
BULANIK TODİM YÖNTEMİYLE GIDA SEKTÖRÜNDE TEDARİKÇİ SEÇİMİ¹

Saime BAŞARAN², Süleyman ÇAKIR³

Öz

Tedarikçi seçim süreci ödünleşim gerektiren birçok nitel ve nicel karakterdeki kriteri dikkate alarak birden fazla alternatif arasından en uygununu belirlemeyi gerektiren zor bir süreçtir. Belirsizlik içeren gerçek hayat problemlerini daha rasyonel biçimde çözebilmek için karar vericiler bulanık mantık ilkelerinden yararlanmaktadırlar. Bu çalışmada, tedarikçi seçim problemi bulanık çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan bulanık TODİM yönteminden faydalanılarak çözülmüştür. En uygun tedarikçi seçimi, Konya ilinde helva üretimi yapan bir gıda firmasında uygulanmıştır. Uygulama sonucunda bulanık TODİM yönteminin tedarikçi seçiminin yanı sıra diğer ÇKKV problemlerinin çözümü amacıyla da kullanılabilir pratik bir yöntem olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık TODİM Yöntemi, Tedarikçi Seçimi
Jel Sınıflandırması: D70, D81

SUPPLIER SELECTION IN FOOD SECTOR VIA FUZZY TODİM METHOD

Abstract

The supplier selection process is a compelling process that involves determining the most appropriate one among multiple alternatives by taking into account many qualitative and quantitative criteria which require a trade-off. In order to solve uncertain real-life problems in a more rational way, decision-makers benefit from fuzzy logic principles. In this study, a supplier selection problem was handled by using fuzzy TODİM method which is one of the fuzzy MCDM methods. The selection of the most suitable supplier was implemented in a food company producing halva in Konya. Consequently, fuzzy TODİM method has proved to be a practical method which can be used for the solution of other MCDM problems as well as supplier selection.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making (MCDM), Fuzzy TODİM Method, Supplier Selection
Jel Classification Codes: D70, D81

¹ Bu çalışma 17-19 Nisan 2019 tarihleri arasında Artvin Çoruh Üniversitesi tarafından düzenlenen "Artvin International Congress on Social Sciences (AICOSS 19)" adlı kongrede sözlü olarak sunulan ve kongre kitapçığında özeti yayımlanan bildirinin kapsamı genişletilmiş biçimindedir. Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İşletme Yüksek Lisans Programı'nda, Saime BAŞARAN tarafından ve Doç. Dr. Süleyman ÇAKIR danışmanlığında tamamlanan "Bulanık TODİM Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi: Gıda Sektöründe Bir Uygulama" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

² Bilgisayar İşletmeni, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Personel Daire Başkanlığı, saime.basaran@erdogan.edu.tr

³ Doç. Dr., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, suleyman.cakir@erdogan.edu.tr. ORCID: 0000-0003-0334-8777

1. Giriş

Günümüzde firmaların değil, tedarik zincirlerinin rekabet ettiği gerçeği yaygın kabul görmektedir. Bu rekabette avantaj sağlamak isteyen firmalar yüksek kaliteli ve düşük maliyetli ürün üretebilmek için en iyi tedarikçi firmalarla çalışmak zorundadırlar. Tedarikçi seçim süreci ödünleşim gerektiren birçok nitel ve nicel karakterdeki kriteri dikkate alarak birden fazla alternatif arasından en uygununu belirlemeyi içeren bir süreçtir. İşletmeler aynı ürün ve hizmeti sağlayan tedarikçiler arasından hangisinin kendileri için daha uygun bir aday olduğunu belirlemede oldukça zorlanmaktadır (Büyüközkan & Göçer, 2017).

Karar vericiler belirli ve kesin olan durumlarda çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerini kullanarak en uygun tedarikçiyi seçebilmektedir. Ancak gerçek hayat karmaşık ve birçok belirsizliği içeren bulanık bir ortamdır. Kesin verilere dayalı klasik ÇKKV teknikleri insan düşünüş biçimini ve karar vericilerin yargılarını modellemede yetersiz kalabilmektedir. Belirsizlik içeren gerçek hayat problemlerini daha rasyonel biçimde çözebilmek için karar vericiler, Zadeh (1965) tarafından geliştirilen bulanık mantık teorisinden yararlanmaktadır. Bulanık karar verme problemlerinin çözümü amacıyla literatürde birçok farklı yöntem önerilmiştir. Bunlardan biri olan Bulanık TODIM (BTODIM) yöntemi beklenti teorisine dayanan bir ÇKKV yöntemidir.

Tedarikçi seçimi literatüründe BTODIM yönteminin kullanıldığı az sayıda çalışmaya rastlanılmıştır. Bu noktadan hareketle, bu çalışmada BTODIM yöntemiyle Konya ilinde helva üretimi yapan bir gıda firmasında en uygun tedarikçi seçimi uygulaması yapılmıştır. Uygulama sonucunda BTODIM yönteminin tedarikçi seçiminin yanı sıra diğer ÇKKV problemlerinin çözümü amacıyla da kullanılabilir pratik bir yöntem olduğu ortaya çıkmıştır. Toplam beş bölümden oluşan çalışmanın giriş bölümünden sonraki ikinci bölümünde tedarikçi seçimiyle ilgili bir literatür özeti sunulmuştur. Çalışmanın üçüncü kısmında BTODIM yöntemi açıklanmıştır. Uygulamanın yer aldığı dördüncü bölümü elde edilen sonuçların değerlendirildiği ve gelecek çalışmalar için önerilerin sunulduğu son bölüm takip etmektedir.

2. Tedarikçi Seçimiyle İlgili Önceki Çalışmalar

Günümüz yoğun rekabet ortamında firmalar temel yeteneklerine odaklanarak bunların dışında kalan alanlarda dış kaynak kullanma yoluna gitmeyi tercih edebilmektedir. İşletmecilik literatüründe dış kaynak kullanımı kararı tipik olarak bir “yap ya da satın al” kararı olarak ele alınmaktadır (Hsiao vd. 2010). Firmaların dış kaynak kullandığı önemli alanlardan biri de tedarik fonksiyonudur. Tedarikçilerden satın alınan ürünler/hizmetler işletmelerde önemli bir maliyet unsurudur. Bu bağlamda, firmalar için en uygun tedarikçi seçimi kararı stratejik bir karar problemi olarak ele alınmalı ve seçim sürecinde mutlaka bilimsel yöntemler kullanılmalıdır.

Konunun önemine binaen 1960’lı yıllardan itibaren tedarikçi seçimiyle ilgili farklı matematiksel yöntemlerin kullanıldığı çok sayıda bilimsel çalışma yapılmıştır. Chai vd. (2013) tedarikçi seçimiyle ilgili literatür taraması niteliğindeki çalışmada bu uygulamalarda kullanılan yöntemleri (i) ÇKKV teknikleri, (ii) matematiksel programlama, (iii) sezgisel yöntemler şeklinde üç farklı kategoride gruplandırmıştır.

Matematiksel programlamaya dayalı tedarikçi seçimi uygulamaları içinde Veri Zarflama Analizi yönteminin en sık kullanılan yöntemlerden biri (Rashidi & Gullinane, 2019) olduğu görülmektedir. Doğrusal programlama (Lin, 2012), doğrusal olmayan programlama (Rezaei, 2012), çok amaçlı programlama (Shankar vd. 2013) ve stokastik programlama (Li & Zabinsky, 2011) literatürdeki diğer çok tercih edilen yöntemler arasındadır.

Sezgisel yöntemlerin kullanıldığı tedarikçi seçimi uygulamalarına örnek olarak genetik algoritma (Luan vd. 2019), yapay sinir ağları (Güneri vd. 2011), kaba küme teorisi (Bai & Sarkis, 2010) ve gri sistem teorisinin (Haeri & Rezai, 2019) kullanıldığı çalışmalar verilebilir.

Tedarikçi seçim problemi ödünleşim gerektiren birden fazla kritere göre alternatifler arasından en uygununu belirlemeyi içeren bir süreç olduğu için bir ÇKKV problemi olarak değerlendirilmelidir. Bunun yanında, tedarikçi seçimi birçok belirsizliği içeren karmaşık bir süreçtir. Dolayısıyla, uygulamada klasik ÇKKV teknikleri yerine bu tip belirsizlikleri daha iyi modelleyen bulanık ÇKKV yöntemlerinin kullanılması daha rasyonel bir davranış olacaktır. Tablo 1’de son yıllarda tedarikçi seçiminde ÇKKV tekniklerinin kullanıldığı bazı çalışmalara ait bilgiler sunulmuştur.

Tablo 1: ÇKKV Teknikleriyle Yapılan Tedarikçi Seçimi Uygulamaları

Araştırmacı	Yıl	Sektör	Yöntem	Değerlendirme Kriterleri													
				Maliyet	Teknik yeterlilik	Kalite	Yönetim sistemi	Hizmet	Çevre ve hijyen bilinci	Tedarikçi profili	Teslimat	Tedarikçi ilişkileri	Tedarikçi üretim kapasitesi	Tedarikçi güvenilirliği	Tedarikçinin coğrafi konumu	Müşteri memnuniyeti	
Bai vd.	2019	Otomotiv	TODIM		X		X										X
Fei vd.	2019	İmalat	D-S VIKOR	X		X		X				X					
Fu, Y.K.	2019	Gıda	AHP-ARAS			X			X	X	X						
Öztürk vd.	2018	İmalat (Kablo)	ANP-ELECTRE	X	X	X		X			X	X					
Aydın & Eren	2018	Savunma Sanayi	AHP-TOPSIS	X	X	X					X						
Adalı & Işık	2017	Tekstil	SWARA-WASPAS	X		X					X		X	X	X		
Durmaz vd.	2017	İmalat	MOORA	X	X	X					X	X					
Tekez & Bark	2016	İmalat (Mobilya)	B TOPSIS	X	X	X					X	X				X	
Tosun & Akyüz	2015	İmalat	BTODIM	X	X	X					X	X				X	
Davras & Karaatlı	2014	Turizm	AHP- B AHP	X		X		X			X			X			
Görener	2013	İmalat	B VIKOR	X	X	X	X	X			X						
Magdalena	2012	İmalat (Gıda)	B AHP			X			X		X	X					
Arıkan & Küçükçe	2011	Kamu kuruluşu	AHP-PROMETHEE		X	X					X	X	X				X

Not: B= Bulanık

3. Yöntem

Orjinali Portekizce olan ve Türkçe’ye “İteratif Çok Kriterli Karar Verme” şeklinde çevrilen TODIM (Tomada de Decisão Iterativa Multicritério) yöntemi ÇKKV probleminde yer alan alternatifleri sıralamaya yarayan bir yöntemdir. Gomes ve Lima (1992a,b) tarafından geliştirilen TODIM yöntemi riskli koşullar altında karar vermeye yarayan bir yöntemdir. Yöntemdeki değer fonksiyonunun biçimi beklenti teorisinin kayıp ve kazanç fonksiyonuyla benzerdir. Bu fonksiyon riskten kaçınma gibi karar vericilerin davranışsal özelliklerini yansıtır ve alternatiflerin birbirlerine göre baskınlık derecelerini gösterir. Global değer fonksiyonu tüm karar kriterlerine göre kazanç ve kayıpları birleştirir ve alternatifleri sıralamaya olanak tanır (Khamseh & Mahmoodi, 2014). TODIM tekniği niceliksel verilerle birlikte, dilsel değişkenlerle ifade edilen niteliksel verilerin kullanımına da olanak tanıyan bir yöntemdir.

Diğer davranışsal karar tekniklerine göre TODIM yönteminin temel avantajı KV’lerin sınırlı rasyoneliteye sahip davranış karakterlerini dikkate almasıdır. Yöntem, belirsizlik durumunda referans noktasına göre kazanç ve kayıplarını içermekte ve bu sayede KV’lerin kayıplara daha

duyarlı olmasını sağlamaktadır. Tam rasyonaliteye dayalı karar verme durumunda KV'ler sadece fayda maksimizasyonunu amaçlarken, TODIM tekniğinde KV'ler kayıpları da dikkate alarak toplam faydayı maksimize etmeye çalışmaktadır. Bu nedenle TODIM yöntemi kısmi rasyonaliteye dayalı bir davranışsal karar verme yöntemi olarak değerlendirilebilir (Qin vd. 2017).

Literatürde seçim problemlerinde TODIM yönteminin bulanık teori ile birlikte kullanıldığı çalışmalara örnek olarak Liang vd. (2019), Tosun ve Akyüz (2015). Fan vd. (2013) ile Krohling & Souza (2012) gösterilebilir.

BTODIM yönteminin uygulama adımları aşağıda açıklanmıştır (Zhang ve Fan, 2011; Fan vd. 2013).

Aşama 1. Değerlendirme kriterleri ağırlıklandırılır.

A_i i. alternatifini göstermek üzere $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ($i=1, 2, \dots, m$) sonlu alternatif kümesi; C_j j. kriteri göstermek üzere $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ($j=1, 2, \dots, n$) sonlu kriter kümesi olsun. $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ ise $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ ve $0 \leq w_j \leq 1$ kısıtları altında bir ağırlık vektörü olsun. Burada w_j , C_j kriterinin önem ağırlığını göstermektedir. Karar vericiler dilsel (sözel) değişkenler yardımıyla kriterlerin ağırlıklarını belirlerler ve bu kriterlere göre alternatifleri değerlendirirler. Değerlendirmede kullanılan dilsel değişkenler ile bu değişkenlerin üçgensel bulanık sayı (ÜBS) olarak BTODIM'deki karşılıkları Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2: Kriter Ağırlıkları İçin Kullanılan Değişkenler

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Düşük (ÇD)	(0.00, 0.00, 0.25)
Düşük (D)	(0.00, 0.25, 0.50)
Orta (O)	(0.25, 0.50, 0.75)
Yüksek (Y)	(0.50, 0.75, 1.00)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.75, 1.00, 1.00)

BTODIM yönteminde hesaplanan bulanık kriter ağırlıklarının bulanıklıktan kurtarılarak en iyi bulanık olmayan performans değeri (BNP-Best Nonfuzzy Performance Values) hesaplanmaktadır. Bu amaçla basit ve pratik bir yöntem olduğu için literatürde sıklıkla tercih edilen Alan merkezi metodu (COA = Centre of area) kullanılabilir. (l, m, u) ile ifade edilen bir ÜBS için BNP değeri aşağıda gösterilen formülle hesaplanır (Hsieh vd. 2004: 573-576):

$$BNP = d(\tilde{D}) = 1 + \frac{(m-1) + (u-1)}{3} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

Daha sonra kriterler eşitlik (2) yardımıyla normalize edilir.

$$w_j = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$

Aşama 2. Alternatifler için kazanç matrisi $G_j = [G_{ik}^j]_{m \times n}$ ve kayıp matrisi $L_j = [L_{ik}^j]_{m \times n}$ hesaplanır.

Alternatiflerin diğer alternatiflere göre kazanç ve kayıplarının hesaplanması için ilk olarak alternatiflerin kriter skorları ikili olarak karşılaştırılır. Bu amaçla Tablo 3'teki dilsel değişkenler kullanılabilir.

Tablo 3: Alternatiflerin Derecelendirilmesi için Kullanılan Dilsel Değişkenler

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Kötü (ÇK)	(0.00, 0.00, 2.50)
Kötü (K)	(0.00, 2.50, 5.00)
Orta (O)	(2.50, 5.00, 7.50)
İyi (İ)	(5.00, 7.50, 10.00)
Çok İyi (Çİ)	(7.50, 10.00, 10.00)

s_f ve s_g ($f, g = 0, 1, \dots, T$) sırasıyla A_i ve A_k alternatiflerinin C_j kriterine göre aldığı değerleri gösterebilir. \tilde{X}_{ij} ve \tilde{X}_{kj} çiftini karşılaştırma kuralı aşağıdaki şekildedir.

$$\text{i. } s_f > s_g \text{ ise } \tilde{X}_{ij} > \tilde{X}_{kj} \quad \text{ii. } s_f = s_g \text{ ise } \tilde{X}_{ij} = \tilde{X}_{kj} \quad \text{iii. } s_f < s_g \text{ ise } \tilde{X}_{ij} < \tilde{X}_{kj}$$

Bu durumda, \tilde{X}_{ij} ve \tilde{X}_{kj} denklem (3) yardımıyla ÜBS'ler ile ifade edilebilir.

$$\tilde{X}_{ij} = (x_{ij}^l, x_{ij}^m, x_{ij}^u) \text{ ve } \tilde{X}_{kj} = (x_{kj}^l, x_{kj}^m, x_{kj}^u) \quad (3)$$

\tilde{X}_{ij} ve \tilde{X}_{kj} arasındaki farkı hesaplamak için eşitlik (4) ile gösterilen iki ÜBS arasındaki uzaklık formülünden yararlanılabilir.

$$d(\tilde{X}_{ij}, \tilde{X}_{kj}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(x_{ij}^l - x_{kj}^l)^2 + (x_{ij}^m - x_{kj}^m)^2 + (x_{ij}^u - x_{kj}^u)^2]} \quad (4)$$

C_j kriteri bakımından A_i alternatifinin A_k alternatifine göre kazancını gösteren G_{ik}^j ve kaybını gösteren L_{ik}^j aşağıdaki şekilde tanımlanır.

Fayda kriteri için;

$$G_{ik}^j = \begin{cases} d(\tilde{X}_{ij}, \tilde{X}_{kj}) & \tilde{X}_{ij} \geq \tilde{X}_{kj}, \\ 0, & \tilde{X}_{ij} < \tilde{X}_{kj} \end{cases} \quad i, k = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$L_{ik}^j = \begin{cases} 0 & \tilde{X}_{ij} \geq \tilde{X}_{kj}, \\ -d(\tilde{X}_{ij}, \tilde{X}_{kj}), & \tilde{X}_{ij} < \tilde{X}_{kj} \end{cases} \quad i, k = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Maliyet kriteri için,

$$G_{ik}^j = \begin{cases} 0 & \tilde{X}_{ij} \geq \tilde{X}_{kj}, \\ d(\tilde{X}_{ij}, \tilde{X}_{kj}) & \tilde{X}_{ij} < \tilde{X}_{kj} \end{cases} \quad i, k = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$L_{ik}^j = \begin{cases} -d(\tilde{X}_{ij}, \tilde{X}_{kj}) & \tilde{X}_{ij} \geq \tilde{X}_{kj}, \\ 0 & \tilde{X}_{ij} < \tilde{X}_{kj} \end{cases} \quad i, k = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

Burada, $G_{ik}^j + L_{ki}^j = 0$ olmaktadır.

Böylece, (4-8) numaralı denklemler yardımıyla C_j kriterine göre kazanç matrisi $G_j = [G_{ik}^j]_{m \times m}$ ve kayıp matrisi $L_j = [L_{ik}^j]_{m \times m}$ oluşturulur.

Aşama 3. Normalize $Y_j = [Y_{ik}^j]_{m \times m}$ ve $Z_j = [Z_{ik}^j]_{m \times m}$ matrisleri oluşturulur.

Farklı kriterlere ait kazanç ve kayıpları kıyaslayabilmek amacıyla eşitlik (9) ve (10) yardımıyla matris elemanları normalize edilir. Böylece $Y_j = [Y_{ik}^j]_{m \times m}$ ve $Z_j = [Z_{ik}^j]_{m \times m}$ matrisleri elde edilir.

$$Y_{ik}^j = \frac{G_{ik}^j - G_j^{\min}}{G_j^{\max} - G_j^{\min}} \quad i, k=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n \quad (9)$$

Burada, $G_j^{\max} = \max \{G_{ik}^j | i, k=1,\dots,m\}$, $G_j^{\min} = \min \{G_{ik}^j | i, k=1,\dots,m\}$, $j=1,2,\dots,n$ ve $Y_{ik}^j \in [0,1]$

$$Z_{ik}^j = \frac{L_{ik}^j - L_j^{\max}}{L_j^{\max} - L_j^{\min}} \quad i, k=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n \quad (10)$$

Burada, $L_j^{\max} = \max \{L_{ik}^j | i, k=1,\dots,m\}$, $L_j^{\min} = \min \{L_{ik}^j | i, k=1,\dots,m\}$, $j=1,2,\dots,n$ ve $Z_{ik}^j \in [-1,0]$

Aşama 4. Baskınlık derecesi matrisleri $\phi_j = [\phi_{ik}^j]_{m \times m}$ düzenlenir.

TODIM yönteminde alternatif çiftleri arasındaki performans farklarını aynı boyuta dönüştürmek amacıyla en yüksek önem ağırlığına sahip kriter referans kriter olarak belirlenir. C_r referans kriterini gösterebilir. Bu durumda C_j kriterinin C_r kriterine göre önem ağırlığını gösteren w_{jr} denklem (11) yardımıyla hesaplanır.

$$w_{jr} = w_j / w_r \quad (11)$$

Burada, $w_r = \max\{w_j\}$, $j=1,2,\dots,n$

Bu durumda, C_j kriteri için A_i alternatifinin A_k alternatifine göre kazanç baskınlık derecesini ifade eden $\phi_{ik}^{j(+)}$ ve kayıp baskınlık derecesini gösteren $\phi_{ik}^{j(-)}$ sırasıyla eşitlik (12) ve (13) ile hesaplanır.

$$\phi_{ik}^{j(+)} = \sqrt{G_{ik}^j w_{jr} / \left(\sum_{j=1}^n w_{jr} \right)} \quad (12)$$

$$\phi_{ik}^{j(-)} = -\frac{1}{\theta} \sqrt{-L_{ik}^j \left(\sum_{j=1}^n w_{jr} \right) / w_{jr}} \quad (13)$$

Formüldeki θ , kayıpları azaltma faktörüdür. Dikkat edilirse, $0 \leq \phi_{ik}^{j(+)} < 1$ ve $\phi_{ik}^{j(-)} \leq 0$ olmaktadır.

Kazanç ve kayıp için baskınlık derecesi ϕ_{ik}^j ise denklem (14) ile hesaplanır.

$$\phi_{ik}^j = \phi_{ik}^{j(+)} + \phi_{ik}^{j(-)} \quad i, k=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n \quad (14)$$

Böylece C_j kriteri için baskınlık derece matrisi $\phi_j = [\phi_{ik}^j]_{m \times m}$ düzenlenebilir.

Aşama 5. Toplam baskınlık derecesi matrisi $\Delta = [\delta_{ik}]_{m \times m}$ hesaplanır.

ϕ_j matrisine dayalı olarak toplam baskınlık derecesi matrisi $\Delta = [\delta_{ik}]_{m \times m}$ düzenlenir. Buradaki δ_{ik} eşitlik (15) ile hesaplanmaktadır.

$$\delta_{ik} = \sum_{j=1}^n \phi_{ik}^j \quad i, k=1,2,\dots,m \quad (15)$$

Aşama 6. Alternatiflerin toplam değerlendirme skorları hesaplanır.

Δ matrisine dayalı olarak A_i alternatifinin toplam skoru $\zeta(A_i)$ denklem (16) yardımıyla hesaplanır.

$$\xi(A_i) = \frac{\sum_{k=1}^m \delta_{ik} - \min_{i=1, \dots, m} \left\{ \sum_{k=1}^m \delta_{ik} \right\}}{\max_{i=1, \dots, m} \left\{ \sum_{k=1}^m \delta_{ik} \right\} - \min_{i=1, \dots, m} \left\{ \sum_{k=1}^m \delta_{ik} \right\}} \quad i=1, 2, \dots, m \quad (16)$$

Burada, $0 \leq \xi(A_i) \leq 1$ olmaktadır.

Aşama 7. Alternatifler toplam performans skorlarına göre sıralanır.

Buna göre en yüksek $\xi(A_i)$ skoruna sahip alternatif en iyi seçenek olarak değerlendirilir.

4. Uygulama

Uygulamanın gerçekleştirileceği işletme, 1969 yılından beri Konya ilinde helva sektöründe faaliyet gösteren köklü bir işletmedir. Söz konusu işletme helva üretiminde kullandığı susamı Etiyopya, Nijerya ve Hindistan'dan ithal etmektedir. Nijerya'da iki farklı tedarikçi ile çalışılmaktadır. Firma tek bir tedarikçi ile uzun süre çalışmak istemektedir. Bu amaçla söz konusu dört tedarikçi arasından en uygununu seçmek için bilimsel bir yöntem olarak BTODIM yönteminin kullanımına karar verilmiştir.

Aşama 1. Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi ve Ağırlıklandırılması

Yapılan uygulamada ilk olarak tedarikçi seçimini gerçekleştirecek olan karar verici (KV)'ler belirlenmiştir. Bu amaçla firmanın satın alma müdürü, üretim müdürü, finans yöneticisi ve genel müdüründen oluşan dört kişilik bir karar komitesi kurulmuştur. Komite literatürdeki daha önce yapılmış çalışmaları ve halihazırda kullandığı kriterleri de dikkate alarak tedarikçi firma seçim sürecini etkileyen beş adet karar kriteri belirlemiştir. Konsensüsle belirlenen söz konusu değerlendirme kriterleri Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4: Değerlendirme Kriterleri

Kriterler	Kod	Açıklama
Esneklik	C ₁	Tedarikçi firmanın talepteki değişiklikleri karşılayabilme düzeyi
Ürün Kalitesi	C ₂	Tedarikçi firmanın ürettiği susamların lezzeti, kabuk miktarı, hacmi ve ortalama yağ oranı
Maliyet	C ₃	Tedarikçi firmadan satın alınacak ürünün toplam maliyeti (fiyat + nakliye gideri)
Hizmet	C ₄	Tedarikçi firmanın garanti koşulları, uyumlu çalışma düzeyi, problem çözme yaklaşımı ve bilgi paylaşımı
Sipariş Karşılama Oranı (%)	C ₅	Tedarikçi firmanın istenilen miktarda ürünü istenilen zamanda teslim etme yeteneği

Komite hâlihazırda susam tedarik ettiği dört firmayı karar alternatifleri olarak değerlendirmeye karar vermiştir. Bu firmalardan biri Hindistan (A₁), diğeri Etiyopya (A₂), diğeri ikisi ise Nijerya (A₃ ve A₄) ülkelerinde faaliyet göstermektedir. Kriterleri ağırlıklandırmak amacıyla Tablo 2'de gösterilen dilsel değişkenlerden yararlanılmıştır. Dört KV'nin değerlendirmelerinin aritmetik ortalamasının alınması sonucunda hesaplanan bulanık kriter ağırlıkları Tablo 5'te gösterilmektedir. Daha sonra denklem (1) yardımıyla Tablo 5'teki bulanık kriter ağırlıkları durulaştırılmış ve denklem (2) kullanılarak normalize edilmişlerdir. Buna göre hesaplanan kriter ağırlıkları Tablo 6'da sunulmaktadır. Buna göre, kalite ve maliyet kriterleri en yüksek ağırlığa (0.229) sahip kriterlerdir.

Tablo 5: Bulanık Kriter Ağırlıkları

Kriter	Önem Ağırlığı
Esneklik	(0.25, 0.50, 0.75)
Kalite	(0.63, 0.88, 1.00)
Maliyet	(0.63, 0.88, 1.00)
Hizmet	(0.44, 0.69, 0.94)
Sipariş Karşılama Oranı (%)	(0.56, 0.81, 1.00)

Tablo 6: Kriter Ağırlıkları

Kriter	Önem Ağırlığı
Esneklik	0.1369
Kalite	0.2290
Maliyet	0.2290
Hizmet	0.1889
Sipariş Tam Karşılama Oranı (%)	0.2162

Aşama 2. Alternatifler İçin Kayıp ve Kazanç Matrislerinin Oluşturulması

KV'ler Tablo 3'teki dilsel değişkenleri kullanarak kriterlere göre alternatiflerin performansını değerlendirmişlerdir. Söz konusu değerlendirmelerin aritmetik ortalamasının alınması sonucunda oluşturulan bulanık karar matrisi Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: Bulanık Karar Matrisi \tilde{X}

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
A ₁	(3.75, 6.25, 8.75)	(5, 7.5, 10)	(7.5, 10, 10)	(3.75, 6.25, 8.75)	(5, 7.5, 10)
A ₂	(5.625, 8.125, 10)	(5, 7.5, 10)	(5, 7.5, 10)	(6.875, 9.375, 10)	(5, 7.5, 10)
A ₃	(6.25, 8.75, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(2.5, 5, 7.5)	(3.75, 6.25, 8.75)	(5, 7.5, 10)
A ₄	(3.75, 6.25, 8.75)	(7.5, 10, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(6.25, 8.75, 10)	(7.5, 10, 10)

Buna göre alternatifler için (4-7) numaralı denklemler yardımıyla hesaplanan kazanç ve kayıp matrisleri (G₁,G₂,G₃,G₄,G₅,L₁,L₂,L₃,L₄,L₅) aşağıda gösterilmektedir.

$$G_1 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 1,693 & 0,000 & 0,000 & 1,693 \\ 2,165 & 0,510 & 0,000 & 2,165 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \quad L_1 = \begin{bmatrix} 0,000 & -1,693 & -2,165 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & -0,510 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -1,693 & -2,165 & 0,000 \end{bmatrix}$$

$$G_2 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 2,500 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 2,500 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 2,041 & 2,041 & 4,330 & 0,000 \end{bmatrix} \quad L_2 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,041 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,041 \\ -2,500 & -2,500 & 0,000 & -4,330 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$

$$G_3 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 2,041 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 4,330 & 2,500 & 0,000 & 0,000 \\ 4,330 & 2,500 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \quad L_3 = \begin{bmatrix} 0,000 & -2,041 & -4,330 & -4,330 \\ 0,000 & 0,000 & -2,500 & -2,500 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$

$$G_4 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 2,652 & 0,000 & 2,652 & 0,510 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 2,165 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \quad L_4 = \begin{bmatrix} 0,000 & -2,652 & 0,000 & -2,165 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -2,652 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -0,510 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$

$$G_5 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 2,041 & 2,041 & 2,041 & 0,000 \end{bmatrix} \quad L_5 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,041 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,041 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,041 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$

Aşama 3. Kazanç ve Kayıp Matrislerinin Normalize Edilmesi

Eşitlik (9) ve (10) yardımıyla hesaplanan normalize kazanç ve kayıp matrisleri ($Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5$) aşağıda sunulmaktadır.

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,782 & 0,000 & 0,000 & 0,782 \\ 1,000 & 0,236 & 0,000 & 1,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} & Z_1 &= \begin{bmatrix} 0,000 & -0,782 & -1,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & -0,236 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -0,782 & -1,000 & 0,000 \end{bmatrix} \\
 Y_2 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,577 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,577 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,471 & 0,471 & 1,000 & 0,000 \end{bmatrix} & Z_2 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -0,471 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -0,471 \\ -0,577 & -0,577 & 0,000 & -1,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \\
 Y_3 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,471 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 1,000 & 0,577 & 0,000 & 0,000 \\ 1,000 & 0,577 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} & Z_3 &= \begin{bmatrix} 0,000 & -0,471 & -1,000 & -1,000 \\ 0,000 & 0,000 & -0,577 & -0,577 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \\
 Y_4 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 1,000 & 0,000 & 1,000 & 0,192 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,816 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} & Z_4 &= \begin{bmatrix} 0,000 & -1,000 & 0,000 & -0,816 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -1,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -0,192 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \\
 Y_5 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 \end{bmatrix} & Z_5 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -1,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -1,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -1,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Aşama 4. Baskınlık Derecesi Matrislerinin Hesaplanması

Kriterlere göre baskınlık derecesi matrisleri $\phi_j = [\phi_{ik}^j]_{m \times m}$ (11)-(14) numaralı denklemler yardımıyla hesaplanmıştır. Beş kriterden en yüksek önem ağırlığına sahip olan C_2 (kalite) ve C_3 (maliyet) kriteri ($w=0,229$) referans kriteridir. Buna göre denklem (12) yardımıyla hesaplanan kazanç $\phi_{ik}^{j(+)}$ baskınlık dereceleri ve denklem (13) yardımıyla hesaplanan kayıp baskınlık dereceleri $\phi_{ik}^{j(-)}$ aşağıda gösterilmektedir.

$$\begin{aligned}
 \phi^{1(+)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,327 & 0,000 & 0,000 & 0,327 \\ 0,370 & 0,180 & 0,000 & 0,370 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} & \phi^{1(-)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & -2,390 & -2,703 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & -1,312 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -2,390 & -2,703 & 0,000 \end{bmatrix} \\
 \phi^{2(+)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,364 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,364 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,329 & 0,329 & 0,479 & 0,000 \end{bmatrix} & \phi^{2(-)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -1,435 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -1,435 \\ -1,588 & -1,588 & 0,000 & -2,089 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi^{3(+)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,329 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,479 & 0,364 & 0,000 & 0,000 \\ 0,479 & 0,364 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} & \phi^{3(-)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & -1,435 & -2,089 & -2,089 \\ 0,000 & 0,000 & -1,588 & -1,588 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \\ \phi^{4(+)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,435 & 0,000 & 0,435 & 0,191 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,393 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} & \phi^{4(-)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & -2,301 & 0,000 & -2,079 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -2,301 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -1,010 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \\ \phi^{5(+)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,465 & 0,465 & 0,465 & 0,000 \end{bmatrix} & \phi^{5(-)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,151 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,151 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,151 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Denklem (13)'teki θ değeri 1 alınmıştır. Böylece toplam skor üzerinde kayıpların gerçek değerleriyle katkı yapması sağlanmıştır. Daha sonra her bir kriter için baskınlık derecesi matrisleri denklem (14) ile hesaplanmıştır. Söz konusu matrisler aşağıda gösterilmektedir.

Aşama 5. Toplam Baskınlık Derecesi Matrisinin Hesaplanması

Denklem (15) yardımıyla hesaplanan toplam baskınlık derecesi matrisi $\Delta = [\delta_{ik}]_{m \times m}$ aşağıdaki gibidir.

$$\Delta = \begin{bmatrix} 0,000 & -6,125 & -4,429 & -7,754 \\ 1,090 & 0,000 & -2,102 & -4,655 \\ -0,739 & -3,345 & 0,000 & -3,870 \\ 1,665 & -2,242 & -1,759 & 0,000 \end{bmatrix}$$

Aşama 6. Alternatiflerin Toplam Performans Skorlarının Hesaplanması.

Δ matrisine göre eşitlik (16) kullanılarak alternatiflerin toplam performans skorları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\zeta(A_1) = 0,000 \quad \zeta(A_2) = 0,792 \quad \zeta(A_3) = 0,648 \quad \zeta(A_4) = 1,000$$

Aşama 7. Toplam Skorlara Göre Alternatiflerin Önem Sıralaması.

Elde edilen toplam skorlara göre alternatiflerin performans sıralamaları $\zeta(A_4) > \zeta(A_2) > \zeta(A_3) > \zeta(A_1)$ şeklindedir. Buna göre firma için en uygun seçenek A_4 (Nijerya) alternatifidir. Bulanık karar matrisi Tablo 13 incelendiğinde, KV yargılarına göre A_4 alternatifi sadece C_2 ve C_5 kriterlerine göre en iyi alternatif olarak değerlendirilmiş idi. Diğer üç kriterde en iyi seçenek olmamasına karşın, A_4 alternatifi en yüksek toplam baskınlık skoruna sahip olduğu için optimal seçenek olarak ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde, A_2 alternatifi KV'lere göre sadece C_4 kriteri için en uygun seçenek iken toplam baskınlık skoruna göre ikinci en iyi alternatif olarak değerlendirilmektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, işletmelerin rekabet gücünü ve performanslarını doğrudan etkileyen ve işletmeler için çok önemli bir karar problemi olan tedarikçi seçim problemi BTODIM yönteminden faydalanılarak çözülmüştür. En uygun tedarikçi seçimi, Konya ilinde helva üretimi gerçekleştiren bir gıda firmasında uygulanmıştır. Tedarikçi seçimi literatüründe BTODIM yönteminin kullanıldığı çalışma sayısının az olması bu çalışmanın önemli katkılarından biridir. Literatürdeki tedarikçi seçimi çalışmalarında kullanılan diğer davranışsal karar tekniklerine göre TODIM yönteminin temel avantajı KV'lerin sınırlı rasyonaliteye sahip davranış karakterlerini dikkate almasıdır. Yöntem,

belirsizlik durumunda kazanç ve kayıplarını içermekte ve bu sayede KV'lerin kayıplara daha duyarlı olmasını sağlamaktadır. Beklenti teorisine dayalı olan TODIM yöntemi, karar vericilerin yargılarını dikkate alan ve grup çalışmasını destekleyen bir yöntemdir. TODIM yönteminde AHP gibi bazı diğer ÇKKV yöntemlerinde bulunan kriter ve alternatif sayısı kısıtlamaları bulunmamaktadır. Buna göre KV'ler ilgilenen probleme eklenen kriter veya alternatifler ile aynı problemi tekrar çözebilir ve sonuçlarını kolaylıkla güncelleyebilir. Çalışmada TODIM yöntemi bulanık sayılara genişletilerek kesin verilere dayalı klasik ÇKKV tekniklerinin dikkate alamadığı gerçek hayattaki bulanıklık ve belirsizlik dikkate alınmıştır.

BTODIM yaklaşımı değerlendirme kriterleri arasındaki karşılıklı ilişkileri dikkate almamaktadır. Gelecek çalışmalar bağlamında, kriter ağırlıkları hesaplanırken kriterler arasındaki bağımlı ilişkiyi dikkate alan ANP, Dematel, Choquet integral gibi yöntemler kullanılabilir. Bunun yanında, TODIM yöntemi diğer ÇKKV teknikleriyle bütünleşik kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Ayrıca, diğer ÇKKV problemlerinin çözümü amacıyla BTODIM yönteminden de yararlanılabilir.

Kaynakça

- Adalı, E.A. & Işık, A.T. (2017). Bir Tedarikçi Seçim Problemi için SWARA ve WASPAS Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı. *International Review of Economics and Management*, 5(4), 56-77.
- Arıkan, F. & Küçükçe, Y.S. (2012). Satın Alma Faaliyeti için Bir Tedarik Seçimi Değerlendirme Problemi ve Çözümü. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(2), 255-264.
- Aydın, Y. & Eren, T. (2018). Savunma Sanayinde Stratejik Ürün için Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 129-148.
- Bai, C., Simonov, K.S., Hadi B.A. ve Sarkis, J. (2019). Social Sustainable Supplier Evaluation and Selection: A Group Decision-Support Approach. *International Journal of Production Research*, DOI: 10.1080/00207543.2019.1574042.
- Bai C. ve Sarkis J. (2010). Integrating Sustainability into Supplier Selection with Grey System and Rough Set Methodologies. *International Journal of Production Economics*, 124, 252-264.
- Büyükoçkan, G. ve Göçer, F. (2017). Application of a New Combined Intuitionistic Fuzzy MCDM Approach Based on Axiomatic Design Methodology for the Supplier Selection Problem, *Applied Soft Computing*, 52, 1222-1238.
- Chai J., Liu, J. ve Ngai, E. (2013). Application of Decision-Making Techniques in Supplier Selection: A Systematic Review of Literature. *Expert Systems with Applications*, 40, 872-3885.
- Davras, G. M. ve Karaatlı, M. (2014). Otel İşletmelerinde Tedarikçi Seçimi Sürecinde AHP ve BAHF Yöntemlerinin Uygulanması. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(1), 87-112.
- Durmaz, E.D., Akagündüz, E. ve Şahin, R. (2017). Tedarikçi Seçim Probleminde Hedef Programlama ve MOORA Yöntemi: Uygulama çalışması. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(3), 1021-1044.
- Fan, Z.P., Zhang, X. , Chen, F.D. ve Liu, Y (2013). Extended TODIM Method for Hybrid Multiple Attribute Decision Making Problems. *Knowledge-Based Systems*, 42, 40-48.
- Fei L., Deng, Y. ve Hu, Y. (2019). DS-VIKOR: A New Multi-criteria Decision-Making Method for Supplier Selection. *International Journal of Fuzzy Systems* , 21(1) 157-1.
- Fu, Y.K. (2019). An Integrated Approach to Catering Supplier Selection using AHP-ARAS-MCGP Methodology. *Journal of Air Transport Management*, 75, 164-169.

- Gomes, L.F.A.M. ve Lima, M.M.P.P. (1992a). TODIM: Basics and Application to Multicriteria Ranking of Projects with Environmental Impacts. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, 16, 113–127.
- Gomes, L.F.A.M. ve Lima, M.M.P.P. (1992b). From Modeling Individual Preferences to Multicriteria Ranking of Discrete Alternatives: A Look at Prospect Theory and the Additive Difference Model. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, 17,171–184.
- Görener, A. (2013). Tedarik Zinciri Stratejisi Seçimi: Bulanık VIKOR Yöntemiyle İmalat Sektöründe Bir Uygulama. *İşletme Fakültesi Dergisi*, 5(3), 47-62.
- Güneri A.F., Ertay, T. ve Yücel, A. (2011). An Approach Based on ANFIS Input Selection and Modeling for Supplier Selection Problem. *Expert Systems with Applications*, 38(12), 14907–14917.
- Haeri, A.S. ve Rezai, J. (2019). A Grey-Based Green Supplier Selection Model for Uncertain Environments. *Journal of Cleaner Production*, 221, 768-784.
- Hsiao, H., van der Vorst, J., Kemp, R. ve Omta, S. (2010). Developing a Decision-Making Framework for Levels of Logistics Outsourcing in Food Supply Chain Networks", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40 (5), 395-414.
- Hsieh, T.Y., Lu, S.T. ve Tzeng, G.H. (2004). Fuzzy MCDM Approach for Planning and Design Tenders Selection in Public Office Buildings. *International Journal of Project Management*, 22, 573-584.
- Khamseh, A.A. ve Mahmoodi, M. (2014). A New Fuzzy TOPSIS-TODIM Hybrid Method for Green Supplier Selection using Fuzzy Time Function. *Advances in Fuzzy Systems*, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/841405>.
- Krohling, R.A. ve De Souza, T.T.M. (2012). Combining Prospect Theory, Fuzzy Numbers to Multi-Criteria Decision Making. *Expert Systems with Applications*, 39, 11487–11493.
- Li L. ve Zabinsky, Z.B. (2011). Incorporating Uncertainty into a Supplier Selection Problem. *International Journal of Production Economics*, 134, 344–356.
- Lin, R. (2012). An Integrated Model for Supplier Selection under a Fuzzy Situation. *International Journal of Production Economics*, 138, 55–6.
- Luan, J., Yao, Z., Zhao, F. ve Song, X. (2019). A Novel Method to Solve Supplier Selection Problem: Hybrid Algorithm of Genetic Algorithm and Ant Colony Optimization. *Mathematics and Computers in Simulation*, 156, 294-309.
- Liang, Y.Y, Liu, J., Qin, J. ve Tu, Y. (2019). An Improved Multi-granularity Interval 2-Tuple TODIM Approach and Its Application to Green Supplier Selection. *International Journal of Fuzzy Systems*, 21(1), 129–144.
- Magdalena, R. (2012). Supplier Selection for Food Industry: A Combination of Taguchi Loss Function and Fuzzy Analytical Hierarchy Process. *Asian Journal of Technology Management*, 5(1), 13-22.
- Qin, J., Liu, X. ve Pedrycz, W. (2017). An Extended TODIM Multi-Criteria Group Decision Making Method for Green Supplier Selection in Interval Type-2 Fuzzy Environment. *European Journal of Operational Research*, 258(2), 626-638.
- Rashidi, K. ve Cullinane, K. (2019). A Comparison of Fuzzy DEA and Fuzzy TOPSIS in Sustainable Supplier Selection: Implications for Sourcing Strategy. *Expert Systems with Applications*, 121, 266-281.
- Rezaei J. ve Davoodi, M. (2012). A Joint Pricing Lot-Sizing and Supplier Selection Model. *International Journal of Production Research*, 50, 4524–4542.

- Shankar L., Basavarajappa, B., Kadavevaramath, S. ve Chen, J.C.H. (2013). A Bi-Objective Optimization of Supply Chain Design and Distribution Operations using Non-Dominated Sorting Algorithm: A Case Study. *Expert Systems with Applications*, 40, 5730–39.
- Tekez, E.K. ve Bark, N. (2016). Mobilya Sektöründe Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (1), 55-63.
- Tosun, Ö. ve Akyüz, G. (2015). A Fuzzy TODIM Approach for the Supplier Selection Problem. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 8 (2), 317-329
- Öztürk, H., Pekel, E. ve Elevli, B. (2018). ANP ve ELECTRE Yöntemleri Kullanılarak Tedarikçi Seçimi: Kablo Sektörü Uygulaması. *Sakarya University Journal of Science*, 22 (5), 1190-1198.
- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338–353.
- Zhang, X. ve Fan, Z.P. (2011). A Method for Linguistic Multiple Attribute Decision Making Based on TODIM. *2011 International Conference on Management and Service Science*, Wuhan, China.

SUPPLIER SELECTION IN FOOD SECTOR VIA FUZZY TODIM METHOD

Extended Abstract

Aim: Supplier selection process is a compelling process which involves determining the most appropriate one among multiple alternatives by taking into account many qualitative and quantitative criteria that require a trade-off. In order to solve uncertain real-life problems more rationally, decision-makers benefit from fuzzy logic principles. The main aim of this study is to show that Fuzzy TODIM method can be used in supplier selection problem, which is a very important decision problem that directly affects their competitiveness and effectiveness. Besides, it is aimed to reveal that the proposed methodology can be enjoyed for handling other multi-criteria decision-making (MCDM) problems.

Method(s): In this study, a supplier selection problem was handled by using the fuzzy TODIM method, which is one of the fuzzy MCDM methods. The selection of the most suitable supplier was implemented in a food company producing halva in Konya province of Turkey. The TODIM method was introduced by Gomes and Lima (1992a, b). The form of the value function in the TODIM method is similar to the loss and gain function of the prospect theory. TODIM technique is a method that allows the use of qualitative data expressed in linguistic variables along with quantitative data. In this paper, the TODIM method is extended to the fuzzy numbers and thus, ambiguity and uncertainty of real life, which classical MCDM techniques could not handle, is taken into consideration. In the real case application, firstly, a decision committee weighted the five decision criteria using linguistic variables. In the second stage, the gain and loss matrices were computed for four decision alternatives. Then, these matrices are normalized. In step 4, dominance degree matrices are constructed. In the next phase, the overall dominance degree matrices are formed. Then, the overall values of each alternative are calculated. Finally, four decision alternatives were ranked according to those obtained overall values.

Findings: The ranking of the alternatives were obtained as $\xi(A_4) > \xi(A_2) > \xi(A_3) > \xi(A_1)$. Accordingly, A4 has emerged as the best supplier for the company under consideration. Although A4 is the best performing alternative solely for the criteria C₂ and C₅, it is the optimal alternative because of having the highest overall dominance score. Similarly, in spite of the fact that A₂ performed superior only for the criterion C₄, it is occurred as the second-best performing supplier according to the overall score.

Conclusion: Regarding the findings of the real case application, fuzzy TODIM method appeared to be a practical and useful method for supplier selection problem. In addition, fuzzy TODIM method can address other MCDM problems. As the studies in the supplier selection literature using fuzzy TODIM are scarce, this paper will contribute to the literature. When applying fuzzy TODIM technique, there are no limitations for the number of criteria and alternatives, which is found in some other MCDM methods such as AHP. Accordingly, decision-makers can solve the same problem again with the criteria or alternatives added to the problem under consideration and easily update their results. Fuzzy TODIM approach does not take into account the interrelations between evaluation criteria. In the context of future studies, methods such as ANP, Dematel and Choquet integral, which considers the dependent relationship between criteria, can be used when calculating criteria weights. Besides, the findings acquired via the TODIM method in this paper can be compared by performing other MCDM methods.