlerini kullanmışlardır. Yazarlar, bu çalışmada sekiz 3PL firmasını, beklenen maliyet, hizmetler, kalite, esneklik, teslimat, risk ve finansal pozisyon kriterlerini dikkate alarak değerlendirmişlerdir.

Ecer (2018), mermer sektöründe faaliyet gösteren bir firma için 3PL hizmet sağlayıcı seçiminde Bulanık AHP ve EDAS yöntemlerinden oluşan entegre bir model önermiştir. Çalışmada dört uzmanın yanıtları toplanmış ve DELPHI tekniği ile seçim kriterleri belirlenmiştir. Çalışmada dört adet 3PL firması, maliyet, ilişki, hizmetler, kalite, bilgi sistemi, esneklik, teslimat, profesyonellik, finansal durum, konum ve itibar kriterleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Çalışmada kriter ağırlıklarının bulunmasında Bulanık AHP, en verimli 3PL firması seçiminde ise EDAS yöntemi uygulanmıştır.

Raut vd. (2018), çevresel sürdürülebilirlik perspektifinden bir maden firması için 3PL hizmet sağlayıcı seçiminde veri zarflama analizi (VZA) ve analitik ağ süreci (AAS)' den oluşan entegre bir yaklaşım sunmuşlardır. Yazarlar, çalışmada yirmi altı adet 3PL hizmet sağlayıcı firmayı; km başına ton başına taşıma ücreti, filo kapasitesi / gücü, araç tipi ve kalitesi, sürücü reddi, istenilen çıktıyla 3PL performansı, esneklik ve araçların cevap süresi kriterlerini baz alarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada AAS kriterlerin önceliklendirilmesi için VZA ise maksimum verime sahip 3PL firması seçimi için kullanılmıştır.

Sremac vd. (2018), Sırbistan'da kimya endüstrisinde faaliyet gösteren işletmeler için 3PL seçiminde R-SWARA (kaba küme tabanlı SWARA) ve R-WASPAS (kaba küme tabanlı WASPAS) yöntemlerinden oluşan bütünleşik bir model sunmuşlardır. Yazarlar, çalışmada on adet 3PL firmasını, araç filosu durumu, finansal istikrar, sürücülerin profesyonelleşmesi, ulaşım maliyeti, risk azaltma önlemlerinin uygulanması, ulaşım organizasyonunda bilgi teknolojileri uygulamaları, taşıma sırasında oluşan hasarın tazmini ve güvenilirlik kriterlerini baz alarak değerlendirmişlerdir. İlk aşamada kriterlerin önem düzeyi R-SWARA yöntemi ile belirlenmiş ikinci aşamada ise en iyi performansa sahip 3PL firması R-WASPAS yöntemi ile seçilmiştir.

Bianchini (2018), İtalya'da bisküvi sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için 3PL seçiminde AHP ve TOPSIS yöntemlerinden oluşan entegre bir model sunmuştur. Yazar çalışmada üç adet 3PL firmasını, hizmet bedeli, servis seviyesi, profesyonellik seviyesi, coğrafi konum, aynı sektördeki özel referanslar ve yenilikçilik kapasitesi ve müşteri ile işbirliği kriterlerini baz alarak

değerlendirmişlerdir. İlk aşamada kriterlerin önem düzeyi AHP yöntemiyle belirlenmiş, ikinci aşamada ise en iyi performansa sahip 3PL firması TOPSIS yöntemi ile seçilmiştir.

Pamucar vd. (2019), 3PL sağlayıcılarını değerlendirmek için aralıklı kaba sayı tabanlı (IRN) MABAC, BWM ve WASPAS yöntemlerinden oluşan bir model önermişlerdir. Yazarlar, çalışmada altı adet 3PL firmasını, hizmetler, lojistik maliyeti, bilgi sistemi, maddi olmayan ve coğrafi konum ana kriterlerinin altında yer alan on yedi subjektif kriteri baz alarak değerlendirmişlerdir. IRN-BWM yöntemi ile kriterler önceliklendirilmiş, IRN-WASPAS ve IRN-MABAC yöntemleri ile 3PL firmalarının sıralaması elde edilmiştir.

Perçin (2019), Türkiye’de kimya endüstri alanında faaliyet gösteren bir işletme için dış kaynak seçiminde Bulanık SWARA ve Bulanık AD yöntemlerinden oluşan entegre bir model önermiştir. Seçim sürecinde beş adet dış kaynak hizmet sağlayıcı firma, uygunluk, kalite, yetenek, risk ana kriterleri ve on iki adet alt kriter baz alınarak değerlendirilmiştir.

Ulutaş (2020), Türkiye’de bir tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için 3PL firması seçiminde R-SWARA ve R-COPRAS yöntemlerini içeren entegre bir kaba ÇKKV modeli önermiştir.

2.2. Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Bu çalışmada Bulanık AHP yöntemi kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılmıştır. Son beş yılda bulanık AHP yöntemi kullanılarak Türkiye ve dünyada yapılmış bazı çalışmalar aşağıda yer almaktadır.

Ecer (2015), internet bankacılığı dallarının değerlendirilmesinde bulanık AHP ve COPRAS-G uygulamıştır.

Mangla vd. (2015), bulanık AHP yaklaşımını kullanarak yeşil tedarik zincirinde risk analizi yapmışlardır.

Li vd. (2017), bulanık AHP yöntemini kullanarak uçuş için hizmet kalitesini değerlendirmişlerdir.

Ulutaş vd. (2018), arabalar için elektrik aksamı üreten bir fabrikanın personel seçimi probleminde bulanık AHP yönteminden faydalanmışlardır.

Awasthi vd. (2018), bulanık AHP yöntemini çok katmanlı sürdürülebilir küresel tedarikçi seçiminde kullanmışlardır.

Dozić vd. (2018), yolcu uçağı tipi seçiminde bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır.

Jain vd. (2018), bulanık AHP yöntemini kullanarak Hint otomotiv endüstrisinde tedarikçi seçimi yapmışlardır.

Singh ve Prasher (2019), bulanık AHP’ yi kullanarak sağlık hizmeti kalitesini hasta bakış açısıyla değerlendirmişlerdir.

Wang vd. (2019), tarımsal atıklar için sürdürülebilir enerji dönüşüm teknolojilerinin seçilmesinde bulanık AHP yönteminden yararlanmışlardır.

Yıldırım ve Mercangoz (2020), lojistik performans değerlendirmesinde bulanık AHP ve ARAS-G yöntemlerinden yararlanmışlardır.

2.3. Bulanık EDAS Yöntemi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Bulanık EDAS yöntemi, bu çalışmada alternatiflerin sıralanmasında kullanılmıştır. Literatürde Bulanık EDAS yöntemi kullanılarak yapılan bazı çalışmalar aşağıda yer almaktadır.

Ghorabae vd. (2016), Bulanık EDAS yöntemini ilk kez deterjan sektöründe faaliyet gösteren üretici bir firma için tedarikçi seçim probleminde kullanmışlardır.

Kahraman vd. (2017), katı atık bertaraf sahası seçimi probleminde alternatiflerin değerlendirilmesinde Sezgisel Bulanık EDAS yöntemi kullanmışlardır.

Stanujkic vd. (2017), bir inşaat projesi için en uygun müteahhit seçim probleminde Bulanık EDAS yöntemini kullanmışlardır.

Ilieva vd. (2018), stok analizi problemi için klasik EDAS ve Bulanık EDAS yöntemleri ile karar analizi yapmışlardır.

Bayrakdaroğlu ve Kundakcı (2019), Denizli ilinde faaliyette bulunan bir işletme için Ar-Ge projesi seçim probleminin çözümünde Bulanık EDAS yöntemini kullanmışlardır.

Stević vd. (2019), plastik torba ve folyo üretimi yapan bir firma için tedarikçi seçimi probleminde Bulanık AHP ve Bulanık EDAS yöntemlerini kullanmışlardır.

Demircan ve Tunç (2019), İstanbul’daki toplu taşıma otobüsü operatörlerinin hizmet düzeyini, müşteri memnuniyeti anketlerine dayanarak değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi için aralık tip-2 Bulanık EDAS yöntemini kullanmışlardır.

Hasheminasab vd. (2019), patlamaya dayanıklı cephe malzemelerinin değerlendirilmesinde Bulanık DELPHİ ve Bulanık EDAS metodlarını kullanmışlardır.

Mukul vd. (2019), akıllı ulaşım sistemlerinin analizinde bulanık EDAS yöntemini kullanmışlardır.

Vesković vd. (2020), yolcu demiryolu operatörünün iş dengesi için en iyi çözümün seçilmesinde bulanık PIPRECIA ve bulanık EDAS yöntemlerini kullanmışlardır.

Polat ve Bayhan (2020), tedarikçi seçim probleminde bulanık EDAS yöntemini kullanmışlardır.

Ayrıntılı literatür incelemesi sonucunda Bulanık EDAS yöntemi ile ilgili Türkçe yayın sayısının oldukça az sayıda (Bayrakdaroğlu ve Kundakcı 2019) olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte Bulanık AHP ve Bulanık EDAS yöntemlerini entegre bir şekilde kullanan çalışma sayısı (Stević vd. 2019 ve Mukul vd. 2019) da az olduğundan dolayı bu çalışma literatürde bulunan bu boşlukları doldurmayı amaçlamaktadır.

3. Metodoloji

Bu çalışmada Bulanık AHP ve Bulanık EDAS yöntemlerinden oluşan bir bulanık ÇKKV modeli geliştirildi. Bulanık AHP yöntemi kriterlerin ağırlıklandırılmasında, Bulanık EDAS yöntemi ise alternatiflerin sıralanmasında kullanıldı.

Literatürde bulanık sayılar ile ilgili uygulamalarda en fazla üçgensel (triangular) ve yamuksal (trapezoidal) bulanık sayılar kullanılmaktadır. Bu çalışmada üçgensel bulanık sayılar kullanılmıştır. $\tilde{A} = (p_1, r_1, s_1)$ ve $\tilde{B} = (p_2, r_2, s_2)$ iki üçgensel bulanık sayı olmak üzere bu sayıların aralarındaki aritmetik işlemler sırasıyla şu şekildedir (Karakaşoğlu, 2008):

- i- Toplama: $\tilde{A} + \tilde{B} = (p_1 + p_2, r_1 + r_2, s_1 + s_2)$
- ii- Çıkarma: $\tilde{A} - \tilde{B} = (p_1 - p_2, r_1 - r_2, s_1 - s_2)$
- iii- Çarpma: $\tilde{A} \times \tilde{B} = (p_1 \cdot p_2, r_1 \cdot r_2, s_1 \cdot s_2)$
- iv- Bölme: $\tilde{A} / \tilde{B} = (p_1 / p_2, r_1 / r_2, s_1 / s_2)$

3.1. Bulanık AHP Yöntemi

Çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde sıklıkla kullanılan AHP yöntemi, 1970’lerde Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Bulanık AHP, seçim kriterlerini önceliklendirerek ve problemlerdeki belirsizliği ele alarak daha kesin kararlar almak için kullanılır (Zolfani vd., 2012; Ecer, 2018: 620).

Karar vericiler klasik AHP yaklaşımında ikili karşılaştırma matrislerini oluştururken 1-9 önem skalasındaki net sayısal değerleri kullanma mecburiyetindedirler. Fakat gerçek yaşamdaki belirsizliklerde her zaman net değerlerle karar vermek mümkün değildir. Bulanık AHP yaklaşımı net değerleri kullanmak yerine dilsel ifadeler ile karar vermeye imkân sağladığından son derece etkili bir yöntemdir. Bu nedenle birçok araştırmacı çalışmasında Bulanık AHP yöntemini kullanmayı tercih etmiştir (Heo vd., 2010:2215; Vatansver, 2013: 281).

Bulanık AHP karar matrislerinin değerlendirmesinde birçok yöntem geliştirilmiş olup bu çalışmada Buckley (1985)’in geliştirdiği Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada kriter ağırlıklarının bulunmasında kullanılan Bulanık AHP yönteminin adımları şu şekilde özetlenebilir (Vatansver, 2013: 281):

Adım 1-1: Karar vericilerden kriterler için dilsel ifadeler alınır ve Tablo 1’de yer alan bulanık sayılara dönüştürülür. Böylelikle ikili bulanık kıyaslama matrisi (\tilde{A}) oluşturulur.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ 1/\tilde{a}_{12} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/\tilde{a}_{1n} & 1/\tilde{a}_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Karar vericiler kriterleri değerlendirirken Tablo 1’teki skaladan faydalanılır.

Tablo 1. Dilsel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayı Karşılıkları

Dilsel İfadeler	Üçgen Bulanık Sayı
Aşırı Önemli	(7,9,9)
Çok Önemli	(5,7,9)
Önemli	(3,5,7)
Az Önemli	(1,3,5)
Eşit Önemli	(1,1,1)

Kaynak: Ulutaş vd. (2018: 226)

Adım 1-2: Kriterlerin bulanık ağırlıkları Buckley (1985)’in yaklaşımı ile bulunur (Vatansver, 2013:282):

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{ij} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in})^{1/n} \quad (2)$$

$$\tilde{w}_j = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_i \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} \quad (3)$$

Eşitlik 3’de yer alan \tilde{w}_j (w_j^l, w_j^m, w_j^u), j kriterinin bulanık ağırlığını belirtmektedir. Her bir karar verici için hesaplanan bulanık kriter ağırlıkları geometrik ortalama ile entegre edilir ve ardından birleşik bulanık kriter ağırlıkları Bulanık EDAS yöntemine aktarılır.

3.2. Bulanık EDAS Yöntemi

EDAS yöntemi, Ghorabae ve arkadaşları tarafından çok kriterli envanter sınıflandırması problemi için geliştirilmiştir (Ghorabae vd., 2015). Bu bölümde, bulanık ortamda çok kriterli grup karar verme sorununun üstesinden gelmek için Bulanık EDAS yöntemi önerilmiştir. Bulanık EDAS yönteminde, karar vericiler dilsel ifadeler kullanarak her kriter için alternatiflerin performans düzeylerini belirtmişlerdir. Bu dilsel ifadeler pozitif üçgen bulanık sayılarla ölçülür. Tablo 2, dilsel ifadeleri ve üçgen bulanık değerleri göstermektedir.

Tablo 2. Dilsel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayı Karşılığı

Dilsel Terimler	Üçgen Bulanık Sayılar
Çok Yüksek	(7, 9, 9)
Yüksek	(5, 7, 9)
Orta	(3, 5, 7)
Düşük	(1, 3, 5)
Çok Düşük	(1, 1, 3)

Kaynak: Lee vd. (2010: 197)

$B = \{B_1, B_2, \dots, B_m\}$ m adet alternatifin bulunduğu küme, $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ($j = 1, \dots, n$) n adet kriterin bulunduğu küme ve $KV = \{KV_1, KV_2, \dots, KV_k\}$ ($p = 1, \dots, k$) k adet karar vericinin bulunduğu küme olduğunu varsayalım. Bu varsayımına göre Bulanık EDAS yönteminin adımları şu şekilde özetlenebilir (Ghorabae vd. 2016: 362; Bayrakdaroğlu, 2019: 156-157):

Adım 2-1: Karar vericilerin görüşleri doğrultusunda alternatifler için tayin edilen performans değerlerini gösteren bütünleştirilmiş bulanık karar matrisi (\tilde{X}) oluşturulur.

$$\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}]_{m \times n} \quad (4)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \left(\prod_{p=1}^k \tilde{x}_{ij}^p \right)^{\frac{1}{k}} \quad (5)$$

\tilde{x}_{ij}^p değeri, $B_i (1 \leq i \leq m)$ alternatifinin, $p. (1 \leq p \leq k)$ karar verici tarafından tayin edilen $C_j (1 \leq j \leq n)$ kriterinde aldığı performans değerini temsil etmektedir. Eşitlik 5 kullanılarak karar vericiler tarafından tayin edilen performans değerlerinin geometrik ortalaması hesaplanır. Böylece bütünleştirilmiş karar matrisinin bir elemanı olan \tilde{x}_{ij} performans değeri elde edilir.

Adım 2-2: Ortalama çözüm matrisi (AV) eşitlik 6 kullanılarak hesaplanır:

$$AV = [\tilde{a}v_j]_{1 \times n} \quad (6)$$

$$\tilde{a}v_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \tilde{x}_{ij} \quad (7)$$

Bu matrisin $\tilde{a}v_j$ elemanları, her bir kriter için alternatiflerin ortalama çözümlerini ifade etmektedir.

Adım 2-3: D kümesi faydalı kriterler kümesini ve N kümesi faydasız kriterler kümesini temsil etmektedir. Bu adımda ortalama pozitif uzaklık matrisi (PDA) ve ortalama negatif uzaklık matrisi (NDA) kriter türlerine (faydalı ve faydasız) göre hesaplanır.

$$PDA = [p\tilde{d}a_{ij}]_{m \times n} \quad (8)$$

$$NDA = [n\tilde{d}a_{ij}]_{m \times n} \quad (9)$$

$$p\tilde{d}a_{ij} = \begin{cases} \frac{\psi(\tilde{x}_{ij} - \tilde{a}v_j)}{k(\tilde{a}v_j)}, & \text{eğer } j \in D \\ \frac{\psi(\tilde{a}v_j - \tilde{x}_{ij})}{k(\tilde{a}v_j)}, & \text{eğer } j \in N \end{cases} \quad (10)$$

$$n\tilde{d}a_{ij} = \begin{cases} \frac{\psi(\tilde{a}v_j - \tilde{x}_{ij})}{k(\tilde{a}v_j)}, & \text{eğer } j \in D \\ \frac{\psi(\tilde{x}_{ij} - \tilde{a}v_j)}{k(\tilde{a}v_j)}, & \text{eğer } j \in N \end{cases} \quad (11)$$

Eşitlik 10 ve 11' de belirtilen $p\tilde{d}a_{ij}$ ve $n\tilde{d}a_{ij}$, sırası ile j kriteri için i alternatifinin ortalama çözümden olan pozitif ve negatif uzaklıklarını ifade etmektedirler.

Adım 2-4: Bütün alternatifler için ağırlıklandırılmış pozitif ($\tilde{s}p_i$) ve negatif ($\tilde{s}n_i$) mesafeler eşitlik 12 ve eşitlik 13 kullanılarak bulunur. Bu eşitliklerde kullanılan kriterlerin bulanık ağırlıkları Bulanık AHP yöntemi ile elde edilmiştir.

$$\tilde{s}p_i = \sum_{j=1}^n (\tilde{w}_j \times p\tilde{d}a_{ij}) \quad (12)$$

$$\tilde{s}n_i = \sum_{j=1}^n (\tilde{w}_j \times n\tilde{d}a_{ij}) \quad (13)$$

Adım 2-5: Alternatiflerin hepsi için $\tilde{s}p_i$ ve $\tilde{s}n_i$ değerleri sırası ile eşitlik 14 ve eşitlik 15 yardımı ile normalize edilir.

$$\tilde{n}sp_i = \frac{\tilde{s}p_i}{\max_i(\tilde{s}p_i)} \quad (14)$$

$$\tilde{n}sn_i = 1 - \frac{\tilde{s}n_i}{\max_i(\tilde{s}n_i)} \quad (15)$$

Adım 2-6: Alternatiflerin tümü için bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{a}S_i$) eşitlik 16 kullanılarak hesaplanır.

$$\tilde{a}S_i = \frac{1}{2} (\tilde{n}sp_i * \tilde{n}sn_i) \quad (16)$$

Adım 2-7: Alternatiflerin bulanık değerlendirme puanları ($\tilde{a}S_i (as_i^l, as_i^m, as_i^u)$) eşitlik 17 yardımı ile bulanık olmayan değerlendirme (as_i) puanlarına dönüştürülür (Ulutaş vd. 2018: 228).

$$as_i = \frac{as_i^l + as_i^m + as_i^u}{3} \quad (17)$$

Bu işlemin ardından, alternatifler azalan değerlerine göre sıralanır. Diğer bir ifade ile en yüksek değerlendirme puanına sahip alternatif aday alternatifler arasında en iyi alternatif olarak seçilir.

4. Uygulama

Bu çalışmada, Ankara'da askeri araç ve gereçleri, makine, teçhizat ve malzeme üretim sektöründe hizmet veren bir işletmenin için 3PL hizmet sağlayıcı şirket seçim problemi ele alınmıştır. 3PL seçim problemi için Bulanık AHP ve Bulanık EDAS yöntemlerinden oluşan bulanık ÇKKV modeli uygulanarak karar vericilere yardımcı olmak amaçlanmıştır. Belirlenen hedefe ulaşmak için iki lojistik yöneticisi ve iki satın alma çalışanı karar verici olarak tayin edilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler bu dört karar verici ile yüz yüze yapılan görüşmeler ile elde edilmiştir.

Kriterlerin belirlenmesi için literatürde 3PL seçim problemlerinde sıkça kullanılan 22 kriter seçilmiştir. Bu kriterler, kriter değerlendirme anketine eklenmiştir. Bu anket karar vericilere verilmiştir ve bu kriterler dışında kullanmak istedikleri kriterleri ankete eklemeleri istenmiştir.

Tablo 3. Karar Vericilere Sunulmak Üzere Seçilen Kriterler

	KRİTERLER	KAYNAKLAR
1	Kalite	Li vd. (2012), Peng (2012), Li ve Wan (2014), Bali vd. (2014), Senthil vd. (2014), Sharma ve Kumar (2015), Yayla vd. (2015), Wang vd. (2015), Govindan vd. (2016), Ghorabae vd. (2017a), Ecer (2018), Korucuk (2018), Perçin (2019), Asian vd. (2019), Sudrajat vd. (2019)
2	Maliyet	Ho vd. (2012), Hsu vd. (2013), Senthil vd. (2014), Akman ve Baynal (2014), Sharma ve Kumar (2015), Altan ve Aydın (2015), Govindan vd. (2016), Ghorabae vd. (2017b), Korucuk (2018), Ecer (2018), Pamucar vd. (2019), Asian vd. (2019), Sudrajat vd. (2019)
3	Kapasite	Zhou vd. (2003), Alkhatib vd. (2015)
4	Kullanılan Teknolojiler	Zhang vd. (2004), Zhang vd. (2006), Göl ve Çatay (2007), Ho vd. (2012), Peng (2012), Li, Wan (2014), Bali vd. (2014)
5	Teslimat Kapasitesi	Wang vd. (2015)

6	Finansal Performans	Bottani ve Rizzi (2006), Jharkharia ve Shankar (2007), Zhang vd. (2012), Altan ve Aydın (2015),
7	Kültürel Uyumluluk	Göl ve Çatay (2007), Perçin (2009), Liu ve Wang (2009), Gupta vd. (2011), Asian vd. (2019)
8	Bilgi İşlem Yeteneği (IT)	Jharkharia ve Shankar (2007), Wang vd. (2015)
9	Hata Oranları	McGinnis vd. (1995), Menon vd.(1998)
10	Beklenmeyen Olaylara Yanıt Vermek (Esneklik)	Gupta vd. (2012), Falsini vd. (2012), Hsu vd. (2013), Senthil vd. (2014), Akman ve Baynal (2014), Sharma ve Kumar (2015), Ghorabae vd. (2017b), Raut vd. (2018), Ecer (2018), Asian vd. (2019)
11	Yönetimsel Deneyim	Büyüközkan vd. (2008)
12	Operasyonel Yetenekler	Guoyi ve Xiaohua (2011), Zhang vd. (2012)
13	İtibar	Göl ve Çatay (2007), Jharkharia ve Shankar (2007), Liu ve Wang (2009), Guoyi ve Xiaohua (2011), Gupta vd. (2011), Senthil vd. (2014), Akman ve Baynal (2014), Sharma ve Kumar (2015), Govindan vd. (2016), Ecer (2018), Asian vd. (2019)
14	Uzun Süreli İş Birliği	Lehmusvaara vd. (1999), Jharkharia ve Shankar (2007), Özbek ve Eren (2012), Korucuk (2018)
15	Güvenirlilik	Lehmusvaara vd. (1999), So vd. (2006), Gupta vd. (2012)
16	Hizmet Performansı	Zhang et al. (2006)
17	Gerekli Sertifikalar	Thakkar vd. (2005)
18	Başarılı Bir Sicil Kaydı	Büyüközkan vd. (2008)
19	Sevkiyat ve Teslimat Süreleri	Liu ve Wang (2009)
20	Müşteri Referansları	Bianchini (2018)
21	İşletme ve Fiyatlandırma Esnekliği	Vaidyanathan (2005)
22	Müşteri İlişkileri	Göl ve Çatay (2007), Zhang vd. (2012)

Değerlendirme süreci için karar vericiler ortak karar ile 10 kriter belirlemişlerdir. Karar vericiler değerlendirme süreci için maliyet (C1), teslimat kapasitesi (C2), hata oranları (C3), beklenmeyen olaylara yanıt (C4), operasyonel yetenekler (C5), itibar (C6), güvenilirlik (C7), hizmet performansı (C8), sevkiyat ve teslimat süreleri (C9) ve işletme ve fiyatlandırma esnekliği (C10) kriterlerini seçmişlerdir.

Karar vericiler değerlendirme süreci için dört adet 3PL hizmet sağlayıcı firma belirlemişlerdir. İşletme gizliliği prensibinden dolayı bu firma isimleri karar vericiler tarafından belirtilmemiştir.

Her karar vericiden kriterlere ilişkin dilsel ifadeler alınmıştır ve Tablo 1’de yer alan skaladaki üçgen bulanık sayılara dönüştürülerek ikili kıyaslama matrisleri oluşturulmuştur. İkili kıyaslama matrislerine Buckley (1985)’in geliştirdiği Bulanık AHP yöntemi uygulanarak elde edilen kriter ağırlıkları bulunmuştur. Kriter ağırlıkları, Tablo 4’te yer almaktadır.

Tablo 4. Karar Vericilerin Kıyaslama Matris Sonuçları

Karar Vericiler	KV1	KV2
Kriterler		
C1	0.054	0.167
C2	0.051	0.351
C3	0.056	0.312
C4	0.062	0.100
C5	0.046	0.087
C6	0.019	0.035
C7	0.102	0.134
C8	0.058	0.167
C9	0.065	0.315
C10	0.025	0.060
Karar Vericiler	KV3	KV4
Kriterler		
C1	0.050	0.147
C2	0.088	0.205
C3	0.043	0.210
C4	0.036	0.189
C5	0.038	0.276
C6	0.012	0.046
C7	0.014	0.046
C8	0.042	0.211
C9	0.062	0.425
C10	0.071	0.233

Kıyaslama matris sonuçlarının geometrik ortalamaları alınarak kriter ağırlıkları birleştirilir. Kriterlerin birleştirilmiş bulanık ağırlıkları Tablo 5’de yer almaktadır.

Tablo 5. Kriterlerin Birleştirilmiş Bulanık Ağırlıkları

Kriterler	w_j^l	w_j^m	w_j^u
C1	0.048	0.089	0.170
C2	0.072	0.140	0.262
C3	0.061	0.115	0.228
C4	0.042	0.083	0.172
C5	0.041	0.076	0.158
C6	0.013	0.024	0.049
C7	0.028	0.055	0.119
C8	0.062	0.107	0.188
C9	0.082	0.159	0.292
C10	0.036	0.075	0.150

Tablo 5’ de yer alan w_j^l , w_j^m , w_j^u değerleri her bir kriter için sırasıyla küçük, orta ve büyük ağırlık değerlerini temsil etmektedir. Tablo 5’den görüleceği üzere her üç ağırlık değerinde de (küçük, orta ve büyük) en büyük

değere sahip C9 (sevkiyat ve teslimat süreleri) kriteri en önemli kriter olarak belirlenir.

Kriterlerin ağırlıkları Bulanık AHP yöntemiyle bulunduktan sonra, dört adet karar vericiden alternatiflere ilişkin dilsel ifadeler alınmıştır ve Tablo 2'deki skalaya göre üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüş ve bulanık karar matrisleri oluşturulmuştur. Tablo 6, KV1 için bulanık karar matrisi göstermektedir.

Tablo 6. KV1' in Dilsel İfadeleri Doğrultusunda Oluşan Bulanık Karar Matrisi

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5
Alternatifler					
A1	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,1,3)	(5,7,9)	(5,7,9)
A2	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)
A3	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)
A4	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(5,7,9)
Kriterler	C6	C7	C8	C9	C10
Alternatifler					
A1	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(1,1,3)	(7,9,9)
A2	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(5,7,9)
A3	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(5,7,9)
A4	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)

Her karar vericinin bulanık karar matrislerine eşitlik 5 uygulanarak bütünleştirilmiş bulanık karar matrisi oluşturulur. Oluşan matris Tablo 7' da yer almaktadır.

Eşitlik 7 kullanılarak her bir kriter için alternatiflerin ortalama çözümleri ($\bar{a}v_j$) hesaplanır. Eşitlik 10 ve 11 kullanılarak ortalama pozitif uzaklık matrisi (PDA) ve ortalama negatif uzaklık matrisi (NDA) kriter türlerine (faydalı ve faydasız) göre bulunur. Tablo 8 pozitif uzaklık matrisini (PDA), Tablo 9 ise ortalama negatif uzaklık matrisini (NDA) göstermektedir.

Bu işlemden sonra Eşitlik 14 ve 15 kullanılarak bulunan değerler normalize edilip, $\bar{n}sp_i$ ve $\bar{n}sn_i$ değerleri hesaplanır. Eşitlik 16 kullanılarak her bir 3PL firması için bulanık değerlendirme puanı ($\bar{a}S_i$) hesaplanır. Bulanık Bulanık AHP yöntemi ile hesaplanan kriterlerin bulanık ağırlıkları, Eşitlik 12 ve 13 'de kullanılır. Bu eşitlikler ile 3PL firmalarının sırasıyla ağırlıklı toplam pozitif ($\bar{s}p_i$) ve negatif ($\bar{s}n_i$) değerleri hesaplanır. Bu değerlendirme puanları, Eşitlik 17 kullanılarak bulanık olmayan değerlendirme (as_i) puanlarına dönüştürülür. Tüm bu değerler ($\bar{s}p_i$, $\bar{s}n_i$, $\bar{n}sp_i$, $\bar{n}sn_i$, $\bar{a}S_i$, as_i) ve 3PL firmalarının sıralamaları Tablo 10'de yer almaktadır. Bulanık EDAS yönteminin sonucuna göre oluşan sıralama; A4<A3<A2<A1 olarak gerçekleşmiştir. Oluşan sıralamaya göre en iyi alternatif 'A1' olarak belirlenmiş ve işletmeye iş ortaklığı yapılması önerilmiştir.

Tablo 7. Bütünleştirilmiş Bulanık Karar Matris

Kriterler															
	C1			C2			C3			C4			C5		
Alternatifler															
A1	1.316	3.409	5.439	5	7	9	1	2.28	4.401	5	7	9	5	7	9
A2	3.409	5.439	7.454	5	7	9	1.732	3.873	5.916	3.873	5.916	7.937	4.401	6.435	8.452
A3	4.213	6.3	8.149	4.401	6.435	8.452	2.28	4.401	6.435	3	5	7	4.401	6.435	8.452
A4	5.439	7.454	9.24	3.873	5.916	7.937	2.28	4.401	6.435	1.316	3.409	5.439	3.409	5.439	7.454
$\bar{a}v_j$	3.594	5.651	7.571	4.569	6.588	8.597	1.823	3.739	5.797	3.297	5.331	7.344	4.303	6.327	8.34
Kriterler															
	C6			C7			C8			C9			C10		
Alternatifler															
A1	5	7	9	5	7	9	5.439	7.454	9.24	1	1	3	5.916	7.937	9.487
A2	5	7	9	3.409	5.439	7.454	4.401	6.435	8.452	1	3	5	5	7	9
A3	4.401	6.435	8.452	3.409	5.439	7.454	3.873	5.916	7.937	1.316	3.409	5.439	3.873	5.916	7.937
A4	4.401	6.435	8.452	3	5	7	3	5	7	2.28	4.401	6.435	1.968	4.213	6.3
$\bar{a}v_j$	4.701	6.718	8.726	3.705	5.72	7.727	4.178	6.201	8.157	1.399	2.953	4.969	4.189	6.267	8.181

Tablo 8. Ortalamadan Pozitif Uzaklık Matrisi (*PDA*)

Kriterler															
	C1		C2		C3		C4		C5						
Alternatifler															
A1	0	0.397	1.74	0	0.063	0.97	0	0.390	2.631	0	0.313	1.730	0	0.106	1.092
A2	0	0.038	1.158	0	0.063	0.97	0	0	2.23	0	0.110	1.407	0	0.017	0.964
A3	0	0	0.934	0	0	0.85	0	0	1.929	0	0	1.123	0	0.017	0.964
A4	0	0	0.593	0	0	0.737	0	0	1.929	0	0	0.650	0	0	0.732

Kriterler															
	C6		C7		C8		C9		C10						
Alternatifler															
A1	0	0.042	0.914	0	0.224	1.429	0	0.202	1.212	0	0.661	2.837	0	0.266	1.265
A2	0	0.042	0.914	0	0	1.012	0	0.038	1.023	0	0	2.837	0	0.117	1.148
A3	0	0	0.798	0	0	1.012	0	0	0.9	0	0	2.611	0	0	0.895
A4	0	0	0.798	0	0	0.889	0	0	0.675	0	0	1.922	0	0	0.504

Tablo 9. Ortalamadan Negatif Uzaklık Matrisi (*NDA*)

Kriterler															
	C1		C2		C3		C4		C5						
Alternatifler															
A1	0	0	0.513	0	0	0.787	0	0	1.414	0	0	0.711	0	0	0.776
A2	0	0	1.074	0	0	0.787	0	0.036	2.245	0	0	1.053	0	0	0.915
A3	0	0.115	1.267	0	0.023	0.918	0	0.177	2.53	0	0.062	1.318	0	0	0.915
A4	0	0.319	1.571	0	0.102	1.034	0	0.177	2.53	0	0.361	1.828	0	0.14	1.146

Kriterler															
	C6		C7		C8		C9		C10						
Alternatifler															
A1	0	0	0.793	0	0	0.736	0	0	0.651	0	0	1.144	0	0	0.541
A2	0	0	0.793	0	0.049	1.165	0	0	0.899	0	0.016	2.574	0	0	0.759
A3	0	0.042	0.92	0	0.049	1.165	0	0.046	1.025	0	0.154	2.888	0	0.056	1.028
A4	0	0.042	0.92	0	0.126	1.276	0	0.194	1.234	0	0.49	3.6	0	0.328	1.483

Tablo 10. Sonuçlar

Sonuçlar																	
	\tilde{sp}_i		\tilde{sn}_i		\tilde{ns}_p_i		\tilde{ns}_n_i		\tilde{as}_i		as_i		Sıralama				
Alternatifler																	
A1	0	0.283	3.081	0	0	1.525	0	0.092	1	0.540	1	1	0.270	0.546	1	0.605	1
A2	0	0.036	2.712	0	0.009	2.438	0	0.012	0.880	0.264	0.997	1	0.132	0.505	0.940	0.526	2
A3	0	0.001	2.392	0	0.076	2.778	0	0	0.776	0.161	0.977	1	0.081	0.489	0.888	0.486	3
A4	0	0	1.870	0	0.235	3.313	0	0	0.607	0	0.929	1	0	0.465	0.804	0.423	4

Bulanık EDAS yöntemi ile elde edilen sonuçların doğru olup olmadığını tespit etmek için Tablo 7’de bulunan bütünleştirilmiş bulanık karar matrisine Bulanık ARAS, Bulanık COPRAS, Bulanık MOORA-Oran yöntemleri

uygulanmıştır. Tablo 11, Bulanık EDAS, Bulanık ARAS, Bulanık COPRAS ve Bulanık MOORA-Oran yöntemlerine göre alternatiflerin sıralamasını göstermektedir.

Tablo 11. Bulanık EDAS Yönteminin Karşılaştırılması

Yöntemler	Bulanık EDAS	Bulanık ARAS	Bulanık COPRAS	Bulanık MOORA-Oran
Alternatifler				
A1	1	1	1	1
A2	2	2	2	2
A3	3	3	3	3
A4	4	4	4	4

Tablo 11’de görülebileceği üzere Bulanık EDAS, Bulanık ARAS, Bulanık COPRAS ve Bulanık MOORA-Oran yöntemlerine göre alternatiflerin sıralaması aynıdır. Bundan dolayı Bulanık EDAS yönteminin doğru sonuçlara ulaştığı söylenebilir.

5. Tartışma

Bu çalışmada Bulanık AHP ve Bulanık EDAS yöntemleri kullanılarak askeri araç-gereç üreten bir fabrika için 3PL firması seçimi yapılmıştır. Bulanık AHP yöntemi ile kriterlere ait bulanık ağırlıklar bulunmuştur. Bulanık AHP yönteminin sonuçlarına göre her üç ağırlık değerinde de (küçük, orta ve büyük) en büyük değere sahip C9 (sevkiyat ve teslimat süreleri) kriteri en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Veri alınan yöneticiler için sevkiyat ve teslimat süreleri kriterinin 3PL firması seçiminde diğer kriterlere göre daha önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Bulanık EDAS yöntemi ile 3PL firmalarının performansları değerlendirilmiştir. Bulanık EDAS yönteminin sonuçlarına göre 3PL firmalarının sıralaması şu şekilde gerçekleşmiştir: $A4 < A3 < A2 < A1$.

Bulanık EDAS yönteminin doğru sonuca ulaşım ulaşmadığı diğer bulanık ÇKKV yöntemleri (Bulanık ARAS, Bulanık COPRAS ve Bulanık MOORA-Oran) ile karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Dört yöntemin sonuçlarına göre oluşmuş 3PL firmalarının sıralamaları bire bir aynıdır. Bundan dolayı Bulanık EDAS yönteminin doğru sonuçlara ulaştığı söylenebilir.

6. Sonuç

Değişen dünya ekonomisi ve gelişen internet, bilgi ve iletişim teknoloji alanları ile birlikte müşterilerin hizmet sağlayıcılarından beklentileri, istek ve ihtiyaçları sürekli olarak artmaya başlamıştır. 21. yüzyılın küresel pazarında sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmek isteyen işletmeler kaynaklarını optimal şekilde kullanıp, maliyet minimizasyonu, kar maksimizasyonu ve müşteri memnuniyeti gibi temel hedeflerini yerine getirmek istemektedirler. İşletmeler bu hedefleri gerçekleştirmek için ürün çeşitliliğini artırma yoluna giderek ve bununla beraber kaliteli ve hızlı servis sunarak daha fazla müşteriye ulaşmaya çalışmaktadırlar. Bu nedenle işletmeler temel yetkinliklerine odaklanmakta ve diğer faaliyetleri profesyonel işletmelere yaptırmaktadırlar. Bu yüzden işletmelerin doğru 3PL seçimi oldukça önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Bulanık AHP ve Bulanık EDAS yöntemleri kullanılarak Ankara’da askeri araç ve gereçleri, makine, teçhizat ve malzeme üretim sektöründe hizmet veren bir

işletme için 3PL hizmet sağlayıcı şirket seçim problemi ele alınmıştır. Bulanık AHP yöntemi kriter ağırlıklarının hesaplanmasında Bulanık EDAS yöntemi ise alternatiflerin sıralanmasında kullanılmıştır. Çalışma Bulanık EDAS yöntemi ile ilgili Türkçe yayın sayısının oldukça az sayıda (Bayrakdaroğlu ve Kundakçı 2019) olması ve Bulanık AHP ve Bulanık EDAS yöntemlerini entegre bir şekilde kullanan çalışma sayısının (Stević vd. 2019 ve Mukul vd. 2019) da az olması nedeniyle orijinallik taşımaktadır. Önerilen modelin sonuçlarına göre en iyi alternatif ‘A1’ olarak belirlenmiştir ve işletmeye bu firma ile iş ortaklığı yapması önerilmiştir.

Gelecek çalışmalar önerilen modeli farklı karar verme sorunlarında kullanabilir ya da 3PL firma seçim probleminde farklı karar modelleri geliştirebilirler.

Kaynakça

- Akman, G., & Baynal, K. (2014). Logistics service provider selection through an integrated fuzzy multicriteria decision making approach. *Journal of Industrial Engineering*, 2014.1-16.
- Alkhatib, S. F., Darlington, R., Yang, Z., & Nguyen, T. T. (2015). A novel technique for evaluating and selecting logistics service providers based on the logistics resource view. *Expert systems with applications*, 42(20), 6976-6989.
- Altan, Ş., & Aydın, E. K. (2015). Bulanık DEMATEL ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri ile Üçüncü Parti Lojistik Firma Seçimi için Bütünleşik Bir Model Yaklaşımı. *Süleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences*, 20(3), 99-119.
- Ashenbaum, B., Maltz, A., & Rabinovich, E. (2005). Studies of Trends in Third-party Logistics Usage: What Can We Conclude?. *Transportation Journal*, 44(3), 39-50.
- Asian, S., Pool, J. K., Nazarpour, A., & Tabaeian, R. A. (2019). On the importance of service performance and customer satisfaction in third-party logistics selection. *Benchmarking: An International Journal*, 26(5), 1550-1564.
- Awasthi, A., Govindan, K., & Gold, S. (2018). Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach. *International Journal of Production Economics*, 195, 106-117.
- Bali, Ö., Tutun, S., Pala, A., & Çörekçi, C. (2014). A MCDM Approach with Fuzzy DEMATEL and Fuzzy TOPSIS For 3 PL Provider Selection. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 32, 222-239.
- Bayrakdaroğlu F.K. & Kundakçı N. (2019). Bulanık EDAS Yöntemi ile Ar-Ge Projesi Seçimi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*. (24), 151-170.

- Bianchini, A. (2018). 3PL provider selection by AHP and TOPSIS methodology. *Benchmarking: An International Journal*, 25(1), 235-252.
- Bottani, E., & Rizzi, A. (2006). A fuzzy TOPSIS methodology to support outsourcing of logistics services. *Supply Chain Management: An International Journal*. 11(4), 294-308.
- Buckley, J. J. (1985). Fuzzy Hierarchical Analysis. *Fuzzy sets and systems*, 17(3), 233-247.
- Büyüközkan, G., Feyzioğlu, O., & Nebol, E. (2008). Selection of the strategic alliance partner in logistics value chain. *International Journal of Production Economics*, 113(1), 148-158.
- Demircan, M. L., & Tunc, S. (2019, July). A proposed service level improvement methodology for public transportation using Interval Type-2 Fuzzy EDAS based on customer satisfaction data. In *International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems* (pp. 1351-1359). Springer, Cham.
- Dožić, S., Lutovac, T., & Kalić, M. (2018). Fuzzy AHP approach to passenger aircraft type selection. *Journal of Air Transport Management*, 68, 165-175.
- Ecer, F. (2015). Performance evaluation of internet banking branches via a hybrid MCDM model under fuzzy environment. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 49(2), 211-230.
- Ecer, F. (2018). Third-party logistics (3PLs) provider selection via Fuzzy AHP and EDAS integrated model. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(2), 615-634.
- Falsini, D., Fondi, F., & Schiraldi, M. M. (2012). A logistics provider evaluation and selection methodology based on AHP, DEA and linear programming integration. *International Journal of Production Research*, 50(17), 4822-4829.
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Olfat, L., & Turskis, Z. (2015). Multi-criteria inventory classification using a new method of evaluation based on distance from average solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435-451.
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M., & Turskis, Z. (2016). Extended EDAS method for fuzzy multi-criteria decision-making: an application to supplier selection. *International journal of computers communications & control*, 11(3), 358-371.
- Ghorabae, M.K., Amiri, M., Zavadskas, E.K., & Antuchevičienė, J. (2017a). Assessment of third-party logistics providers using a CRITIC–WASPAS approach with interval type-2 fuzzy sets. *Transport*, 32(1), 66-78..
- Govindan, K., & Chaudhuri, A. (2016). Interrelationships of risks faced by third party logistics service providers: A DEMATEL based approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 90, 177-195.
- Govindan K., Khodaverdi R. & Vafadarnikjoo A. (2016). A Grey DEMATEL Approach to Develop Third-Party Logistics Provider Selection Criteria. *Industrial Management & Data Systems*. 116(4), 690-722.
- Göl, H., & Çatay, B. (2007). Third-party logistics provider selection: insights from a Turkish automotive company. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(6), 379-384.
- Guoyi, X., & Xiaohua, C. (2011, August). Research on the third party logistics supplier selection evaluation based on AHP and entropy. In *2011 International Conference on Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer (MEC)* (pp. 788-792). IEEE.
- Gupta, R., Sachdeva, A., & Bhardwaj, A. (2011). A framework for the selection of logistic service provider using fuzzy delphi and fuzzy topsis. In *Intelligent Automation and Systems Engineering* (pp. 189-202). Springer, New York, NY.
- Gupta, R., Sachdeva, A., Sharma, V., & Bhardwaj, A. (2012). Selection of logistic service provider using fuzzy PROMETHEE for a cement industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(7), 899- 921.
- Hasheminasab, H., Zolfani, S. H., Bitarafan, M., Chatterjee, P., & Ezabadi, A. A. (2019). The Role of Façade Materials in Blast-Resistant Buildings: An Evaluation Based on Fuzzy Delphi and Fuzzy EDAS. *Algorithms*, 12(6), 119.
- Heo, E., Kim, J., & Boo, K. J. (2010). Analysis of the assessment factors for renewable energy dissemination program evaluation using fuzzy AHP. *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(8), 2214-2220.
- Ho, W., He, T., Lee, C. K. M., & Emrouznejad, A. (2012). Strategic logistics outsourcing: An integrated QFD and fuzzy AHP approach. *Expert Systems with Applications*, 39(12), 10841-10850.
- Hsu, C. C., Liou, J. J., & Chuang, Y. C. (2013). Integrating DANP and modified grey relation theory for the selection of an outsourcing provider. *Expert Systems with Applications*, 40(6), 2297-2304.
- Ilieva, G., Yankova, T., & Klisarova-Belcheva, S. (2018). Decision analysis with classic and fuzzy EDAS modifications. *Computational and Applied Mathematics*, 37(5), 5650-5680.
- Jain, V., Sangaiah, A. K., Sakhuja, S., Thoduka, N., & Aggarwal, R. (2018). Supplier selection using fuzzy AHP and TOPSIS: a case study in the Indian automotive industry. *Neural Computing and Applications*, 29(7), 555-564.

- Jharkharia, S., & Shankar, R. (2007). Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. *Omega*, 35(3), 274-289.
- Kahraman, C., Ghorabae, M.K., Zavadskas, E. K., Cevik Onar, S., Yazdani, M., & Oztaysi, B. (2017). Intuitionistic fuzzy EDAS method: an application to solid waste disposal site selection. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(1), 1-12.
- Karakaşoğlu, N. (2008). *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli. YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından elde edildi. (Tez no: 226810)
- Korucuk, S. (2018). Soğuk zincir taşımacılığı yapan işletmelerde 3PL firma seçimi: İstanbul örneği. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16, 341-365.
- Lee, A. H., Lin, C. Y., Wang, S. R., & Tu, Y. M. (2010). The construction of a comprehensive model for production strategy evaluation. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 9(2), 187-217.
- Lehmusvaara, A., Tuominen, M., & Korpela, J. (1999). An integrated approach for truck carrier selection. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 2(1), 5-20.
- Li, D. F., & Wan, S. P. (2014). Fuzzy heterogeneous multiattribute decision making method for outsourcing provider selection. *Expert systems with applications*, 41(6), 3047-3059.
- Li, F., Li, L., Jin, C., Wang, R., Wang, H., & Yang, L. (2012). A 3PL supplier selection model based on fuzzy sets. *Computers & Operations Research*, 39(8), 1879-1884.
- Liu, H. T., & Wang, W. K. (2009). An integrated fuzzy approach for provider evaluation and selection in third-party logistics. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4387-4398.
- Li, W., Yu, S., Pei, H., Zhao, C., & Tian, B. (2017). A hybrid approach based on fuzzy AHP and 2-tuple fuzzy linguistic method for evaluation in-flight service quality. *Journal of Air Transport Management*, 60, 49-64.
- Mangla, S. K., Kumar, P., & Barua, M. K. (2015). Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 375-390.
- McGinnis, M. A., Kochunny, C. M., & Ackerman, K. B. (1995). Third party logistics choice. *The International Journal of Logistics Management*, 6(2): 93-102.
- Menon, M. K., McGinnis, M. A., & Ackerman, K. B. (1998). Selection criteria for providers of third-party logistics services: an exploratory study. *Journal of business logistics*, 19(1), 121-137.
- Mukul, E., Büyüközkan, G., & Güler, M. (2019). Strategic analysis of intelligent transportation systems. *Beykoz Akademi Dergisi, Özel Sayı*, 148-158.
- Özbek, A., & Eren, T. (2012). Üçüncü Parti Lojistik (3PL) Firmanın Analitik Hiyerarşi Süreciyle (AHS) Belirlenmesi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 4(2), 46-54.
- Pamucar, D., Chatterjee, K., & Zavadskas, E. K. (2019). Assessment of third-party logistics provider using multi-criteria decision-making approach based on interval rough numbers. *Computers & Industrial Engineering*, 127, 383-407.
- Peng, J. (2012). Selection of logistics outsourcing service suppliers based on AHP. *Energy Procedia*, 17, 595-601.
- Perçin, S., & Min, H. (2013). A hybrid quality function deployment and fuzzy decision-making methodology for the optimal selection of third-party logistics service providers. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 16(5), 380-397.
- Perçin, S. (2019). An integrated fuzzy SWARA and fuzzy AD approach for outsourcing provider selection. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(2). 531-552.
- Polat, G., & Bayhan, H. G. (2020). Selection of HVAC-AHU system supplier with environmental considerations using Fuzzy EDAS method. *International Journal of Construction Management, Yayın Aşamasında*, 1-9.
- Raut, R., Kharat, M., Kamble, S., & Kumar, C. S. (2018). Sustainable evaluation and selection of potential third-party logistics (3PL) providers. *Benchmarking: An International Journal*, 25(1), 76-97.
- Saaty, T. L. (1980). "The Analytic Hierarchy Process". *New York: McGraw Hill*.
- Senthil, S., Srirangacharyulu, B., & Ramesh, A. (2014). A robust hybrid multi-criteria decision making methodology for contractor evaluation and selection in third-party reverse logistics. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 50-58.
- Sevim, Ş., Akdemir, A., & Vatanserver, K. (2008). Lojistik Faaliyetlerinde Dış Kaynak Kullanan İşletmelerin Aldıkları Hizmetlerin Kalitesinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir İnceleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(1), 1-27.
- Sharma K.S. & Kumar V. (2015). Optimal Selection of ThirdParty Logistics Service Providers Using Quality Function Deployment and Taguchi Loss Function. *Benchmarking: An International Journal*, 22(7), 1281-1300.
- Singh, R. K., Gunasekaran, A., & Kumar, P. (2018). Third party logistics (3PL) selection for cold chain management: a fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS

- approach. *Annals of Operations Research*, 267(1-2), 531-553.
- Singh, A., & Prasher, A. (2019). Measuring healthcare service quality from patients' perspective: using Fuzzy AHP application. *Total Quality Management & Business Excellence*, 30(3-4), 284-300.
- Sremac, S., Stević, Ž., Pamučar, D., Arsić, M., & Matić, B. (2018). Evaluation of a third-party logistics (3PL) provider using a rough SWARA–WASPAS model based on a new rough dombi aggregator. *Symmetry*, 10(8), 305.
- Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., Ghorabae, M. K., & Turskis, Z. (2017). An extension of the EDAS method based on the use of interval grey numbers. *Studies in Informatics and Control*, 26(1), 5-12.
- Stević, Ž., Vasiljević, M., Puška, A., Tanackov, I., Junevičius, R., & Vesković, S. (2019). Evaluation of suppliers under uncertainty: a multiphase approach based on fuzzy AHP and fuzzy EDAS. *Transport*, 34(1), 52-66.
- Sudrajat, H. A., Paramartha, D. G. A., & Purba, H. H. (2019). Third-Party Logistics Company Supplier Evaluation using Analytical Hierarchy Process Method: A Case Study in the Manufacturing Industry. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 5(2), 28-35.
- Zhou, T., Chen, J., & Qiao, Z. (2003). The Competition Ability Index System and Vague Evaluation of Third-Party Logistics Corporation. *Logistics Management*, 26 (5), 30-32.
- Thakkar, J., Deshmukh, S. G., Gupta, A. D., & Shankar, R. (2005). Selection of third-party logistics (3PL): a hybrid approach using interpretive structural modeling (ISM) and analytic network process (ANP). *Supply Chain Forum: An International Journal*, 6(1), 32-46.
- Ulutaş, A., Özkan, A. M., & Tağraf, H. (2018). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bulanık Gri İlişkisel Analizi Yöntemleri Kullanılarak Personel Seçimi Yapılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(65), 223-232.
- Ulutaş, A. (2020). An Integrated Rough Model for Third Party Logistics Service Provider Selection. In *Theoretical and Applied Mathematics in International Business* (pp. 91-106). IGI Global.
- Xu, L., Liu, H., Wang, S., & Wang, K. (2009). Modelling and analysis techniques for cross-organizational workflow systems. *Systems Research and Behavioral Science: The Official Journal of the International Federation for Systems Research*, 26(3), 367-389.
- Vaidyanathan, G. (2005). A framework for evaluating third-party logistics. *Communications of the ACM*, 48(1), 89-94.
- Vatansever, K. & Uluköy, M. (2013). Kurumsal kaynak planlaması sistemlerinin bulanık AHP ve bulanık MOORA yöntemleriyle seçimi: Üretim sektöründe bir uygulama. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 274-293.
- Vesković, S., Stević, Ž., Karabašević, D., Rajilić, S., Milinković, S., & Stojić, G. (2020). A New Integrated Fuzzy Approach to Selecting the Best Solution for Business Balance of Passenger Rail Operator: Fuzzy PIPRECIA-Fuzzy EDAS Model. *Symmetry*, 12(5), 743.
- Wang, B., Song, J., Ren, J., Li, K., & Duan, H. (2019). Selecting sustainable energy conversion technologies for agricultural residues: A fuzzy AHP-VIKOR based prioritization from life cycle perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 142, 78-87.
- Wang, J. J., Wang, M. M., Liu, F., & Chen, H. (2015). Multistakeholder strategic third-party logistics provider selection: a real case in China. *Transportation Journal*, 54(3), 312-338.
- Yayla, A. Y., Oztekin, A., Gumus, A. T., & Gunasekaran, A. (2015). A hybrid data analytic methodology for 3PL transportation provider evaluation using fuzzy multi-criteria decision making. *International Journal of Production Research*, 53(20), 6097-6113.
- Yildirim, B. F., & Mercangoz, B. A. (2020). Evaluating the logistics performance of OECD countries by using fuzzy AHP and ARAS-G. *Eurasian Economic Review*, 10(1), 27-45.
- Zhang, H., Li, X., Liu, W., Li, B., & Zhang, Z. (2004, October). An application of the AHP in 3PL vendor selection of a 4PL system. In *2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE Cat. No. 04CH37583)* (Vol. 2, pp. 1255-1260). IEEE.
- Zhang, G., Shang, J., & Li, W. (2012). An information granulation entropy-based model for third-party logistics providers evaluation. *International Journal of Production Research*, 50(1), 177-190.
- Zolfani, S. H., Sedaghat, M., & Zavadskas, E. K. (2012). Performance evaluating of rural ICT centers (telecenters), applying fuzzy AHP, SAW-G and TOPSIS Grey, a case study in Iran. *Technological and Economic Development of Economy*, 18(2), 364-387.