

Atf İçin: Göker N, 2022. COVID-19 pandemisi döneminde çevik dış kaynak sağlayıcısı seçimi problemi için sezgisel bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi: Türk beyaz eşya sektöründe bir uygulama. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(4): 2097 - 2112.

To Cite: Göker N, 2022. Intuitionistic fuzzy multi-criteria decision-making approach for agile outsourcing provider selection in COVID-19: An application in Turkish white goods industry. Journal of the Institute of Science and Technology, 12(4): 2097 - 2112.

COVID-19 Pandemisi Döneminde Çevik Dış Kaynak Sağlayıcısı Seçimi Problemi İçin Sezgisel Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi: Türk Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama

Nazlı GÖKER

ÖZET: Proje yönetiminde çeviklik kavramı, sıralı ve doğrusal olan geleneksel proje yönetimi metodolojilerini geliştirmek için ortaya çıkmıştır. Çevik bir proje, yinelemelerin yanı sıra planlanmış süreçleri de içermektedir. Rekabetin fazla olduğu global alanlarda dış kaynak kullanılan süreçlerde çevikliğin sağlanması, şirketlerin değişimlere ve dinamik çevrelere uyum sağlayabilmesi açısından faydalıdır. Günümüz COVID-19 pandemisi koşullarında çeviklik kavramının önemi eskiye oranla daha da artmaktadır. Ayrıca, dış kaynak kullanımı süreçlerinde çeviklik kavramının sağlanması, piyasalardaki değişimlerin ve dinamik sorunların üstesinden gelinmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada, çevik dış kaynak sağlayıcısı alternatiflerini sıralamak ve aralarından en iyi performans göstereni belirlemek için ideal çözüme göre bir çözüm elde etmeyi amaçlayan sezgisel bulanık COPRAS yaklaşımı kullanılmaktadır. Sezgisel bulanık kümeler, bulanık sayılarla yapılan işlemlerde meydana gelebilecek bilgi kayıpları ve verilerdeki tereddüt ile başa çıkmak için kullanılmaktadır. Sezgisel bulanık karar verme yaklaşımının uygulaması COVID-19 döneminde Türk beyaz eşya endüstrisinde bir dış kaynak sağlayıcısı tarafından uzaktan yürütülecek bilgi teknolojileri tabanlı proje için bir vaka çalışması yapılarak sağlanmıştır. Bu amaçla, beş adet alternatif dış kaynak sağlayıcısı önerilmiş ve 13 adet seçim kriteri kullanılmıştır. Uygulanan yaklaşım, uzmanların görüşlerini ifade etmek için sezgisel bulanık sayıların kullanılmasını sağlamakta, böylece verilerdeki tereddüt hesap edilebilmektedir. Önerilen karar modeli, COVID-19 pandemisinin etkilerini çevik dış kaynak sağlayıcı değerlendirme/seçim karar çerçevesine dahil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: COPRAS, COVID-19 pandemisi, çevik dış kaynak sağlayıcısı seçimi, çeviklik kavramı, çok ölçütlü karar verme, proje yönetimi, sezgisel bulanık kümeler

Intuitionistic Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Approach for Agile Outsourcing Provider Selection in COVID-19: An Application in Turkish White Goods Industry

ABSTRACT: The concept of agility in project management has emerged to enhance traditional project management methodologies that are sequential and linear. An agile project includes planned processes as well as iterations. In global competitive environments, obtaining agility in outsourcing processes allows the companies to handle the changes and dynamic issues. In today's COVID-19 pandemic conditions, the importance of agility concept increases compared to the pre-COVID-19 pandemic period. In addition, providing agility in outsourcing processes enables to overcome the changes in the competitive markets and dynamic problems. In this study, intuitionistic fuzzy COPRAS method, which aims to obtain a solution relative to the ideal solution, is used to rank agile outsourcing provider alternatives and identify the best performing one among them. Intuitionistic fuzzy sets are used to deal with loss of information and hesitation in data that may occur in operations with fuzzy numbers. The application of the proposed intuitionistic fuzzy decision-making approach is illustrated by conducting a case study for an outsourced information technology-based project in Turkish white goods industry during the COVID-19 period. For that reason, five provider alternatives are proposed, and 13 evaluation criteria are utilized. The applied decision approach provides including intuitionistic fuzzy numbers into the decision framework for expressing experts' opinions, hence hesitation is computed. The proposed decision model integrates the effects of COVID-19 pandemic on the agile outsourcing provider evaluation/selection framework.

Keywords: COPRAS, COVID-19 pandemic, agile outsourcing provider selection, agility concept, multi-criteria decision making, project management, intuitionistic fuzzy sets

¹ Nazlı GÖKER ([Orcid ID: 0000-0003-0820-6989](https://orcid.org/0000-0003-0820-6989)), Galatasaray Üniversitesi, Mühendislik ve Teknoloji Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Nazlı GÖKER, e-mail: nagoker@gsu.edu.tr

GİRİŞ

İlk olarak 2001 yılında ortaya çıkan çevik proje yönetimi konsepti, müşterilerin gereksinimlerinin tanımlanmasını, proje ihtiyaçlarındaki değişikliklerin yönetilmesini ve maliyet yönetimi süreçlerindeki verimsizliğin giderilmesini amaçlamaktadır. Bu konseptin ortaya çıkış noktası müşteri ihtiyaçlarının öngörülemeyen özellikleri, gelişen teknoloji ve işletme sorunlarının istikrarsızlığıdır (Lei ve ark., 2017). Ayrıca, lineer ve sıralı olan şelale proje yönetimi metodolojisinin eksikliklerini gidermek için proje yönetiminde çevik konseptte ihtiyaç duyulmaktadır. Çevik bir projede süreçler planlanmakta ve ardından yinelemeli bir şekilde yönetilmektedir. Projenin paydaşlarının temsilcileri, çevik projenin her yinelemesini eleştirmekte ve gözden geçirmektedir. Bir yinelemeden elde edilen sonuç, bir sonraki proje aşamasının oluşmasını sağlamaktadır (Totten, 2017).

Piyasalardaki artan rekabet ortamında çeviklik kavramı giderek daha önemli hale gelmektedir. Buna bağlı olarak, şirketlerin mevcut dinamik ortamlara başa çıkabilmek için dış kaynak kullanımı süreçlerinde çeviklik kavramından faydalanması gerekmektedir (Liu ve ark., 2008). Dış kaynak kullanımı, bir faaliyeti şirket içinde tamamlamak yerine bir servis sağlayıcısı ile iş birliği yaparak operasyonların yönetilmesini sağlamaktadır (Tsai ve ark., 2010). Dış kaynak kullanımı, ilk olarak 1990'ların başında maliyet tasarrufu ve teknik verimlilik sağlamak için bilgi teknolojileri (BT) alanında kullanılmasına rağmen günümüzde stratejik yönetimin bir bileşeni haline gelmiş durumdadır (Tjader ve ark., 2014).

COPRAS yöntemi Litvanyalı araştırmacılar Zavadskas ve Kaklauskas (1996) tarafından Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesinde geliştirilmiş olup Litvanya'da mimari, ekonomi, taşınmaz varlıklar ve yönetim sektörlerinde uygulanmıştır. COPRAS yöntemi alternatiflerin önceliklendirilmesi ve sıralanmasını amaçlamaktadır. Yöntem maliyet ve fayda ölçütlerini ayrı ayrı değerlendirerek bir ideal çözüm belirlemekte ve bu ideal çözüme en yakın alternatifi en iyi alternatif olarak belirlemektedir. Aynı şekilde diğer alternatifler ise ideal çözüme uzaklıkları göz önünde bulundurularak sıralanmakta ve en son tüm alternatiflerin sıralanması sağlanmaktadır.

Değerlendirme ölçütlerinin enküçükleme ve enbüyükleme yönlü oluşlarını dikkate alarak seçeneklerin sıralanması ve değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. COPRAS yöntemi AHS (analitik hiyerarşi süreci), VIKOR (viekriterijumsko kompromisno rangiranje) ve TOPSIS (technique for order preference by similarity to an ideal solution) gibi diğer çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) yöntemlerine göre kullanımı kolay ve daha basit bir yöntemdir. COPRAS yöntemini diğer ÇÖKV yöntemlerinden ayıran en önemli özellik; alternatifleri birbirleriyle karşılaştırarak diğer alternatiflerden ne kadar iyi ya da ne kadar kötü olduğunu yüzde olarak ortaya koymasındır.

Bulanık kümeler teorisi Zadeh (1965) tarafından verideki belirsizlik ve muğlaklık ile baş edebilmek için ortaya çıkmıştır. Bulanık kümeler teorisi bir elemanın üyelik değerinin 0 ile 1 arasında olduğunu varsaymaktadır. Ancak, tereddütün varlığı bir elemanın üye olmama değerinin 1'den üyelik değerinin çıkarılmış haline eşit olmamasına sebep olmaktadır (Otay ve ark., 2017). Bu sebeple Atanassov (1986) bulanık kümeleri genişletmiş ve tereddütü de hesaplamalara katabilen sezgisel bulanık kümeleri (SBK) önermiştir. Burada bahsedilen tereddüt değeri 1'den üyelik ve üye olmama değerlerinin toplamının çıkarılması ile elde edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, en uygun çevik sağlayıcı alternatifinin belirlenmesini sağlayan bir sezgisel bulanık karar desteği geliştirmektir. Belirsiz ve tereddütlü verilerin varlığı sezgisel bulanık sayıların kullanılmasına yol açmış olup ideal çözüme en yakın sonucu veren sezgisel bulanık COPRAS (complex proportional assessment) yönteminin seçim süreci için uygun olduğu düşünülmüştür. Vaka çalışması, Türkiye'de faaliyet gösteren bir beyaz eşya üreticisinde COVID-19 pandemisi döneminde yürütülecek

olan BT odaklı bir proje için en uygun çevik dış kaynak sağlayıcısını belirlemeyi amaçlamaktadır. Vaka çalışmasında 5 tane çevik dış kaynak sağlayıcısı alternatifi 13 tane seçim kriterine göre sıralanmaktadır.

Önerilen yöntemin literatüre katkıları şu şekilde sıralanabilir. İlk olarak, önerilen yöntem, uzmanların görüşlerini ifade etmek için sezgisel bulanık sayıların kullanılmasını sağlamaktadır. Belirsiz ve muğlak veriler, sözel değişkenler kullanılarak kolaylıkla ele alınabilmektedir. Ancak, bulanık karar verme yaklaşımları karar vericilerin tereddütlü verilerini veya bilgi eksikliklerini içermemektedir. Bu amaçla, verilerdeki tereddütle başa çıkabilmek için sezgisel bulanık karar verme yaklaşımı önerilmektedir. İkinci olarak, önerilen sezgisel bulanık karar yaklaşımı, ideal çözüme en yakın çözümü bulan sezgisel bulanık COPRAS (SBCOPRAS) yöntemini kullanarak en iyi performans gösteren alternatifi saptamaktadır. Üçüncü olarak, bu çalışma Türkiye'deki ilk SBCOPRAS uygulayan çalışmadır. Dördüncü olarak, COVID-19 pandemisinin çevik sağlayıcı değerlendirme/seçim kararı üzerindeki etkilerini anlamayı sağlayan bu çalışma güncel problemlere ışık tutmaktadır.

Çalışmanın geri kalan bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir. Bölüm 2, dış kaynak sağlayıcı değerlendirme/seçim sorunu hakkında detaylı bir yazın taraması vermektedir. Bölüm 3, önerilen karar verme algoritması ile birlikte materyal ve yöntemi özetlemektedir. Yürütülen vaka çalışması bir sonraki bölümde verilmektedir. Bulgular ve tartışma Bölüm 5'te açıklanmaktadır. Sonuçlar Bölüm 6'da verilmektedir.

Yazın Taraması

Geçtiğimiz on yılda, araştırmacılar çeşitli çok ölçütlü karar verme yaklaşımları önererek “dış kaynak sağlayıcısı değerlendirmesi/seçimi” literatürüne katkıda bulundular. Çalışmanın bu bölümünde, bu alanla ilgili derin bir literatür taraması yapılmış ve literatürdeki boşluğun ortaya konulması amaçlanmıştır. Chen ve ark. (2011), yöneticilere dış kaynak kullanımı kararlarını verimli bir şekilde yönetebilmeleri için bir kılavuz sağlamak amacı ile hizmet sağlayıcıları değerlendirmek için bulanık PROMETHEE yöntemini kullanmıştır. Kumar ve ark. (2011), üçüncü parti lojistik (3PL) sağlayıcısı seçimi probleminin ölçütlerini tutarlı bulanık tercih ilişkisi ile ağırlıklandırmış ve alternatifleri VIKOR yöntemi ile sıralamıştır.

Erkayman ve ark. (2012) 3PL hizmet sağlayıcılarını sıralamak için bulanık AHS ve bulanık TOPSIS yöntemlerini birleştirmiştir. Aynı şekilde, Ho ve ark. (2012) 3PL sağlayıcı seçimi problemini kalite fonksiyon yayılımı (KFY) ve bulanık AHP'yi entegre ederek çözmüştür. Kaya (2012) bulanık AHP kullanarak Türkiye'deki en iyi atık elektrikli ve elektronik ekipman servis sağlayıcı firmasını değerlendirmiş ve seçmiştir. Uygun ve ark. (2014) telekomünikasyon sektöründe servis sağlayıcısı değerlendirmesi için DEMATEL (decision making trial and evaluation laboratory) ve bulanık AAS (analitik ağ süreci) yöntemlerini birleştirmiştir. Alkhatib ve ark. (2015), değerlendirme ölçütlerini ağırlıklandırmak için bulanık DEMATEL'in kullanıldığı, alternatifleri sıralamak için bulanık TOPSIS'in kullanıldığı, sıralama sonuçlarının kararlılığını test etmek için bulanık VIKOR'un kullanıldığı 3PL servis sağlayıcısı seçim modelini önerdi.

Geçtiğimiz son beş yıl içinde, Faisal ve Raza (2016), akademik kurumların bilişim teknolojilerindeki dış kaynak sağlayıcısı seçimi için gri teoriye dayalı bir karar çerçevesi oluşturmuştur. Govindan ve ark. (2016), 3PL servis sağlayıcısı seçim ölçütleri arasındaki karşılıklı ilişkileri ortaya koymuş ve ardından otomotiv endüstrisinde gri DEMATEL kullanarak bir seçim modeli önermiştir. Şen ve ark. (2017) gri TOPSIS metodolojisini kullanarak 3PL sağlayıcısı seçim problemine bir çözüm getirmiştir. Büyüközkan ve ark. (2017), müşteri ilişkileri yönetimi ortaklarını değerlendirmek için sezgisel bulanık DEMATEL ve sezgisel bulanık AAS metodolojilerini birleştirmiştir.

Daha yakın zamanda Ecer (2018), mermer endüstrisinde 3PL sağlayıcı seçimi için bulanık AHP ve EDAS (evaluation based on distance from average solution) tekniklerini birleştirmiştir. Ji ve ark. (2018), nötrozofik bulanık sayıların varlığında dış kaynak sağlayıcısı seçimi için MABAC (multi-attributive border approximation area comparison) ve ELECTRE (elimination et choix traduisant la realite) yöntemlerini entegre etmiştir. Aynı şekilde, Singh ve ark. (2018), gıda endüstrisi soğuk tedarik zincirinde 3PL sağlayıcı seçimi problemi için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS bütünleşik yaklaşımını geliştirmiştir. Li ve ark. (2018), kümülatif beklenti teorisini kullanarak en iyi üçüncü parti tersine lojistik (3PTL) servis sağlayıcısı alternatifini saptamış ve ardından bulanık TOPSIS tekniğini kullanarak elektronik sektöründe karşılaştırmalı bir analiz önermiştir.

Son zamanlarda, Percin (2019), kimya endüstrisinde en iyi performans gösteren dış kaynak sağlayıcısını belirlemek için bulanık SWARA (semantic web and repurposing applications) ve bulanık aksiyomatik tasarım (AT) metodolojilerini birleştirmiş ve ardından sonuçları bulanık TOPSIS ile karşılaştırmıştır. Govindan ve ark. (2019), Hintli bir üretici için 3PTL servis sağlayıcısı seçimi problemine ELECTRE tabanlı çok ölçütlü karar verme yaklaşımı önermiştir. Ljubojević ve ark. (2019), ulaştırma sektöründe dış kaynak sağlayıcısı seçimi için DEMATEL tabanlı iki aşamalı karar çerçevesi geliştirmiştir. Benzer şekilde, Zarbakhshnia ve ark. (2020) bulanık AHS ve gri çok amaçlı optimizasyonu birleştirerek otomobil parçaları üreten bir şirket için en iyi performansı gösteren 3PTL servis sağlayıcısını belirlemiştir. Rani ve ark. (2020) cep telefonu servis sağlayıcılarını sezgisel bulanık kümeleri gri ilişki analizine dahil eden bir karar verme yaklaşımı ile değerlendirmiştir. Aynı şekilde, Mishra ve ark. (2020a), cep telefonu servis sağlayıcılarını sıralamak ve seçmek için sezgisel bulanık ELECTRE tekniğini önerdi. Liu ve ark. (2020), tereddütlü ortamda blok zincir servis sağlayıcısı seçimi için en iyi en kötü yöntemi ve Entropi tabanlı TOPSIS tekniklerini uygulamıştır. Gireesha ve ark. (2020), bulut dış kaynak sağlayıcısı seçimi için sezgisel bulanık kümeler tabanlı WASPAS (weighted aggregated sum product assessment) tekniğini kullanmıştır.

Literatürde araştırmacılar karar verme problemlerinde belirsizliğin yanı sıra tereddütün de varlığını hesaba katmak için sezgisel bulanık sayıları kullanma ihtiyacı hissetmiştir. Bu çalışmada son 5 yıl içinde önerilen sezgisel bulanık karar verme yaklaşımları özetlenmektedir. Karasan ve ark. (2018) bir fabrika için üretim stratejisi seçimi problemine sezgisel bulanık AHS ve TOPSIS yöntemlerini entegre eden bir karar verme yaklaşımı geliştirmiştir. Benzer şekilde Kahraman ve ark. (2018) aynı yöntemleri üretim sektöründe dış kaynak sağlayıcısı seçimi için uygulamıştır. Karasan ve Kahraman (2019) sezgisel bulanık DEMATEL, AAS ve TOPSIS yöntemlerini lojistik köyü yeri seçimi için entegre eden bir karar verme modeli önermiştir. Öte yandan Yıldırım (2019) sezgisel bulanık TOPSIS yöntemini kredi kartı platformları seçimi problemi için kullanmıştır. Büyüközkan ve ark. (2019) ise tehlikeli atık taşıyıcılarını sıralamak için sezgisel bulanık AAS ve sezgisel bulanık VIKOR yöntemlerini entegre eden bir grup karar verme yaklaşımı önermiştir. Ecer ve Pamucar (2021) COVID-19 pandemisi döneminde sigorta şirketlerinin sağlık hizmetlerinin performans değerlendirmesini yapmak amacı ile sezgisel bulanık MARCOS tekniğinden yararlanmışır. Ecer (2022) koronavirüs aşı seçimi problemi için geliştirilmiş sezgisel bulanık MAIRCA yöntemini uygulamıştır. Aşağıdaki Çizelgede sezgisel bulanık karar verme yöntemlerini kullanan çalışmalar özetlenmektedir. Sezgisel bulanık yaklaşımların uygulamaları üretim, lojistik, finans, çevre ve sağlık gibi birçok alanda yapılmaktadır. İncelenen 7 makalenin 4 tanesi bütünleşik yöntem önerirken diğer 3 tanesi ise tek yöntem uygulaması yapmaktadır.

Çizelge 1. Sezgisel bulanık karar verme yöntemlerini kullanan çalışmalar

Yazar	Basım Yılı	Tek Yöntem	Bütünleşik Yöntem	Uygulama Alanı
Karasan ve ark.	2018		*	Üretim
Kahraman ve ark.	2018		*	Üretim
Karasan ve Kahraman	2019		*	Lojistik
Yıldırım	2019	*		Finans
Büyüközkan ve ark.	2019		*	Çevre
Ecer ve Pamucar	2021	*		Sağlık
Ecer	2022	*		Sağlık

Araştırmacılar, literatürde çeşitli karar verme yaklaşımları önererek dış kaynak sağlayıcısı seçimi sorununa odaklanmış olsalar da muğlaklık, belirsizlik ve tereddütleri dikkate alan çalışmalar çok kısıtlı sayıda kalmaktadır. Ayrıca ideal çözüme göre bir çözüm belirleyen SBCOPRAS yöntemi, ilgili problemin seçim sürecinde daha önce kullanılmamıştır. Bu çalışma, dış kaynak sağlayıcısı seçimi literatüründeki bu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, 2020 yılının mart ayından beri güncel hayatımızın ve iş hayatının en büyük problemi olan COVID-19 pandemisi şirketlerin yönetsel seçim süreçlerini direkt olarak etkilemiş ve karar verme prosedürlerinin tekrar gözden geçirilmesine sebep olmuştur. Bu çalışma aynı zamanda, dış kaynak sağlayıcısı seçimine COVID-19 pandemisi şartlarını göz önünde bulunduran bir karar verme modeli geliştirmekte ve bu sayede güncel problemlere ışık tutmakta, firmaların yönetsel seçim süreçlerine karar desteği sağlamayı amaçlamaktadır.

MATERYAL ve METOT

Bu bölümde, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemler açıklanmaktadır. SBK'ler, bulanık sayılar ile gerçekleştirilen işlemlerde oluşabilecek bilgi kayıplarının ve kesin olmayan verilerin ele alınmasında kullanılmaktadır. Bu çalışmada, en uygun çevik servis sağlayıcısı alternatifinin belirlenmesi ideal çözüme en yakın alternatifi bulmayı sağlayan SBCOPRAS yöntemi ile belirlenmektedir.

Genel kavramlar

SBK'lerin temel kavramları ve bazı matematiksel işlemleri aşağıdaki tanımlarda verilmektedir.

Tanım 1 (Kahraman ve ark., 2017). $E \neq \emptyset$ belirlenmiş bir küme olmak üzere, E kümesinde tanımlı bir SBK aşağıda verilen bulanık Y kümesi ile ifade edilmektedir.

$$\tilde{Y} = \{(x, \mu_{\tilde{Y}}(x), \nu_{\tilde{Y}}(x)); x \in E\} \quad (1)$$

$\mu_{\tilde{Y}}: E \rightarrow [0,1]$ ve $\nu_{\tilde{Y}}: E \rightarrow [0,1]$ olmak üzere her $x \in E$ için $0 \leq \mu_{\tilde{Y}}(x) + \nu_{\tilde{Y}}(x) \leq 1$ koşulu sağlanmaktadır. Tereddüt, üyelik ve üye olmama derecelerinin toplamının 1'den çıkarılması ile Denklem (2)'deki gibi elde edilmektedir.

$$\pi_{\tilde{Y}}(x) = 1 - (\mu_{\tilde{Y}}(x) + \nu_{\tilde{Y}}(x)) \quad (2)$$

Tanım 2 (De ve ark., 2000). Y ve Z , E kümesinde tanımlı iki SBK olmak üzere; $\tilde{Y} = \{(x, \mu_{\tilde{Y}}(x), \nu_{\tilde{Y}}(x)) | x \in E\}$ ve $\tilde{Z} = \{(x, \mu_{\tilde{Z}}(x), \nu_{\tilde{Z}}(x)) | x \in E\}$.

\tilde{Y} ve \tilde{Z} arasındaki toplama ve çarpma işlemleri sırası ile Denklem (3) ve Denklem (4)'te verilmektedir.

$$\tilde{Y} + \tilde{Z} = \{(x, \mu_{\tilde{Y}}(x) + \mu_{\tilde{Z}}(x) - \mu_{\tilde{Y}}(x) \cdot \mu_{\tilde{Z}}(x), \nu_{\tilde{Y}}(x) \cdot \nu_{\tilde{Z}}(x)) | x \in E\} \quad (3)$$

$$\tilde{Y} \cdot \tilde{Z} = \{(x, \mu_{\tilde{Y}}(x) \cdot \mu_{\tilde{Z}}(x), \nu_{\tilde{Y}}(x) + \nu_{\tilde{Z}}(x) - \nu_{\tilde{Y}}(x) \cdot \nu_{\tilde{Z}}(x)) | x \in E\} \quad (4)$$

Tanım 3 (Xu, 2007). $\theta_l = \langle \mu_l, \nu_l \rangle$, $\forall l$, sezgisel bulanık sayı olmak üzere, θ_l skor değeri Denklem (5)'teki gibi hesaplanmaktadır.

$$S(\theta_l) = (\mu_l - v_l) \quad (5)$$

$$S(\theta_l) \in [-1,1] \text{ 'dir.}$$

Tanım 4 (Xu ve ark., 2015). $\theta_l = \langle \mu_l, v_l \rangle$, $\forall l$, sezgisel bulanık sayı olmak üzere, normalize edilmiş θ_l skor değeri Denklem (6)'daki gibi hesaplanmaktadır.

$$S^*(\theta_l) = \frac{1}{2}(S(\theta_l) + 1) \quad (6)$$

$$S^*(\theta_l) \in [0,1] \text{ 'dir.}$$

Sezgisel bulanık COPRAS yöntemi

İş hayatında karşılaşılan karar problemleri çoğu zaman birbiriyle çelişen çok sayıda ölçütün göz önünde bulundurulmasını gerektirmektedir. Ayrıca, veriler toplanırken kesin sayılar her zaman mevcut olmayabilir. Bu gibi durumlarda, bulanık küme teorisi, verilerdeki belirsizlik ile başa çıkmak için uygundur. Öte yandan, bulanık küme teorisi, bilgi eksikliği nedeniyle üyelik ve üye olmama değerlendirmesini ele alamamakta ve bu nedenle tereddüt oluşmaktadır. SBK teorisi, karar süreçlerindeki tereddütle başa çıkmak için önerilmiştir. Bu çalışmada, sezgisel bulanık karar destek sistemi önerilmektedir.

1996 yılında Zavadskas ve Kaklauskas tarafından önerilen COPRAS tekniği ideal çözüme en yakın sonucu veren çok ölçütlü karar verme yöntemidir. Araştırmacılar belirsizlik ve tereddüt içeren karar verme problemleri için özellikle yakın geçmişte SBCOPRAS yöntemini uygulamaktadır. Wang ve ark. (2016) sezgisel bulanık sayılar içeren bir karar verme problemine AAS ve COPRAS yöntemlerinin entegre olarak kullanıldığı bir yaklaşım önermiştir. Schitea ve ark. (2019) hidrojen hareketliliği toplama yeri seçimi için sezgisel bulanık sayıları kullanan WASPAS, COPRAS ve EDAS tabanlı çok ölçütlü karar verme modeli geliştirmiştir. Şeker (2020) en iyi fiber optik erişim ağı stratejisinin seçimi için SBCOPRAS uygulaması yapmıştır. Kahraman ve ark. (2020) bulanık AHS yöntemi kullanılan çalışmaların incelendiği yazın taraması makalesinde bulanık AHS'nin SBCOPRAS ile entegre edilmesi durumundan bahsetmiştir. Mishra ve ark. (2020b) tehlikeli atıkların geri dönüşümü konusundaki sağlık uygulamalarının sıralanması probleminde SBCOPRAS yönteminden faydalanmıştır. Mishra ve ark. (2020c) sürdürülebilir biyoenerji üretim süreçlerini SBSWARA ve SBCOPRAS yöntemlerini bir arada kullanarak değerlendiren bütünleşik bir karar verme yaklaşımı önermiştir. Benzer şekilde Garg ve ark. (2022) aynı yöntemleri şirket kaynakları planlaması yazılımı seçimi problemine uygulamıştır. Opoku-Mensah ve ark. (2021) Çin'deki şirketlerin birleşme ve satın alma stratejileri seçimi için çok amaçlı eniyileme modeli tabanlı SBCOPRAS yöntemini geliştirmiştir. Perçin (2021) SBCOPRAS yöntemini yenilenebilir enerji sektöründe tedarikçi seçimi problemine uygulamıştır.

Bu çalışmada ise, seçim prosedürü için SBCOPRAS yöntemi kullanılmaktadır. Şekil 1'de verilen karar verme algoritmasının adım adım gösterimi şu şekildedir:

Adım 1. Alanında uzman kişilerden bir komite oluşturulur. Alternatifler ($A_r=1,2,\dots,m$) ve değerlendirme ölçütleri C_i ($i=1,2,\dots,n$) belirlenir.

Adım 2. Alternatiflerin ölçütlere göre aldıkları skorlar ve ölçütlerin önem dereceleri komite tarafından belirlenir.

Adım 3. SBCOPRAS süreci başlatılır. Denklem (7) kullanılarak veri ağırlıklandırılır.

$$\tilde{v}_{ri} = \tilde{\varphi}_i \tilde{t}_{ri}, \quad r = 1,2, \dots, m; \quad i = 1,2, \dots, n \quad (7)$$

\tilde{t}_{ri} , r alternatifinin j ölçütüne göre aldığı skoru göstermekte, $\tilde{\varphi}_i$ ise i ölçütünün ağırlığını simgelemektedir.

Adım 4. Maliyet ve fayda ölçütlerinin değerleri toplanır.

$\Delta = \{1, 2, \dots, h\}$ maliyet ölçütleri kümesi olmak üzere her alternatif için α_r değeri Denklem (8) kullanılarak hesaplanır.

$$\alpha_r = \sum_{i=1}^h \tilde{t}_{ri}, \quad r = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

Adım 5. $\nabla = \{h+1, h+2, \dots, n\}$ fayda ölçütleri kümesi olmak üzere her alternatif için β_r değeri Denklem (9) kullanılarak hesaplanır.

$$\beta_r = \sum_{i=h+1}^n \tilde{t}_{ri}, \quad r = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

Adım 6. Denklem (10) kullanılarak alternatiflerin göreceli ağırlıklarının dereceleri (γ_r) hesaplanır (Kumari ve Mishra, 2020).

$$\gamma_r = S^*(\beta_r) + \frac{\sum_{r=1}^m S^*(\alpha_r)}{S^*(\alpha_r) \sum_{r=1}^m \frac{1}{S^*(\alpha_r)}}, \quad r = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

Adım 7. Denklem (11) kullanılarak alternatiflerin öncelik değerleri (λ_r) hesaplanır ve bu değerler büyükten küçüğe sıralanır. Böylece alternatiflerin sıralaması elde edilmiş olur.

$$\lambda_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_{max}} * 100\%, \quad r = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

Vaka Çalışması

Son yıllarda çeviklik kavramı beyaz eşya sektöründe projelerin daha verimli yönetilebilmesi ve şirketlerin rekabet ortamında ayakta kalabilmesi için giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Çevik proje yönetimi, uygun şekilde yönetilmesi gereken çok önemli bir yönetim sürecidir. Bu bölümde SBCOPRAS yöntemi kullanılarak yapılan Türk beyaz eşya sektöründe çevik dış kaynak sağlayıcısı seçimi probleminin vaka çalışması anlatılmaktadır.

Çevik Dış Kaynak Sağlayıcısı Kavramı ve Seçim Yöntemi

Bu çalışmada proje yönetiminde dış kaynak kullanımı süreçleri ele alınmaktadır. Rekabetçi ortamlarda firmaların pazarda ayakta kalabilmeleri için yönetim bileşenlerine farklı stratejiler uyarlamaları gerekmektedir. Başarılı bir proje, dinamik ortama ayak uydurabilen ve değişiklikler meydana geldiğinde belirsizlik ve öngörülemezlikle başa çıkabilen bir yönetim metodolojisine sahip olmalıdır. Yakın geçmişte “çeviklik” kavramı ortaya çıkmış ve daha sonra proje yönetiminde yaygın olarak kullanılan bir kavram haline gelmiştir. Çevik proje yönetimi, bir projeyi tüm yaşam döngüsü boyunca yinelemeli bir yaklaşımla ifade etmektedir. Çevik bir proje, çabukluk, esneklik ve yanıt verme özelliklerinden oluşmalıdır. Proje yönetimi sürecinde çevikliğe ulaşmak için çevik hizmet sağlayıcılarla iş birliği yapmak gereklidir. Bu nedenle, birbiriyle çelişen ölçütler içeren çevik hizmet sağlayıcısı değerlendirme ve seçim çerçevesi, yönetsel çok ölçütlü karar verme problemi konumundadır. En uygun çevik sağlayıcı alternatifini belirlemek için çeviklikle ilgili değerlendirme faktörlerinin karar analizine dahil edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın COVID-19 pandemisi döneminde uzaktan yürütülecek BT tabanlı projesi için en uygun çevik hizmet sağlayıcısı alternatifini belirlemektir. En iyi performans gösteren çevik dış kaynak sağlayıcısı

alternatifini belirlemek için verilerdeki belirsizlik ve tereddütlerin ele alınabilmesine olanak sağlayan SBCOPRAS yöntemi kullanılmıştır.

Çevik dış kaynak sağlayıcısı seçimi, birbiriyle çelişen değerlendirme ölçütlerinin varlığını ve verideki belirsizliği içeren bir karar verme problemi olduğu için veriler kesin olmadığında kullanılabilir çok ölçütlü karar verme yaklaşımı modeli önerilerek çözülebilir. Bu çalışmanın amacı, en iyi çevik proje sağlayıcısını belirlemek için bir sezgisel bulanık karar verme yaklaşımı önermektir. Geliştirilen karar modelinin uygulaması, Türk beyaz eşya sektöründe bir örnek vaka çalışması yapılarak gösterilmiştir. Vaka firması beş adet potansiyel dış kaynak sağlayıcısına sahip durumdadır. Firma, çevik proje yönetimi metodolojisi ile yönetilmesi gereken BT odaklı bir proje için en uygun alternatifi belirlemek istemekte ve bu nedenle en uygun çevik servis sağlayıcısı alternatifini saptayan bir karar çerçevesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Seçim Süreci

İlk olarak, Çizelge 2'de listelenen çevik dış kaynak sağlayıcısı seçim ölçütleri, vaka firmasının proje yönetim departmanından uzman görüşleri alınarak literatür taraması yapılarak belirlenmiştir. İlk üç ölçüt maliyet ölçütü, diğerleri ise fayda ölçütü olarak belirtilmiştir.

Çizelge 2. Çevik dış kaynak sağlayıcısı seçim ölçütleri (Büyüközkan ve ark. (2017); Ji ve ark. (2018); Govindan ve ark. (2019); Gireesha ve ark. (2020); Göker ve ark. (2020))

Ölçüt	Tanım	
C ₁	Maliyet	Dış kaynak sağlayıcısına ödenen maliyeti ifade eder.
C ₂	İşin karmaşıklık algısı	Proje sağlayıcı ekibin projenin karmaşıklığını nasıl algıladığını ifade eder.
C ₃	Tedarik süresi	Sağlayıcının dış kaynaklı projeyi müşteriye sunduğu zamanı ifade eder.
C ₄	Müşterinin katılımı	Müşterinin dış kaynak kullanımı sürecine katılımını ifade eder.
C ₅	İletişim	Proje ekibi üyeleri arasındaki iletişimi ifade eder.
C ₆	Değişime ayak uydurabilme yeteneği	Proje ekibinin değişikliklere tepki verme yeteneğini ifade eder.
C ₇	Kendi kendine organize olabilme yeteneği	Proje ekibi üyelerinin kendi kendini organize etme yeteneğini ifade eder.
C ₈	Operasyonel verimlilik	Sağlayıcının dış kaynaklı proje süreçlerini gerçekleştirirken operasyonel verimliliğini ifade eder.
C ₉	Cevaplanabilirlik	Müşteri, ilgili dış kaynak sağlanan süreçle ilgili bir şey talep ettiğinde, dış kaynak sağlayıcısının geri bildirimlerinin sıklığını ifade eder.
C ₁₀	Üretkenlik	Proje ekibinin genel performansının yanı sıra üretkenliği de ifade eder.
C ₁₁	Yenilikçi beceriler	Sağlayıcının değişen ve gelişen teknoloji ile birlikte çeşitli iş süreçlerinde pazarın artan yenilik taleplerine ayak uydurabilmek için yenilikçi yeteneklerini ifade eder.
C ₁₂	BT becerileri	Hizmet sağlayıcının değişen ve gelişen teknoloji ile birlikte çeşitli iş süreçlerinde pazarın artan yenilik taleplerine ayak uydurabilmek için sahip olduğu yenilikçi becerilerini ifade eder.
C ₁₃	Güvenilirlik	Müşteri firmanın özel ve gizli bilgilerini saklamak için sağlayıcının güvenilirliğini ifade eder.

Değerlendirme, vaka firmasında üç yıldan fazla süredir çalışan iki proje yöneticisi ve bir çevik yönetim uzmanı olmak üzere üç karar vericiden oluşan bir komite tarafından gerçekleştirilmiştir. Her karar verici kendi ekibi ile görüşmeler yaparak alternatiflerin seçim ölçütlerine göre değerlendirilmesini tartışmıştır. Sonrasında ise 3 yönetici bir araya gelerek verinin tamamlanması için nihai kararı vermiştir. Yöneticilerin istekleri doğrultusunda departmanda çalışan stajyerlerin görüşleri alternatif firmaları yeterince tanınamaları sebebi ile değerlendirmeye alınmamıştır. Tüm karar vericiler proje yönetimi departmanı altında çalışmaktadır. 1 numaralı yönetici endüstri mühendisliği lisans ve yüksek lisans diplomasına ve sektörde 3 ayrı firmada toplam 12 yıllık iş tecrübesine sahiptir. Kendisi, BT alanındaki projelerin başında olup altında 2 proje uzmanı, 3 yeni mezun çalışan ve 1 uzun dönem stajyer çalıştırmaktadır. İki numaralı yönetici endüstri mühendisliği çıkışlı olup işletme alanında yüksek lisans ve doktora diplomasına sahiptir. Ayrıca üretim sektöründe 2 ayrı firmada toplam 8 senelik iş tecrübesi vardır. Kendisi, proje süreçlerinin risk yönetiminden sorumlu olup altında 2 proje uzmanı ve 1 uzun

COVID-19 pandemisi döneminde çevik dış kaynak sağlayıcısı seçimi problemi için sezgisel bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi: Türk beyaz eşya sektöründe bir uygulama

dönem stajyer çalıştırmaktadır. Çevik yönetim uzmanı ise işletme mezunu olup çevik yönetim konusunda 3 sertifika programını başarıyla tamamlamıştır, ilgili firmada proje yönetimi süreçlerinde çeviklik sağlanması için çalışmalar yürütmektedir. Sektörde 5 sene, çevik yönetim uzmanı olarak ise 3 sene iş tecrübesi vardır. Birlikte çalışabilmek adına yanına yeni mezun bir endüstri mühendisi almıştır. Bu durumda toplamda 11 karar vericinin görüşü alınmıştır.

İlk olarak, dış kaynak sağlayıcılarının ölçütlere göre değerlendirmelerini içeren bir anket hazırlanmış ve karar vericiler ile paylaşılmıştır. Karar vericiler fikir birliğine vararak görüşlerini belirtmişler ve bunun için Çizelge 3'te verilen sözel ölçeği kullanmışlardır.

Çizelge 3. Sözel ölçek (Göker ve ark., 2020)

Sözel değişken	BSK
Çok yüksek (ÇY)	<0.95,0.05>
Yüksek (Y)	<0.70,0.25>
Orta (O)	<0.50,0.40>
Düşük (D)	<0.25,0.70>
Çok düşük (ÇD)	<0.05,0.95>

Servis sağlayıcılarının değerlendirme matrisi Çizelge 4'te verilmiştir. Karar vericilerden toplanan sözel değişkenler Çizelge 3'te verilen ölçeğe göre kendilerine karşılık gelen sezgisel bulanık sayılara dönüştürülmüştür. İlk olarak Çizelge 4'teki sözel değişkenler, Çizelge 3'teki sözel ölçek kullanılarak sezgisel bulanık sayılar ile ifade edilmiştir.

Çizelge 4. Servis sağlayıcılarının değerlendirme matrisi

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃
A ₁	Y	ÇY	Y	O	ÇY	ÇD	O	ÇY	D	Y	D	ÇD	Y
A ₂	Y	Y	O	O	O	ÇY	O	Y	O	Y	D	Y	O
A ₃	O	Y	Y	ÇY	ÇD	O	ÇY	Y	D	O	O	Y	O
A ₄	ÇY	O	Y	D	O	D	O	Y	ÇD	O	Y	ÇY	Y
A ₅	D	ÇY	ÇY	D	O	D	D	O	ÇY	O	O	Y	O
Ağırlık	O	O	ÇY	D	ÇD	ÇY	O	Y	D	D	Y	Y	ÇY

Bu sayıların üyelik dereceleri, üye olmama dereceleri ve tereddüt değerleri sırasıyla Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 5. Üyelik dereceleri

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃
A ₁	0.7	0.95	0.7	0.5	0.95	0.05	0.5	0.95	0.25	0.7	0.25	0.05	0.7
A ₂	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.95	0.5	0.7	0.5	0.7	0.25	0.7	0.5
A ₃	0.5	0.7	0.7	0.95	0.05	0.5	0.95	0.7	0.25	0.5	0.5	0.7	0.5
A ₄	0.95	0.5	0.7	0.25	0.5	0.25	0.5	0.7	0.05	0.5	0.7	0.95	0.7
A ₅	0.25	0.95	0.95	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.95	0.5	0.5	0.7	0.5

Çizelge 6. Üye olmama dereceleri

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃
A ₁	0.25	0.05	0.25	0.4	0.05	0.95	0.4	0.05	0.7	0.25	0.7	0.95	0.25
A ₂	0.25	0.25	0.4	0.4	0.4	0.05	0.4	0.25	0.4	0.25	0.7	0.25	0.4
A ₃	0.4	0.25	0.25	0.05	0.95	0.4	0.05	0.25	0.7	0.4	0.4	0.25	0.4
A ₄	0.05	0.4	0.25	0.7	0.4	0.7	0.4	0.25	0.95	0.4	0.25	0.05	0.25
A ₅	0.7	0.05	0.05	0.7	0.4	0.7	0.7	0.4	0.05	0.4	0.4	0.25	0.4

Çizelge 7. Tereddüt değerleri

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃
A ₁	0.05	0	0.05	0.1	0	0	0.1	0	0.05	0.05	0.05	0	0.05
A ₂	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.05	0.1	0.05	0.05	0.05	0.1
A ₃	0.1	0.05	0.05	0	0	0.1	0	0.05	0.05	0.1	0.1	0.05	0.1
A ₄	0	0.1	0.05	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0	0.1	0.05	0	0.05
A ₅	0.05	0	0	0.05	0.1	0.05	0.05	0.1	0	0.1	0.1	0.05	0.1

COVID-19 pandemisi döneminde çevik dış kaynak sağlayıcısı seçimi problemi için sezgisel bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi: Türk beyaz eşya sektöründe bir uygulama

Çizelge 8. Ağırlıklandırılmış verinin üyelik dereceleri

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃
A ₁	0.35	0.475	0.665	0.125	0.0475	0.0475	0.25	0.665	0.0625	0.175	0.175	0.035	0.665
A ₂	0.35	0.35	0.475	0.125	0.025	0.9025	0.25	0.49	0.125	0.175	0.175	0.49	0.475
A ₃	0.25	0.35	0.665	0.2375	0.0025	0.475	0.475	0.49	0.0625	0.125	0.35	0.49	0.475
A ₄	0.475	0.25	0.665	0.0625	0.025	0.2375	0.25	0.49	0.0125	0.125	0.49	0.665	0.665
A ₅	0.125	0.475	0.9025	0.0625	0.025	0.2375	0.125	0.35	0.2375	0.125	0.35	0.49	0.475

Sezgisel bulanık veri toplandıktan sonra bu veri Çizelge 4'teki ağırlık değerleri ile Tanım 2'de belirtildiği gibi çarpılarak ağırlıklandırılmış veri elde edilmiştir. Ağırlıklandırılmış verinin üyelik dereceleri, üye olmama dereceleri ve tereddüt değerleri sırasıyla Çizelge 8, Çizelge 9 ve Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 9. Ağırlıklandırılmış verinin üye olmama dereceleri

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃
A ₁	0.55	0.43	0.2875	0.82	0.9525	0.9525	0.64	0.2875	0.91	0.775	0.775	0.9625	0.2875
A ₂	0.55	0.55	0.43	0.82	0.97	0.0975	0.64	0.4375	0.82	0.775	0.775	0.4375	0.43
A ₃	0.64	0.55	0.2875	0.715	0.9975	0.43	0.43	0.4375	0.91	0.82	0.55	0.4375	0.43
A ₄	0.43	0.64	0.2875	0.91	0.97	0.715	0.64	0.4375	0.985	0.82	0.4375	0.2875	0.2875
A ₅	0.82	0.43	0.0975	0.91	0.97	0.715	0.82	0.55	0.715	0.82	0.55	0.4375	0.43

Çizelge 10. Ağırlıklandırılmış verinin tereddüt değerleri

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃
A ₁	0.1	0.095	0.0475	0.055	0	0	0.11	0.0475	0.0275	0.05	0.05	0.0025	0.0475
A ₂	0.1	0.1	0.095	0.055	0.005	0	0.11	0.0725	0.055	0.05	0.05	0.0725	0.095
A ₃	0.11	0.1	0.0475	0.0475	0	0.095	0.095	0.0725	0.0275	0.055	0.1	0.0725	0.095
A ₄	0.095	0.11	0.0475	0.0275	0.005	0.0475	0.11	0.0725	0.0025	0.055	0.0725	0.0475	0.0475
A ₅	0.055	0.095	0	0.0275	0.005	0.0475	0.055	0.1	0.0475	0.055	0.1	0.0725	0.095

Denklem (8) kullanılarak her bir maliyet ölçütü için α_r değeri hesaplanır. Bu amaçla, bir ölçütün (C₁) üyelik ve üye olmama değeri ile bir sonraki ölçütün (C₂) değerleri (Çizelge 8 ve Çizelge 9'daki değerler ile işlem yapılır) Denklem 3'te verildiği gibi toplanır. Sonra elde edilen değerler ile bir sonraki ölçütün (C₃) değerleri toplanır. Bu durumda ölçüt sayısından 1 eksik sayıda toplama işlemi yapılır, diyebiliriz. Benzer şekilde, Denklem (9) kullanılarak her bir fayda ölçütü için β_r değeri hesaplanır. Maliyet ölçütleri "maliyet" (C₁), "işin karmaşıklık algısı" (C₂) ve "tedarik süresi" (C₃) olarak belirlenmiştir. Diğer değerlendirme ölçütleri ise fayda ölçütüdür. α_r ve β_r değerleri Çizelge 11'de paylaşılmaktadır.

Çizelge 11. Alternatiflerin α_r ve β_r değerleri

	α_r	β_r
A ₁	<0.8856,0.0679>	<0.9588,0.0207>
A ₂	<0.7781,0.1301>	<0.9908,0.0024>
A ₃	<0.8366,0.1012>	<0.9847,0.0044>
A ₄	<0.8681,0.0791>	<0.9868,0.0052>
A ₅	<0.9552,0.0343>	<0.9539,0.0172>

Çizelge 12'de Denklem (5) kullanılarak maliyet ve fayda ölçütleri bazında her bir alternatif için hesaplanan θ_l skor değerleri verilmektedir.

Çizelge 12. Alternatiflerin θ_l skor değerleri

	Maliyet ölçütü	Fayda ölçütü
A ₁	0.817688	0.938153
A ₂	0.648113	0.992914
A ₃	0.735488	0.980282
A ₄	0.788974	0.981654
A ₅	0.920832	0.936704

Ardından normalize edilmiş θ_l skor değeri ($S^*(\theta_l)$) Denklem (6)'daki gibi hesaplanmış olup Çizelge 13'te paylaşılmaktadır.

Çizelge 13. Alternatiflerin $S^*(\theta_i)$ değerleri

	$S^*(\alpha_r)$	$S^*(\beta_r)$
A ₁	0.908844	0.969076
A ₂	0.824056	0.996457
A ₃	0.867744	0.990140
A ₄	0.894487	0.990827
A ₅	0.960416	0.968352

Göreceli ağırlıkların derecesi ve alternatiflerin öncelikleri (γ_r) Denklem (10) kullanılarak hesaplanmakta ve Denklem (11) uygulanarak alternatifler önceliklerine (λ_r) göre azalan sırada sıralanmaktadır. Nihai sonuçlar Çizelge 14'te paylaşılmaktadır.

Çizelge 14. IFCOPRAS sıralama sonuçları

	γ_r	λ_r	Sıralama
A ₁	1.840559	0.941791	4
A ₂	1.95761	1	1
A ₃	1.9029	0.97369	2
A ₄	1.876297	0.960077	3
A ₅	1.793038	0.917474	5

Sıralama sonuçlarına göre 2 numaralı servis sağlayıcı müşteri firma için en uygun alternatif olarak belirlenmiştir. Tam sıralama $A_2 > A_3 > A_4 > A_1 > A_5$ şeklindedir. 2 numaralı alternatifin Çizelge 4'teki sözel değişkenlerine bakıldığında çeviklik kavramının en ön planda olduğu ölçüt olan C_6 bazında en yüksek performans gösteren alternatif olduğu görülmektedir. Bu durumda bu servis sağlayıcının diğerlerine nazaran en çevik olduğu ve bu sebeple müşteri firma için çok uygun olduğu söylenebilmektedir. Ayrıca, elde edilen sonuçlar müşteri firma ile paylaşılmış ve sonucun karar vericiler tarafından yorumlanması talep edilmiştir. Karar vericiler için uygun olduğu öğrenilen 2 numaralı servis sağlayıcı ile çalışma fikri üst yönetime taşınmış olup bir toplantıda detaylıca tartışılmıştır. Firmadan geri beslemeler istenmiştir. Sonuç olarak, uygulanan yöntemin sonuçları üst yönetim tarafından mantıklı bulunmuş olup 2 numaralı servis sağlayıcı ile çalışma kararı alınmıştır. Dolayısıyla, ilgili BT tabanlı projenin yönetiminin 2 numaralı servis sağlayıcısına verilmesi kararına varılmış olup çevik proje yönetimi sürecine başlanmıştır.

Önerilen sezgisel bulanık karar yaklaşımı, veriler belirsiz, muğlak ve tereddüt içerdiğinde uygulanabilmektedir. Uygulanan yöntem tereddüt içeren ortamda alternatiflerin ölçütlere göre derecelendirilmesini ifade etmek için sezgisel bulanık sayıların kullanılmasını sağlamaktadır. İdeal çözüme göre bir çözüm elde eden SBCOPRAS yöntemi kullanılarak seçim süreci tamamlanmaktadır. Uzman bilgisine dayalı bu sistem, karar vericilerin fikir birliğine vararak görüşlerini ifade etmelerini sağlamakta, böylece uzman dostu ve kolay uygulanabilir bir matematiksel karar çerçevesi oluşturulmaktadır. Ayrıca, karar vericilerden COVID-19 pandemisi şartlarını göz önünde bulundurarak sözel verilerin toplanmasının talep edilmesi, pandemi şartlarında karar verme süreçlerinde değişiklikler yaşayan vaka firmasının yönetsel kararları için önemli bir karar destek sisteminin oluşturulmasını sağlamaktadır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Küresel pazarlarda şirketler, operasyonlarını yönetirken değişiklikleri takip etmeli ve piyasadaki rekabet durumuna göre hareket etmelidirler. Rekabet avantajı elde edebilen şirketler genellikle yanıt verebilirliği, maliyeti, esnekliği ve kaliteyi performans ölçütü olarak dikkate almaktadır. Bazı durumlarda bu ölçütler kapsamındaki bazı operasyonlar temel yetkinlikler üzerine odaklanmak için dış kaynak sağlayıcılarına devredilmekte ve böylece dış kaynak kullanımı süreçleri giderek daha önemli hale gelmektedir. Yönetimsel bir terim olan dış kaynak kullanımı, bir işi yürütmek için yeni personel işe

almak yerine, firmaların faaliyetlerini üçüncü parti hizmet sağlayıcılarına dağıtmayı ifade etmektedir. Stratejik yönetim bileşenlerinden biri olan dış kaynak kullanımı, değer zincirinin tüm performansını etkilemekle birlikte maliyet tasarrufu ve esneklik sağlamaktadır. Ayrıca müşteriler, çevresel faaliyetleri sağlayıcılara devrederek temel yetkinliklerine kolayca odaklanabilmektedir.

Firmalar, operasyonlarını daha verimli yönetmeleri gerektiğinde dış kaynak kullanımından yararlanmaktadır. Böylece kaynakların verimli kullanılması firmaların karlılığını olumlu yönde etkilemektedir. Alternatif olarak, malzeme odaklı faaliyetleri bir dış sağlayıcıdan temin etmek, sabit varlıkların dönen varlıklara dönüşümünü sağlayan önemli bir uygulama niteliğindedir. Aynı zamanda, servis sağlayıcı firmaların bilgilerinin aktarılması veya kullanılması hızlı büyüme oranını beraberinde getirmektedir. Firmalar “know-how” becerilerine sahiptir, ancak süreci oluşturmak ve oluşturulan süreci verimli olarak sürdürmek için gerekli teknik yeteneklere sahip olmayabilirler. Bu nedenle, rekabetçi pazarlarda ayakta kalabilmek için teknik süreçleri bir uzmana devretmektedirler.

2020 yılının mart ayından beri Türkiye’yi ve tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 pandemisi neredeyse tüm sektörlerin işleyişini direkt olarak etkilemiştir. Pandeminin beraberinde getirdiği uzaktan çalışma, evden çalışma, çevrimiçi toplantılar gibi süreçler alınan yönetsel kararlarda değişimlerin olmasına, performans ölçütlerinin değişip güncellenmesine ve bu ölçütlerin önem derecelerinin farklılaşmasına sebep olmuştur. Şirketlerin karar verme politikalarında meydana gelen değişimler çok ölçütlü karar verme yaklaşımı gerektiren yönetsel problemlerde de ortaya çıkmıştır, bu problemlerden birisi de bu çalışmada ele alınan dış kaynak sağlayıcısı seçimidir. Hizmet sağlayıcısının performans ölçütlerinin ağırlık değerlerinin COVID-19 pandemisinden önceki dönemlere göre farklılık gösterdiği saptanmış ve karar vericilerden pandemi koşullarını gözetenek sözel veriler kullanmaları istenmiştir. Bu sayede bu çalışmanın günümüzün en büyük global problemi olan COVID-19 pandemisi şartlarını göz önünde bulundurması ve bu bağlamda yönetim kadrosuna faydalı bir karar destek sistemi oluşturulması sağlanmıştır.

Sonuçların tutarlılığını yansıtmak için duyarlılık analizi uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla, çevikliğin en ön planda olduğu değişime ayak uydurabilme yeteneği (C_6) ölçütü değerlendirilmeden çıkarılarak servis sağlayıcıların sıralamasında oluşan değişimin incelenmesi sağlanmış olup nihai sonuçlar Çizelge 15’te verilmektedir.

Çizelge 15. Duyarlılık analizi sonrası sıralama sonuçları

	α_r	$S^*(\alpha_r)$	β_r	$S^*(\beta_r)$	γ_r	λ_r	Sıralama
A ₁	<0.8856,0.0679>	0.908844	<0.7333,0.2145>	0.7594	1.6309	0.8869	5
A ₂	<0.7781,0.1301>	0.824056	<0.7791,0.1458>	0.8166	1.7778	0.9668	2
A ₃	<0.8366,0.1012>	0.867744	<0.8259,0.1034>	0.8612	1.7740	0.9647	3
A ₄	<0.8681,0.0791>	0.894487	<0.9427,0.0361>	0.9533	1.8387	1	1
A ₅	<0.9552,0.0343>	0.960416	<0.8259,0.1034>	0.8612	1.6859	0.9168	4

Sonuçlardan da anlaşıldığı üzere en etkili çeviklik ölçütünün değerlendirmeden çıkarılması nihai sıralamada önemli değişikliklere sebebiyet vermektedir. Her şeyden önemlisi, ilk sırada yer alan servis sağlayıcısı alternatifi değişmektedir. Bu durum, müşteri firmanın alacağı seçim kararında stratejik bir hata yapmasına neden olacaktır. Eğer değerlendirmede çeviklik kavramı göz önünde bulundurulmasaydı 2 numaralı alternatife göre daha az çevik olan 3 numaralı alternatif en uygun olarak belirlenecek ve firma tarafından o dış kaynak ile proje yürütülmesi kararı alınacaktı. Halbuki COVID-19 pandemisi döneminde çeviklik kavramı daha da önem kazanmakta ve proje yönetimi süreçlerine eskiye oranla çok daha fazla dahil edilmektedir. Bununla birlikte, süreçlerinde çevikliği yakalayan firmalar artan rekabet koşullarında rakiplerine göre bir adım öne geçmektedir. Sonuç olarak çeviklik kavramı şirketlerin stratejik karar süreçlerinde gözden kaçırılmayacak kadar önemli bir hale gelmektedir.

Duyarlılık analizine ek olarak, benzer bir çalışma olan Wang ve ark. (2021) sonuçları ele alınarak bir karşılaştırma yapılmıştır. Wang ve ark. (2021) 3PL servis sağlayıcısı seçimi problemi için bulanık AAS ve bulanık VIKOR yöntemlerini entegre eden bir karar verme yaklaşımı önermiştir. Önerilen hiyerarşik karar verme modelinde 5 ana ölçüt ve toplamda 15 alt ölçüt kullanılmıştır. 5 ana ölçütten ikincisi servis sağlayıcıdan alınan hizmetin kalitesini ölçmeye yarayan ölçütlerden oluşmakta ve bu ana ölçüt altındaki 3 alt ölçütten bir tanesi servis sağlayıcısının müşteri ihtiyaçlarının değişimine uyum sağlayabilme yeteneğini ifade etmektedir. Bu alt ölçüt çeviklik özelliğini göstermektedir. Ancak uygulanan yöntem sonrasında bu alt ölçüt en düşük ağırlıklı 3 ölçütten biri olmuştur. Bu durum çeviklik kavramının göz önünde bulundurulmadığını göstermektedir. Halbuki günümüz şartlarında gereksinimler hızla değişebilmekte ve piyasalar oldukça dinamik bir eğilim gösterebilmektedir. Bu sebeplerden dolayı stratejik karar verme süreçlerinde çeviklik kavramının hesaba katılması sürdürülebilir performans ve finansal başarı elde etmek için kritik bir durumda yer almaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada, en iyi performans gösteren dış kaynak sağlayıcısını belirleyen sezgisel bulanık çok ölçütlü karar verme prosedürü uygulanmıştır. Verilerdeki belirsizlik, muğlaklık ve tereddüt değerleri bulanık sayılarla yapılan sayısal işlemlerde meydana gelebilecek bilgi kaybını bertaraf eden sezgisel bulanık sayılar kullanılarak ele alınmıştır. En iyi alternatifin belirlendiği seçim süreci, ideal çözüme göre çözüm bulan SBCOPRAS yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve böylece en uygun çevik hizmet sağlayıcısı belirlenmiştir. Önerilen karar verme yaklaşımının uygulaması Türk beyaz eşya sektöründe COVID-19 pandemisi döneminde uzaktan yürütülecek olan BT tabanlı bir proje için yürütülen bir vaka çalışması ile gösterilmiştir.

Önerilen karar verme prosedürünün literatüre katkıları şu şekilde özetlenebilir.

- Önerilen yöntem, uzmanların görüşlerini ifade etmek için sezgisel bulanık sayıların kullanılmasına olanak sağlamakta, böylece verilerdeki tereddüt ele alınabilmektedir.
- Geliştirilen sezgisel bulanık karar verme yaklaşımı, ideal çözüme göre çözüm bulan SBCOPRAS yöntemi ile en uygun alternatifin saptanmasını sağlamaktadır.
- Türkiye'de beyaz eşya sektöründe çevik hizmet sağlayıcısı alternatiflerini sıralamayı amaçlayan başka bir çalışma bulunmamaktadır.
- Önerilen yaklaşım COVID-19 pandemisinin etkilerini çevik sağlayıcı değerlendirme/seçim karar çerçevesine dahil etmektedir.

Uygulanan karar verme yaklaşımının kısıtları şu şekilde özetlenebilir. İlk olarak, karar vericiler verideki tereddüt değerini hesaba katarak ve sözel değişkenler kullanarak fikir birliğine varmış ve görüşlerini bu şekilde ifade etmiştir. Ancak bu ortak görüş bildirme esnasında tüm karar vericiler birbirinden etkilenebilmekte ve bu etkilenme kendi öz görüşlerini değiştirmelerine sebep olabilmektedir. Bu durumda, değerlendirme verisi ve elde edilen sonuçlar fikir birliğinden etkilenebilmektedir. Bu kısıtı ortadan kaldırmak için ilerleyen çalışmalarda karar vericilerin birbirini görmediği ve duymadığı bir grup karar verme yaklaşımı geliştirilebilir. İkinci olarak, bu çalışmada COVID-19 pandemisinin çeviklik üzerine etkisi incelenmiş ve ölçüt belirlenmesi ve akabinde ölçütlerin değerlendirilmesi pandemi şartlarını düşünerek tamamlanmıştır. Ancak COVID-19 süreci hali hazırda devam ettiği için pandeminin karar verme üzerindeki etkisinde gelecekte değişimler oluşabilir, yeni değerlendirme ölçütleri eklemek gerekebilir. Bu durumda gelecek çalışmalarda pandeminin farklı stratejik yönetim bileşenleri üzerine etkisi incelenmelidir. Tüm bunlara ek olarak, gelecekteki araştırmalarda beyaz eşya sektörü dışındaki

sektörlerde verilerdeki tereddütün dikkate alınmasını gerektiren grup karar verme yaklaşımlarına çözüm önerilerinin getirilmesi amaçlanmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Galatasaray Üniversitesi tarafından desteklenmektedir.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Alkhatib SF, Darlington R, Yang Z, Nguye 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.
- Atanassov K, 1986. Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20: 87-96.
- Büyükoçkan G, Gülerüz S, Karpak B, 2017. A new combined IF-DEMATEL and IF-ANP approach for CRM partner evaluation. *International Journal of Production Economics*, 191: 194-206.
- Büyükoçkan G, Göçer F, Karabulut Y, 2019, A new group decision making approach with IF AHP and IF VIKOR for selecting hazardous waste carriers. *Measurement*, 134: 66-82.
- Chen YH, Wang TC, Wu CY, 2011. Strategic decisions using the fuzzy PROMETHEE for IS outsourcing. *Expert Systems with Applications*, 38(10): 13216-13222.
- De SK, Biswas R, Roy AR, 2000. Some operations on intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 114: 477-484.
- 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.
- Ecer F, 2022. An extended MAIRCA method using intuitionistic fuzzy sets for coronavirus vaccine selection in the age of COVID-19. *Neural Computing & Applications*, doi. 10.1007/s00521-021-06728-7.
- Erkayman B, Gundogar E, Yilmaz A, 2012. An integrated fuzzy approach for strategic alliance partner selection in third-party logistics. *Scientific World Journal*, Article No: 486306.
- Faisal MN, Raza SA, 2016. IT outsourcing intent in academic institutions in GCC countries: An empirical investigation and multi-criteria decision model for vendor selection. *Journal of Enterprise Information Management*, 29(3): 432-453.
- Garg H, Vimala J, Rajareega S, Preethi D, Perez-Dominguez L, 2022. Complex intuitionistic fuzzy soft SWARA - COPRAS approach: An application of ERP software selection. *Aims Mathematics*, 7(4): 5895-5909.
- Gireesha O, Somu N, Krithivasan K, Sriram VSS, 2020. IIVIFS-WASPAS: An integrated multi-criteria decision-making perspective for cloud service provider selection. *Future Generation Computer Systems-The International Journal of Escience*, 103: 91-110.
- 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.
- Govindan K, Kadzinski M, Ehling R, Miebs G, 2019. 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.
- Göker N, Dursun M, Cedolin C, 2020. A novel IFCM integrated distance based hierarchical intuitionistic decision making procedure for agile supplier selection. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38: 653-662.
- Ho W, He T, Lee CKM, Emrouznejad A, 2012. Strategic logistics outsourcing: An integrated QFD and fuzzy AHP approach. *Expert Systems with Applications*, 39(12): 10841-10850.

- Ji P, Zhang H, Wang J, 2018. Selecting an outsourcing provider based on the combined MABAC–ELECTRE method using single-valued neutrosophic linguistic sets. *Computers & Industrial Engineering*, 120: 429-441.
- Kahraman C, Parchami A, Onar SC, Öztaysi B, 2017. Process capability analysis using intuitionistic fuzzy sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 32: 1659-1671.
- Kahraman C, Öztaysi B, Çevik S, 2018. An integrated intuitionistic fuzzy AHP and TOPSIS approach to evaluation of outsource manufacturers. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 29(1): 283-297.
- Kahraman C, Onar SC, Öztaysi B, Şeker Ş, Karasan A, 2021. Integration of fuzzy AHP with other fuzzy multicriteria methods: A state of the art survey. *Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing*, 35(1-2): 61-92.
- Karasan A, Kahraman C, 2019. A novel intuitionistic fuzzy DEMATEL - ANP - TOPSIS integrated methodology for freight village location selection. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 36(2): 1335-1352.
- Karasan A, Erdoğan M, İlbahar E, 2018. Prioritization of production strategies of a manufacturing plant by using an integrated intuitionistic fuzzy AHP & TOPSIS approach. *Journal of Enterprise Information Management*, 31(4): 510-528.
- Kaya I, 2012. Evaluation of outsourcing alternatives under fuzzy environment for waste management. *Resources Conservation and Recycling*, 60: 107-118.
- Kumar R, Harwinder S, Dureja JS, 2012. An approach to analyze logistic outsourcing problem in medium-scale organization by CFPR and VIKOR. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(7): 885-898.
- Kumari R, Mishra AR, 2020. Multi-criteria COPRAS method based on parametric measures for intuitionistic fuzzy Sets: Application of green supplier selection. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Electrical Engineering*, 44: 1645-1662.
- Lei H, Ganjeizadeh F, Jayachandran PK, Ozcan P, 2017. A statistical analysis of the effects of Scrum and Kanban on software development projects. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 43: 59-67.
- Li YL, Ying CS, Chin KS, Yang HT, Xu J, 2018. Third-party reverse logistics provider selection approach based on hybrid-information MCDM and cumulative prospect theory. *Journal of Cleaner Production*, 195: 573-584.
- Liu LB, Berger P, Zeng A, Gerstenfeld A, 2008. Applying the analytic hierarchy process to outsourcing location decision. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(6): 435-449.
- Liu S, Hu YN, Zhang X, Li YF, Liu L, 2020. Blockchain service provider selection based on an integrated BWM-Entropy-TOPSIS method under an intuitionistic fuzzy environment. *IEEE Access*, 8: 104148.
- Ljubojevic S, Pamucar D, Jovanovic D, Vesovic V, 2019. Outsourcing transport service: a fuzzy multi-criteria methodology for provider selection based on comparison of the real and ideal parameters of providers. *Operational Research: An International Journal*, 19: 399-433.
- Mishra AR, Singh RK, Motwani D, 2020a. Intuitionistic fuzzy divergence measure-based ELECTRE method for performance of cellular mobile telephone service providers. *Neural Computing & Applications*, 32(8): 3901-3921.
- Mishra AR, Rani P, Mardani A, Pardasani KR, Govindan K, Alrasheedi M, 2020b. Healthcare evaluation in hazardous waste recycling using novel interval-valued intuitionistic fuzzy information based on complex proportional assessment method. *Computers & Industrial Engineering*, 139: 106140.
- Mishra AR, Rani P, Pandey K, Mardani A, Streimikis J, Streimikiene D, Alrasheedi M, 2020c. Novel multi-criteria intuitionistic fuzzy SWARA-COPRAS approach for sustainability evaluation of the bioenergy production process. *Sustainability*, 12(10): 4155.
- Opoku-Mensah E, Yin YM, Asiedu-Ayeh LO, Asante D, Tuffour P, Ampofo SA, 2021. Exploring governments' role in mergers and acquisitions using IVIF MULTIMOORA-COPRAS technique. *International Journal of Emerging Markets*, doi. 10.1108/IJOEM-11-2020-1405.
- Otay I, Öztaysi B, Onar SC, Kahraman C, 2017. Multi-expert performance evaluation of healthcare institutions using an integrated intuitionistic fuzzy AHP&DEA methodology. *Knowledge-Based Systems*, 133: 90-106.
- Perçin S, 2019. An integrated fuzzy SWARA and fuzzy AD approach for outsourcing provider selection. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(2): 531-552.

- Perçin S, 2021. Circular supplier selection using interval-valued intuitionistic fuzzy sets. *Environment Development and Sustainability*, doi. 10.1007/s10668-021-01671-y.
- Rani P, Mishra AR, Ansari MD, Ali J, 2021. Assessment of performance of telecom service providers using intuitionistic fuzzy grey relational analysis framework (IF-GRA). *Soft Computing*, 25: 1983-1993.
- Schitea D, Deveci M, Iordache M, Bilgili K, Akyurt İZ, Iordache I, 2019. Hydrogen mobility roll-up site selection using intuitionistic fuzzy sets based WASPAS, COPRAS and EDAS. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(16): 8585-8600.
- Sen DK, Datta S, Mahapatra SS, 2017. Decision support framework for selection of 3PL service providers: Dominance-based approach in combination with grey set theory. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 16(1): 25-57.
- Singh R, 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: 531-553.
- Şeker Ş, 2020. A novel integrated MCDM approach: An application for selection of the optimal Fiber optical access network strategy. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(1): 565-575.
- Tjader Y, May JH, Shang J, Vargas LG, Gao N, 2014. Firm-level outsourcing decision making: A balanced scorecard-based analytic network process model. *International Journal of Production Economics*, 147: 614-623.
- Totten J, 2017. Critical success factors for agile project management in non-software related product development teams. Ph.D. thesis, Western Michigan University.
- Tsai WH, Leu JD, Liu JY, Lin SJ, Shaw MJ, 2010. A MCDM approach for sourcing strategy mix decision in IT projects. *Expert Systems with Applications*, 37: 3870-3886.
- Uygun O, Kacamak H, Kahraman UA, 2015. An integrated DEMATEL and Fuzzy ANP techniques for evaluation and selection of outsourcing provider for a telecommunication company. *Computers & Industrial Engineering*, 86: 137-146.
- Wang LE, Liu HC, Quan MY, 2016. Evaluating the risk of failure modes with a hybrid MCDM model under interval-valued intuitionistic fuzzy environments. *Computers & Industrial Engineering*, 102: 175-185.
- Wang CN, Nguyen NAT, Dang TT, Lu CM, 2021. 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.
- Xu ZS, 2007. Intuitionistic fuzzy aggregation operators. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 15(6): 1179-1187.
- Xu GL, Wan SP, Xie XL, 2015. A selection method based on MAGDM with interval-valued intuitionistic fuzzy sets. *Mathematical Problems in Engineering*, Article ID 791204, 1-13.
- Yıldırım BF, 2019. Evaluation of credit card platforms using intuitionistic fuzzy TOPSIS method. *Journal of BRSA Banking and Financial Markets*, 13(1): 37-58.
- Zadeh LA, 1965. *Information and Control*, 8: 338-353.
- Zarbakshnia N, Wu Y, Govindan K, Soleimani H, 2020. A novel hybrid multiple attribute decision-making approach for outsourcing sustainable reverse logistics. *Journal of Cleaner Production*, 242: 118-461.
- Zavadskas EK, Kaklauskas A, 1996. Determination of an efficient contractor by using the new method of multicriteria assessment. In: langford, D. a. and retik, a. (eds.) *International symposium for "The organisation and management of construction"*. Shaping theory and practice. Managing the construction project and managing risk. *CIB W*, 65(2): 95-104.