

## **GRUP KARAR VERME YÖNTEMLERİNİ KULLANARAK YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ: GIDA ENDÜSTRİSİNDEN BİR ÖRNEK OLAY ÇALIŞMASI**

### **GREEN SUPPLIER SELECTION USING GROUP DECISION MAKING METHODS: A CASE STUDY FROM THE FOOD INDUSTRY**

**Ahmet ÇALIK**

*KTO Karatay Üniversitesi, İİBF, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü*  
*(ahmetcalik51@gmail.com)*  
ORCID: 0000-0002-6796-0052

#### **ÖZ**

Yeşil tedarikçinin seçimi değerlendirmede ele alınacak kriterlerin belirlenmesinden, kullanılacak yöntemlere ve nihai seçime kadar birçok zorluğu içermektedir. Bu çalışma, yeşil tedarikçi seçimini kriter ağırlığı hesaplamasında BWM, ENTROPI ve CRITIC yöntemleri ile, tedarikçi sıralamalarını ise COPRAS, WASPAS ve MABAC yöntemleri ile desteklemektedir. İlk olarak, dokuz yeşil tedarikçi seçim kriteri literatür taraması ve uzman görüşleri ile belirlenmiş ve gıda endüstrisinden gerçek bir şirket için seçim çalışması gerçekleştirilmiştir. Ardından, BWM, ENTROPI ve CRITIC yöntemleri kriter ağırlıklarını belirlemek için kullanılmıştır. Daha sonra, tedarikçileri karar vericilerin tercihlerine göre sıralamak için COPRAS, WASPAS ve MABAC yöntemleri uygulanmıştır. Önerilen çerçevenin uygulanabilirliğini göstermek için gıda endüstrisinden örnek olay çalışması tartışılmıştır. BWM bulgularından 'çevre yönetim sistemi' ve 'maliyet' yeşil tedarikçi seçiminde en önemli kriterler olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** BWM, CRITIC, COPRAS, ENTROPI, MABAC, WASPAS, Yeşil tedarikçi seçimi.

#### **ABSTRACT**

The selection of the green supplier involves many challenges, from determining the criteria that is used in assessment and applied methods and to final selection. This study supports the selection of green suppliers with BWM, ENTROPI and CRITIC methods in the calculation of relative weights of the GSS evaluation criteria and rankings of suppliers with COPRAS, WASPAS and MABAC methods. First, nine green supplier selection criteria are identified through literature review and expert opinions and a selection study for a real company from the food industry is conducted. Then, BWM, ENTROPI and CRITIC methods are utilized to determine criteria weights. After, COPRAS, WASPAS and MABAC methods are applied to rank the suppliers according to the decision makers' preferences. A real-world case study of the food industry is discussed to demonstrate the proposed framework applicability. Among the BMW findings, 'environmental management system' and 'cost' are identified as the most important criteria for green supplier selection.

**Keywords:** BWM, CRITIC, COPRAS, ENTROPI, MABAC, WASPAS, Green supplier selection.

## 1. Giriş

Potansiyel tedarikçinin seçimi, müşterilerin taleplerini karşılamak ve rekabetçi pazarda ayakta kalmak için işletmelerin konumunu korumada karşılaştığı kritik konulardan biri olarak kabul edilmiştir (Gupta, Soni, & Kumar, 2019). Satın alma ve tedarikçi seçimi, tedarik zincirindeki tüm akışı etkilediği için tedarik zinciri sürecinin kilit noktalarından birisidir ve hem karlılık hem de nakit akışı üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Son on yılda artan çevresel kaygılar göz önüne alındığında, sanayileşmeye eşlik eden çevre kirliliği sorunlarının tedarik zinciri yönetiminden bağımsız ele alınamaması yeşil tedarik zinciri yönetimi (YTZY) kavramının ortaya çıkmasını sağlamıştır (Sheu, Chou, & Hu, 2005). Hem ekonomik faydalar hem de çevresel kalkınmanın peşinde koşan YTZY, müşteri ve paydaş gereksinimlerinden elde edilen sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarından gelen hedefleri göz önünde bulundurarak tedarik zincirinin tüm aşamaları arasında fon, bilgi ve ürün akışının yönetimidir (Hamdan & Cheaitou, 2017). Tedarik zincirinde maliyet, kalite, zamanında teslimat ve çevresel performans açısından önemli etkilere yol açabileceğinden, giderek artan sayıda yazar, tedarikçi seçimiyle çevresel sorunları birlikte ele almıştır (Genovese, Lenny Koh, Bruno, & Esposito, 2013; Kuo, Hsu, & Li, 2015).

Tedarik zinciri yönetiminde, tedarikçi değerlendirmesi ve seçimi karar verme sürecindeki birbirleriyle çelişen, karşılaştırılabilir ve çok sayıda nitel ve nicel faktörleri içermesi nedeniyle karmaşık bir süreçtir. Bu bağlamda, çok kriterli karar verme (ÇKKV) araçları işletmelerin bu sorunu çözmeye yardımcı olabilmektedir (Deng, Hu, Deng, & Mahadevan, 2014). ÇKKV araçları ile potansiyel alternatifler arasında en uygun tedarikçi seçilebilmektedir. Tedarikçi seçimi üzerine yapılan geleneksel çalışmalar, çevresel faktörleri dikkate almadan geniş çapta tedarikçi seçim yöntemleri ve kriterlerine odaklanmıştır. Bununla birlikte çevresel gereksinimlerin daha artar hale gelmesi sebebiyle, ürün, kalite veya fiyatla ilgili faktörlerden, esneklik, çevre yönetim sistemi ve karbon ayak izi yönetimi gibi daha farklı faktörler ile tedarikçi seçimi genişletilmiştir (Chai, Liu, & Ngai, 2013). Literatürde sıklıkla ele alınan yeşil tedarikçi problemi için birçok bilinen ÇKKV tekniği kullanılmıştır: AHP (Kannan, G., Haq, A.N., Sasikumar, P., Arunachalam, 2008), ANP (Hsu & Hu, 2009), DEMATEL (Hsu, Kuo, Chen, & Hu, 2013), BWM (Yucesan, Mete, Serin, Celik, & Gul, 2019), ENTROPI (James, 2015).

Gerçek dünyadaki karar vermede olduğu gibi, bir ÇKKV çerçevesi oluşturulurken göz önünde bulundurulması gereken kriterler farklı önem taşımaktadır. Uygulamada, tek bir karar vericiyle bile farklı karar kriterlerinin sayısal ağırlıklarını elde etmek zordur. Doğal olarak, birkaç karar vericiden kriter ağırlıklarını elde etmek daha zordur. Bu durumda, farklı ağırlık bulma yöntemleri, karar vericilerin ÇKKV sorunlarını uygun şekilde değerlendirmesine yardımcı olabilmektedir. Genellikle, işletmeler bir tedarikçi değerlendirme ve seçme yöntemi geliştirmek veya seçmek istediğinde, kuruluşun kendine özgü gereksinimleri dikkate alınmaktadır. Bu nedenle, model esnekliği ve farklı uygulamalara sahip farklı seçim yöntemlerinden bir seçeneğe ihtiyaç vardır (Govindan, Rajendran, Sarkis, & Murugesan, 2015).

Yukarıdaki bilgiler ve literatürün ayrıntılı olarak incelenmesi ışığında, yeşil tedarikçi seçimi (YTS) ve değerlendirme alanında hibrit bir ÇKKV modeli kullanılarak daha önce yapılmış bir araştırma olmasına rağmen, YTS'nde farklı ağırlık bulma yöntemleri ile COPRAS, WASPAS ve MABAC yöntemlerini birleştiren bir çalışma bulunamamıştır. Sunulan örnek olay çalışması için aşağıdaki hedefler belirlenmiştir:

- YTZY bağlamında yeşil tedarikçi için değerlendirme kriterlerini anlama ve tanımlama;

- YTS değerlendirme kriterlerinin grel ağırlıklarını farklı yöntemlerle belirlemek;
- Tedarik zincirindeki bir dizi alternatif arasından en uygun yeşil tedarikçiyi seçmek;
- Önerilen çalışmanın yönetsel sonuçlarını ortaya koymak.

Bu hedeflere ulaşmak için, bu araştırma YTS'nde hem geleneksel hem de çevresel kriterler temelinde değerlendirmeye odaklanmıştır. En iyi potansiyel tedarikçinin sıralaması ve seçimi, BWM, ENTROPI ve CRITIC yöntemleri ile birleştirilen COPRAS, WASPAS ve MABAC olmak üzere üç yaygın ÇKKV yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Bu çalışmanın geri kalanı aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir Bölüm 2, çeşitli ÇKKV yöntemlerinin ayrıntılı bir literatür taramasını göstermekte ve çeşitli araştırmacılar tarafından YTS'nde farklı uygulamaları sunarken, Bölüm 3, nerilen hibrit ÇKKV modelini ve yöntemlerini tanıtılmaktadır. Bölüm 4, hibrit yöntemlerin sonuçlarını kullanarak gıda işleme endüstrisi için YTS'nde temel faktörlerin belirlenmesi için önerilen modeli uygulamaktadır. Bölüm 5, çeşitli sonuçları tartışmakta ve bu çalışmanın sonuçlarını sunmaktadır.

## 2. Literatür araştırması

Son yıllarda, YTS alanındaki yayınlanmış makalelerin birçoğu bulanık ve klasik kümelere dayalı olarak farklı karar verme yöntemleri kullanmıştır. Bu nedenle, bu bölümde, YTS alanındaki bulanık ve klasik karar verme yöntemlerinin kapsamlı bir literatür taraması sunulmuştur. Tablo 1, YTS problemini çözmek için son yıllarda sıklıkla kullanan bu çalışmaların detaylarını vermektedir.

**Tablo 1.** YTS problemleri ile ilgili literatürün zeti

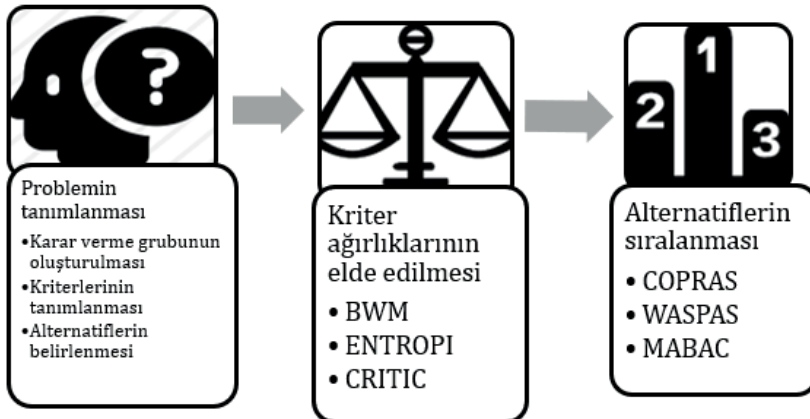
Yazar(lar)	Yöntem	Açıklayıcı rnek	Karar verici sayısı
Wu, Zhou, Chen, & Chen (2019)	Aralık tip-2 bulanık BWM ve VIKOR yöntemi	Elektronik şirketi	3
Lee, Kang, Hsu, & Hung (2009)	Bulanık AHP	TFT-LCD reticisi	11
Mishra, Rani, Pardasani, & Mardani (2019)	Tereddüt bulanık WASPAS	Karşılaştırma alışması	3
Mousakhani, Nazari-Shirkouhi, & Bozorgi-Amir (2017)	Aralık tip-2 bulanık TOPSIS	Pil şirketi	3
Yu & Hou (2016)	arpımsal AHP	Otomobil retim firması	10
Qin, Liu, & Pedrycz (2017)	Aralık tip-2 bulanık kümeler ile TODIM yöntemi	Otomobil retim işletmesi	3
Yucesan, Mete, Serin, Celik, & Gul (2019)	BWM ve Aralık tip-2 bulanık TOPSIS	Enjeksiyonlu kalıplama tesisi	5
Govindan, Kadziński, & Sivakumar (2017)	Revize edilmiş Simos prosedürü ve PROMETHEE	Gıda endüstrisi	3
Liou, Chuang, Zavadskas, & Tzeng (2019)	DEMATEL, DANP ve MOORA-AS	Elektronik şirketi	-
Bakeshlou, Khamseh, Asl, Sadeghi, & Abbaszadeh (2017)	Bulanık ANP, bulanık DEMATEL ve ADP	Sayısal rnek	6

**Tablo 1.** YTS problemleri ile ilgili literatürün özeti (Devamı)

Yazar(lar)	Yöntem	Açıklayıcı örnek	Karar verici sayısı
Jiang, Hu, Yen, & Tsao (2018)	GDANP	Tayvan'ın otomotiv endüstrisi	8
Banaeian, Mobli, Fahimnia, Nielsen, & Omid, (2018)	Bulanık TOPSIS, VIKOR ve GRA	Yemeklik bitkisel yağ ve deterjan üreticisi	3
Gupta vd. (2019)	Bulanık AHP, MABAC, WASPAS, TOPSIS	Otomotiv endüstrisi	3
Liao, Fu, & Wu (2016)	Bulanık AHP ARAS-S ve ÇAHP	Saat firması	5
Yazdani, Chatterjee, & Kazimieras (2017)	DEMATEL, QFD, COPRAS ve MOORA	Mandıra şirketi	-
Mathiyazhagan, Sudhakar, & Bhalotia (2018)	AHP	Otomobil üretim şirketi	35
Reza Kiani (2015)	Bulanık AHP ve ARAS	Deneysel çalışma	12
Keshavarz Ghorabae, Zavadskas, Amiri, & Esmaili (2016)	ENTROPI, aralık tip-2 bulanık WASPAS	Deneysel çalışma	3
Rouyendegh, Yildizbasi, & Üstünye (2019)	Sezgisel bulanık TOPSIS	Bir şirket	3

YTS'ndeki karar verme yöntemlerinin incelenmesi sonucunda, farklı ağırlık bulma yöntemlerinin ve hibrit ÇKKV yaklaşımların bulanık ve klasik çevresel koşullar altında uygun araçlar olarak ele alınabileceğini göstermektedir. BWM tekniği, son yıllarda araştırmacıların dikkatini çeken yöntemlerden birisidir, çünkü çeşitli alanlarda birçok uygulamaya sahiptir. Bununla birlikte, YTS problemini ele almak için AHP dışında farklı ağırlık bulma yöntemlerine çok az dikkat gösterilmiştir. Bu nedenle, farklı ağırlık bulma yöntemlerini ve farklı sıralama yöntemlerinin içerisine entegre etmek faydalı olacaktır.

### 3. Karar verme yöntemlerinin tanıtılması

**Şekil 1.** YTS için hibrit ÇKKV tabanlı çerçeve

Bu bölümde, yeşil tedarikçinin değerlendirilmesi ve seçimi için hibrit bir ÇKKV çerçevesi ele alınmıştır. Farklı ağırlık bulma yöntemleri, BWM, ENTROPI, CRITIC, farklı sıralama yöntemlerini COPRAS, WASPAS, MABAC yöntemleri ile birleştirilerek tedarikçi sıralamaları elde edilmiştir. Önerilen yaklaşımın ana adımları Şekil 1’de sunulmuştur.

### **3.1. En İyi En Kötü Yöntemi (BWM)**

Rezaei (2015) tarafından tanıtılan en iyi kötü yöntem (BWM) ikili karşılaştırma sayısını azalttığı için son yıllarda sıklıkla kullanılmaktadır. BWM, yüksek düzeyde tutarlı ve güvenilir sonuçlarla sonuçlanan ikili karşılaştırma sağlamakta ve tam bir ikili karşılaştırma matrisi yerine sadece iki vektör kullanılmaktadır (Yucesan vd., 2019). BWM aşağıda sunulan işlem adımlarından oluşmaktadır:

**Adım 1:** Değerlendirmede kullanılacak karar verme kriterleri belirlenir.

**Adım 2:** Karar kriterleri arasından en iyi (en önemli, en çekici, en çok tercih edilen) ve en kötü (en az önemli, en az istenen) karar verici tarafından belirlenir.

**Adım 3:** En iyi kriterin tercihi diğer kriterlere göre belirlenir. En iyi kriterin diğer kriterlerden kaç kat üstün olduğu 1 ile 9 arasında bir ölçek kullanılarak ifade edilir.

**Adım 4:** Diğer tüm kriterlerin en kötü kritere göre üstünlükleri (tercihleri), 1-9 ölçeğini kullanarak karşılaştırılır.

**Adım 5:** Kriterlerin optimal ağırlıkları ( $w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$ ) hesaplanır. Optimal ağırlıklar; en iyi kriterin diğer kriterlerle oluşturduğu mutlak farklar ile diğer kriterlerin en kötü kriterlerle oluşturduğu mutlak farklardan yola çıkılarak

$$\left| \frac{w_b}{w_j} - a_{Bj} \right| \vee \left| \frac{w_j}{w_W} - a_{Wj} \right|, \forall_j \text{ için minimize edilir.}$$

### **3.2. ENTROPI Yöntemi**

ENTROPI yöntemini kullanarak ağırlık hesaplaması için işlem adımları aşağıdaki gibidir:

**Adım 1:** Karar matrisi oluşturulur.

**Adım 2:** Normalize karar matrisi oluşturulur.

**Adım 3:** ENTROPI değerleri ( $e_j$ ) hesaplanır.

**Adım 4:** Farklılaşma derecesi ( $d_j$ ) hesaplanır.

**Adım 5:** Kriterlerin ağırlıkları hesap edilir.

### **3.3. CRITIC Yöntemi**

CRITIC yönteminin işlem adımları aşağıda belirtilmiştir (Diakoulaki, Mavrotas, & Papayannakis, 1995):

**Adım 1:** Karar matrisi oluşturulur.

**Adım 2:** Normalize karar matrisi oluşturulur.

**Adım 3:** Kriterler arası ilişki derecesi belirlenir.

**Adım 4:**  $C_j$  değerleri hesaplanır.

**Adım 5:** Kriterlerin ağırlıkları hesap edilir.

### 3.4. COPRAS Yöntemi

COPRAS yöntemi aşağıdaki gibi yedi adımdan oluşmaktadır:

**Adım 1:** Karar matrisi oluşturulur.

**Adım 2:** Normalize karar matrisi oluşturulur.

**Adım 3:** Ağırlıklı karar matrisi oluşturulur.

**Adım 4:**  $S_i^+$  ve  $S_i^-$  değerleri hesaplanır.

**Adım 5:** Göreceli önem değeri ( $Q_j$ ) hesaplanır.

**Adım 6:** En yüksek göreceli öncelik değeri bulunur.

**Adım 7:** Alternatiflerin performans endeksi ( $P_j$ ) değeri hesaplanır.

### 3.5. WASPAS Yöntemi

WASPAS hesaplaması için aşağıdaki adımlar kullanılmaktadır:

**Adım 1:** Karar matrisi oluşturulur.

**Adım 2:** Normalize karar matrisi oluşturulur.

**Adım 3:** Ağırlıklı karar matrisi oluşturulur.

**Adım 4:** Ağırlıklı toplam modeli'ne göre her bir alternatif için toplam göreceli önem değeri hesaplanır.

**Adım 5:** Ağırlıklı çarpım modeli'ne göre her bir alternatif için toplam göreceli önem değeri hesaplanır.

**Adım 6:** Alternatifler için birleşik optimallik değeri hesaplanır.

**Adım 7:** Alternatifler birleşik optimallik değeri ( $Q_j$ ) dikkate alınarak sıralanır

### 3.6. MABAC Yöntemi

MABAC yönteminin adımları aşağıdaki gibidir:

**Adım 1:** Karar matrisi oluşturulur.

**Adım 2:** Normalize karar matrisi oluşturulur.

**Adım 3:** Ağırlıklı karar matrisi oluşturulur.

**Adım 4:** Sınır yakınlık alanı matrisi elde edilir.

**Adım 5:** Alternatiflerinin sınır yakınlık alanına göre uzaklıkları hesaplanır.

**Adım 6:** Alternatiflerinin sınır yakınlık alanına göre konumları belirlenir.

**Adım 7:** Alternatiflerin kriter fonksiyonları hesaplanır ve sıralanması yapılır.

#### 4. Örnek Olay Çalışması

Bu çalışma Türkiye’de bulunan gıda işleme endüstrisindeki yeşil tedarikçi seçim modeliyle ilgilidir. Örnek olay şirketi, Türkiye’nin her yerine yiyecek satan büyük, iyi bilinen bir gıda işleme şirketidir. Birkaç ürün çeşidi üretmekte ve küresel pazarda rekabet edebilmek için yeni bir içecek ürünü üretmeyi planlamaktadır. Yönetim kurulu, satın alma süreci yönetimini optimize etmek, ulusal ve uluslararası pazarlarda rakipleri ile başarılı bir şekilde rekabet edebilmek, satış için güçlü bir varlığa sahip olmak için ve yeni ürünü için temel malzemeleri satın almak üzere bir hammadde tedarikçisi seçmek istemektedir. Bu nedenle, satın alma işlemi şirketin başarısında hayati bir rol oynamaktadır.

Seçim için şirketin satın alma şartını yerine getirme kabiliyetine sahip beş tedarikçi seçilmiştir. T1, T2, T3, T4 ve T5 olarak adlandırılmıştır. Karar kriterleri, literatür taraması, gıda tedarik zinciri ve çevre yönetim sistemleri konusunda geniş bilgi ve deneyime sahip uzmanlarla tartışma yoluyla belirlenmiştir. Son olarak, tedarikçilerin değerlendirilmesi için hiyerarşi oluşturulmuş ve organize edilen dokuz ana kriter seçilmiştir (bakınız Tablo 2). C1, C5 ve C8’in maliyet türü (minimum) kriterleri olduğunu, diğerlerinin ise ayda tipi (maksimum) kriterleri olduğu kabul edilmiştir.

İkinci aşamada, değerlendirme aşamasında kullanılacak anketler içerik analizi için akademik uzmanlar ekibine gönderilmiştir. Üçüncü aşamada, kriterleri ve alternatifleri değerlendirmek için geliştirilmiş anket, pazarlama ve lojistik departmanlarında çalışan dört karar verici davet edilmiştir. Son aşamada, dört karar vericinin verdikleri yanıtlar yorumlanarak, kriter ve alternatiflerin değerlendirmesi önerilen hibrit yöntemlerle belirlenmiştir.

**Tablo 2.** Yeşil tedarikçi seçim kriterlerinin tanımı ((Bakeshlou vd., 2017; Govindan vd., 2017; Gupta vd., 2019; Kuo vd., 2015))

Kriterler	Tanım
Maliyet / Fiyat ( $K_1$ )	Ürün / hizmet fiyatı, sermaye ve finansal güç
Kalite ( $K_2$ )	Malzeme kalitesi, işgücü uzmanlığı ve operasyonel mükemmellik
Teslimat ( $K_3$ )	Teslimat planlarını veya taahhütlerini yerine getirme ve müşteri siparişlerine hızlı bir şekilde tepki verebilme
Teknoloji yeteneği ( $K_4$ )	Firmanın mevcut ve gelecekteki talebini karşılamak için tedarikçinin teknoloji gelişimi (örneğin yeşil teknoloji seviyesi, Ar-Ge yeteneği, yeşil ürün tasarım yeteneği vb.)
Çevre yönetim sistemi ( $K_5$ )	ISO 14000 gibi çevre sertifikaları, çevre politikaları, çevresel hedefler, çevresel faaliyetlerin kontrolü ve kontrolü

**Tablo 2.** Yeşil tedarikçi seçim kriterlerinin tanımı (Devamı)

Kriterler	Tanım
Kirlilik kontrolü ( $K_6$ )	Su ve enerji dâhil olmak üzere her türlü atık ve kaynakta zararlı malzemelerin ikame edilmesi, muhafaza edilmesi, geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması gibi tedarikçi tarafından belirlenen bir dizi kurallar
Çevre becerisi ( $K_7$ )	Kirliliğin azaltılması için ürünlerin tasarımı ve ham madde, enerji ve su kaynak tüketiminin azaltılması, yeniden kullanım için ürünlerin yeşil tasarımı, geri dönüşüm, malzemelerin geri kazanımı
Hava emisyonları ( $K_8$ )	Uçucu organik kimyasalların, aerosollerin, aşındırıcı maddelerin, partiküllerin, ozon tabakasına zarar veren kimyasalların ve yanma yan ürünlerinin izlenmesi, kontrolü ve işleminden geçirilmesi
Enerji tüketimi ( $K_9$ )	Enerji tüketiminin kontrolü

#### 4.1. Kriter ağırlıklarının elde edilmesi

Bu çalışmada üç farklı ağırlık bulma yöntemi gıda işleme endüstrisindeki tedarikçi seçiminde yeşil kriterlerin önemini vurgulamak için uygulanmıştır. Öncelikle BWM uygulanmış daha sonra alternatif tedarikçilerin her bir kriter altındaki değerlendirmeleri ENTROPI ve CRITIC yöntemlerinde kullanılarak ağırlıkların sıralamalardaki etkisi araştırılmıştır. BWM yöntemi AHP'deki gibi karşılaştırma matrislerine dayanmaktadır. Ancak, AHP ile karşılaştırıldığında daha az ikili karşılaştırma verisi gerektirmektedir.

Önerilen modeli uygularken, değerlendirmeyi yapmak için farklı tercihlere sahip dört karar vericiden görüş alınmıştır. Dört karar verici, öncelikle kendileri için en iyi ve en kötü kriterleri belirlemişlerdir. Ardından, katılımcılardan, seçtikleri en iyi kriteri diğer kriterlerin her biriyle karşılaştırmaları ve tercihlerini 1 ile 9 arasında bir değer kullanarak belirtmeleri istenmiştir. 1 puanı, en iyi kriterin diğer kriterlere eşit bir öneme sahip olduğunu ifade ederken: 9 puan, en önemli kriterin diğer kriterlere göre çok daha fazla tercih edildiğini göstermektedir. Daha sonra bir önceki adımdakine benzer olacak şekilde, ancak bu kez katılımcılardan tüm kriterlere ilişkin tercihlerini en az önemli kriter üzerinden belirtmeleri istenmiştir. Yine 1 ile 9 arasında bir değer kullanılmıştır. En iyiye karşı diğerleri (BO), diğerlerine karşı en kötü (OW) vektörü Tablo 3'deki gibi elde edilmiştir. Kriterlerin ağırlıkları Bölüm 3.1'de belirtilen adımları takip ederek doğrusal doğrusal bir modelle belirlenmiş, dört farklı katılımcı için her bir kriterin ağırlığı, kriterlerin ortalaması elde edilerek Tablo 4'de sunulmuştur.

**Tablo 3.** Karar vericilere göre kriterlerin değerlendirmeleri

Karar Verici	En İyi Kriter	Kriterler								
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
1	K1	1	3	3	8	2	4	7	8	9
2	K5	2	3	5	7	1	4	6	9	8
3	K5	3	2	5	8	1	5	6	9	9
4	K5	2	4	6	5	1	3	7	8	9



**Tablo 3.** Karar vericilere göre kriterlerin değerlendirmeleri (Devamı)

		Kriterler								
Karar Verici	En Kötü Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K9	9	7	6	4	8	4	3	2	1	9
K8	8	7	5	3	9	6	4	1	2	8
K9	7	6	4	4	8	5	5	3	1	9
K8	6	7	5	2	8	4	3	1	2	9

**Tablo 4.** Dört uzman/karar vericiyi dikkate alarak elde edilen genel ağırlıklar

Karar Verici	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	ξ
1	0.3050	0.1231	0.1231	0.0462	0.1846	0.0923	0.0528	0.0462	0.0268	0.0642
2	0.1915	0.1277	0.0766	0.0547	0.3146	0.0958	0.0638	0.0274	0.0479	0.0684
3	0.1330	0.1995	0.0798	0.0499	0.3177	0.0798	0.0665	0.0443	0.0296	0.0813
4	0.1965	0.0982	0.0655	0.0786	0.3036	0.1310	0.0561	0.0268	0.0437	0.0893
	0.2065	0.1371	0.0862	0.0573	0.2802	0.0997	0.0598	0.0362	0.0370	0.0758

ξ, karşılaştırmalar için tutarlılık göstergesidir. Tabloda gösterildiği gibi, tutarlılık değerleri sıfıra yakın olduğu için karşılaştırmalar tutarlılık göstermektedir. Ağırlıkların belirlenmesiyle BWM yönteminin beş adımı tamamlanmıştır. Sonuçlardan da anlaşılacağı gibi, örnek olay şirketi için 'evre yönetim sistemi' ve 'fiyat' YTS'nde en önemli kriterlerdir; Sonuçlar, literatürdeki önceki bulgularla da uyumludur.

ENTROPI ve CRITIC yöntemleri ile ağırlıkların elde edilmesinde, beş alternatif tedarikçinin belirlenen kriterleri dikkate alarak değerlendirmeleri kullanılmış ve karar matrisi Tablo 6'da gösterilmiştir.

Bölüm 3.2. ve 3.3.deki işlem adımları takip edilmiş, ENTROPI ve CRITIC yöntemleri için elde edilen ağırlıklar Tablo 5'te sunulmuştur.

**Tablo 5.** ENTROPI ve CRITIC yöntemlerine göre elde edilen ağırlıklar

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
ENTROPI	0.0426	0.1620	0.1455	0.1442	0.1041	0.0949	0.0515	0.1027	0.1525
CRITIC	0.1023	0.1169	0.0706	0.1000	0.0685	0.0645	0.1617	0.1668	0.1487

Tablo 5'de verilen sonuçlara göre, ENTROPI yöntemi için en önemli üç kriter sırasıyla 'Kalite, Enerji tüketimi ve teslimat' olarak elde edilirken, CRITIC yönteminde 'Hava emisyonları, evre becerisi ve enerji tüketimi' olarak elde edilmiştir. Elde edilen sıralamalarında karar vericilerin kriterleri karşılaştırmadığı ve kriterler altında alternatiflerin değerlendirmelerinden hareket edildiği için ENTROPI ve CRITIC yöntemlerinde farklı sıralamalar elde edilmiştir.

## 4.2. Alternatiflerin Sıralanması

Alternatiflerin değerlendirilmesi, karar vericilerle görüşerek ve her kriterdeki tedarikçi performansını değerlendirmek için 10 puanlık değerlendirme ölçeği kullanmalarını isteyerek bir anket aracılığıyla yapılmıştır. Açıkçası, fayda tipi kriterler için 10 en iyi performans anlamına gelirken, maliyet tipi kriterler için 1 en iyi değerlendirme puanıdır. Beş tedarikçinin dört karar vericiden elde edilen performansları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** Tedarikçilerin farklı karar vericiler tarafından karar kriterlerine göre değerlendirmeleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
T1	4, 6, 4, 6	5, 5, 6, 6	6, 5, 7, 5	5, 7, 7, 4	4, 6, 7, 7	4, 7, 5, 4	7, 5, 6, 6	7, 7, 7, 6	5, 6, 6, 7
T2	6, 5, 3, 7	4, 6, 5, 8	7, 6, 6, 4	4, 6, 5, 5	5, 5, 6, 6	5, 6, 4, 5	6, 4, 5, 5	5, 6, 5, 4	6, 5, 5, 5
T3	1, 2, 2, 2	9, 10, 9, 10	9, 9, 10, 8	8, 9, 9, 8	10, 10, 8, 10	8, 9, 9, 8	8, 7, 8, 8	3, 4, 2, 3	2, 1, 1, 2
T4	4, 3, 3, 5	6, 4, 6, 7	5, 7, 8, 6	7, 5, 6, 6	6, 8, 7, 5	6, 5, 6, 6	5, 6, 7, 7	6, 5, 4, 5	7, 4, 3, 3
T5	3, 4, 1, 4	7, 8, 7, 9	8, 9, 9, 9	9, 10, 9, 7	9, 9, 9, 8	7, 9, 8, 7	7, 10, 9, 9	2, 2, 3, 2	4, 3, 4, 4

Grup karar verme teknikleri, daha bilinçli ve güvenilir kararlar almak için bireysel tercihleri bir araya getirebilmektedir. Tedarikçi sıralamalarını incelemek için kullanılacak üç ÇKKV yöntemi, karar vericilerin kararlarını aritmetik ortalama yoluyla toplayarak grup karar verme sürecini desteklemektedir. Toplanmış değerleri temsil eden ortalama değerler Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7.** Karar vericilerin değerlendirmelerine göre toplanmış karar matrisi

ORT	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
T1	5.00	5.50	5.75	5.75	6.00	5.00	6.00	6.75	6.00
T2	5.25	5.75	5.75	5.00	5.50	5.00	5.00	5.00	5.25
T3	1.75	9.50	9.00	8.50	9.50	8.50	7.75	3.00	1.50
T4	3.75	5.75	6.50	6.00	6.50	5.75	6.25	5.00	4.25
T5	3.00	7.75	8.75	8.75	8.75	7.75	8.75	2.25	3.75

### 4.2.1. COPRAS yöntemi uygulaması

COPRAS yöntemini uygulama adımları Tablo 6'da verilen karar matrisi üzerinden hareket edilmiştir. Bölüm 3.4'de belirtilen adımlara göre, öncelikle karar matrisi normalize edilmiş (Tablo 8), BWM ile elde edilen ağırlıklar kullanılarak ağırlıklı karar matrisi elde edilmiş (Tablo 9), faydalı ve faydasız kriterler için  $S_i^+$  ve  $S_i^-$  değerleri hesaplanmış, her tedarikçi için  $Q_i$  ve  $P_i$  değerleri hesaplanmış (Tablo 10) ve tedarikçiler aldıkları  $P_i$  değerlerine göre büyükten küçüğe göre sıralanmıştır.

**Tablo 8.** Normalize karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
T1	0.2667	0.1606	0.1608	0.1691	0.1655	0.1563	0.1778	0.3068	0.2892
T2	0.2800	0.1679	0.1608	0.1471	0.1517	0.1563	0.1481	0.2273	0.2530
T3	0.0933	0.2774	0.2517	0.2500	0.2621	0.2656	0.2296	0.1364	0.0723
T4	0.2000	0.1679	0.1818	0.1765	0.1793	0.1797	0.1852	0.2273	0.2048
T5	0.1600	0.2263	0.2448	0.2574	0.2414	0.2422	0.2593	0.1023	0.1807

**Tablo 9.** Ağırlıklı karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
T1	0.0551	0.0220	0.0139	0.0097	0.0464	0.0156	0.0106	0.0111	0.0107
T2	0.0578	0.0230	0.0139	0.0084	0.0425	0.0156	0.0089	0.0082	0.0094
T3	0.0193	0.0380	0.0217	0.0143	0.0734	0.0265	0.0137	0.0049	0.0027
T4	0.0413	0.0230	0.0157	0.0101	0.0502	0.0179	0.0111	0.0082	0.0076
T5	0.0330	0.0310	0.0211	0.0148	0.0676	0.0241	0.0155	0.0037	0.0067

**Tablo 10.** BWM - COPRAS yöntemi sonuçları

	$S_i^+$	$S_i^-$	$Q_i$	$P_i$
T1	0.1182	0.0769	0.1531	53.2259
T2	0.1123	0.0754	0.1479	51.4106
T3	0.1877	0.0269	0.2877	100
T4	0.1280	0.0571	0.1751	60.8659
T5	0.1742	0.0434	0.2361	82.0483

BWM - COPRAS yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre tedarikçilerin sıralamaları T3>T5>T4>T1>T2 olarak elde edilmiştir.

#### 4.2.2. WASPAS yöntemi uygulaması

WASPAS yöntemi için Bölüm 3.5'de belirtilen adımlar dikkate alınarak, başlangıç karar matrisi normalize edilmiş (Tablo 11), ağırlıklı toplam modeline göre her tedarikçi için  $Q_i^{(1)}$ , ağırlıklı çarpım modeline göre  $Q_i^{(2)}$  ve birleşik optimalite değeri  $Q_i$   $\lambda=0.50$  olarak kabul edilerek hesaplanmış ve Tablo 12'de sunulmuştur.

**Tablo 11.** COPRAS yöntemi normalize karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
T1	0.3500	0.5789	0.6389	0.6571	1.0909	0.5882	0.6857	1.0000	0.2500
T2	0.3333	0.6053	0.6389	0.5714	1.0000	0.5882	0.5714	1.3500	0.2857
T3	1.0000	1.0000	1.0000	0.9714	1.7273	1.0000	0.8857	2.2500	1.0000
T4	0.4667	0.6053	0.7222	0.6857	1.1818	0.6765	0.7143	1.3500	0.3529
T5	0.5833	0.8158	0.9722	1.0000	1.5909	0.9118	1.0000	3.0000	0.4000

**Tablo 12.** BWM - COPRAS yöntemi sonuçları

	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	$Q_i$
T1	0.6951	0.6333	0.6642
T2	0.6721	0.6137	0.6429
T3	1.2405	1.1895	1.2150
T4	0.7841	0.7292	0.7566
T5	1.0932	0.9852	1.0392

En yüksek  $Q_i$  değerine sahip olan tedarikçi (T3) örnek olay şirketi için YTS'nde en uygun aday olarak bulunmuştur. Tedarikçi sıralamaları  $T3>T5>T4>T1>T2$  şeklinde gerçekleşmiştir.

### 4.2.3. MABAC yöntemi uygulaması

MABAC yöntemi için Bölüm 3.6'da verilen adımları uygulayarak, normalize karar matrisi (Tablo 13), ağırlıklı karar matrisi (Tablo 14), Sınır yakınlık alanı matrisi (Tablo 15), tedarikçilerin sınır yakınlık alanına olan uzaklıkları (Q) (Tablo 16) ve her bir tedarikçi için sınır yakınlık alanına olan uzaklıklar kullanılarak kriter fonksiyonları ( $S_j$ ) (Tablo 17) hesap edilmiştir.

**Tablo 13.** MABAC yöntemi normalize karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
T1	0.071	0.000	0.000	0.200	0.125	0.000	0.267	0.000	0.000
T2	0.000	0.063	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.389	0.167
T3	1.000	1.000	1.000	0.933	1.000	1.000	0.733	0.833	1.000
T4	0.429	0.063	0.231	0.267	0.250	0.214	0.333	0.389	0.389
T5	0.643	0.563	0.923	1.000	0.813	0.786	1.000	1.000	0.500

**Tablo 14.** MABAC yöntemi ağırlıklı karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
T1	0.2213	0.1371	0.0862	0.0688	0.3152	0.0997	0.0758	0.0362	0.0370
T2	0.2065	0.1457	0.0862	0.0573	0.2802	0.0997	0.0598	0.0502	0.0431
T3	0.4130	0.2742	0.1725	0.1108	0.5603	0.1994	0.1037	0.0663	0.0739
T4	0.2950	0.1457	0.1061	0.0726	0.3502	0.1211	0.0797	0.0502	0.0513
T5	0.3393	0.2143	0.1659	0.1147	0.5078	0.1781	0.1196	0.0723	0.0554

**Tablo 15.** Sınır yakınlık alanı matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
$g_j$	0.2853	0.1764	0.1177	0.0817	0.3880	0.1337	0.0852	0.0535	0.0507

**Tablo 16.** Tedarikçilerin sınır yakınlık alanı matrisine olan uzaklıkları

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
T1	-0.0640	-0.0393	-0.0315	-0.0129	-0.0729	-0.0340	-0.0094	-0.0173	-0.0137
T2	-0.0787	-0.0308	-0.0315	-0.0244	-0.1079	-0.0340	-0.0254	-0.0033	-0.0076
T3	0.1278	0.0978	0.0548	0.0291	0.1723	0.0657	0.0185	0.0128	0.0232
T4	0.0098	-0.0308	-0.0116	-0.0091	-0.0378	-0.0126	-0.0054	-0.0033	0.0006
T5	0.0540	0.0378	0.0482	0.0330	0.1197	0.0443	0.0344	0.0188	0.0047

**Tablo 17.** BWM - MABAC yöntemi sonuçları

	$S_i$
T1	-0.2950
T2	-0.3434
T3	0.6020
T4	-0.1002
T5	0.3950

Tablo 17'de verilen sonuçlara göre en iyi tedarikçi "T3" olarak belirlenmiştir. Tedarikçi sıralamaları T3>T5>T4>T1>T2 şeklinde gerçekleşmiştir.

#### **4.4. Üç ÇKKV yönteminin karşılaştırmalı analizi**

Bu bölümde, ele alınan örnek olay çalışması için yeşil tedarikçi seçilmesinde farklı ağırlık bulma yöntemlerinin COPRAS, WASPAS ve MABAC yöntemlerinin performansı üzerine karşılaştırmalı bir analiz sunulmuştur. Önceki bölümlerde BWM yönteminden elde edilen ağırlıkların COPRAS, WASPAS ve MABAC yöntemlerinde kullanılması ile tedarikçi sıralamalarının nasıl elde edildiği ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştı. Bu bölümde ENTROPİ ve CRITIC yöntemlerinden elde edilen ağırlıkların kullanılması ile tedarikçi sıralamaları elde edilmiştir. Tablo 18, incelenen hibrit ÇKKV yöntemlerinin her biri için sayısal sonuçları ve karşılık gelen tedarikçi sıralamalarını göstermektedir. İlginç bir şekilde, her bir yöntem tarafından ele alınan farklı teknik adımlara ve seçim yaklaşımlarına rağmen, aynı sonuçlara ulaşılmıştır: Üçüncü tedarikçi (T3), uygulanan yöntemlerden bağımsız olarak seçilen en iyi yeşil tedarikçidir.

Günümüzde, birçok şirket yönetici rekabet avantajı elde etmek için tedarikçi seçimine odaklanmaktadır. Çevresel sorunları gözlemlmek ve doğru değerlendirebilmek bir organizasyonda rekabet avantajı yaratan şeylerden birisidir. Son on yılda, her biri farklı özelliklere sahip tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçilmesi için birçok yöntem ve teknik tanıtılmıştır. YTS problemini ele almak için, hibrit ÇKKV yöntemlerine dayanan bu çalışmada dokuz kriter ve beş aday tedarikçi değerlendirilmiştir. BWM yöntemi için; En önemli kriterlerin 'çevre yönetim sistemi (K5)' ve 'malîyet (K1)' olarak elde edildiği çalışmada 'hava emisyonları (K8)' ve 'enerji tüketimi (K9)' en az önemli kriterler olduğu bulunmuştur. Yönetimsel bakış açısına göre, çalışmamız aşağıdaki sonuçları vermektedir:

- İşletmelerin yöneticileri, tedarikçilerini değerlendirmek için önerilen çerçeveyi kullanabilir. Bu nedenle, elde edilen sonuçlar, organizasyonun tedarik zinciri için tedarik zincirinde önemsiz bir tedarikçinin girmesine izin vermeyecek bir rehber olarak kullanılabilir.

- Gıda endüstrileri tehlikeli birçok kirleticiye sahip olduklarından, üst düzey yöneticiler tarafından çevre yönetim sistemi kurallarına ve düzenlemelerine önem verilmektedir.

- Ayrıca, tanıtılan hibrit yaklaşım, çok sayıda çelişkili bakış açısını hesaba katarken en çok tercih edilen kriteri belirlemek için titizlikle takip edilebilir.

- Her bir kriterin önem düzeyi, uzmanların görüşlerine göre belirlendiği için, şirketler önerilen hibrit çerçeveyi uygulayarak değerlendirme sürecini artırabilir ve geliştirebilirler.

• Kriterlerin önem düzeyi BWM gibi yöntemlerle belirlenebilirken, nesnel değerlendirme için ENTROPI ve CRITIC yöntemleri kullanılabilir.

• Özetle, yöneticiler tedarikçi seçerek, sektörün türüne, ürünlerin niteliğine ve pazarın durumuna göre pazara girmek için rekabet avantajı yaratarak farklılaşma stratejileri tasarlamalıdır.

**Tablo 18.** Dokuz grup karar verme yöntemi için sayısal sonuçlar

	BWM-COPRAS	BWM - WASPAS	BWM - MABAC	ENTROPI - COPRAS	ENTROPI - WASPAS	ENTROPI - MABAC	CRITIC - COPRAS	CRITIC - WASPAS	CRITIC - MABAC
T1	53.2259	0.6642	-0.2950	52.2820	0.6149	-0.3186	51.0335	0.6122	-0.3139
T2	51.4106	0.6429	-0.3434	52.7220	0.6288	-0.3018	51.4475	0.6342	-0.2959
T3	100.0000	1.2150	0.6020	100.0000	1.1662	0.5823	100.0000	1.1995	0.5295
T4	60.8659	0.7566	-0.1002	60.1552	0.7109	-0.1141	59.7275	0.7231	-0.0913
T5	82.0483	1.0392	0.3950	83.1820	1.0345	0.4094	84.6706	1.1025	0.4130

## 5. Sonuç ve Öneriler

YTS, üreticilerin performansını doğrudan etkileyen ve çevresel açıdan sürdürülebilir tedarik zincirlerinin tasarım ve yönetimine geçiş sürecinde işletmeler için en önemli konulardan birisidir. Bu açıdan bakıldığında, yeni bir yeşil tedarikçi seçim karar verme yönteminin geliştirilmesi ve uygulanması büyük önem taşımaktadır. Pek çok ÇKKV yöntemi, tedarikçi seçim sorununu yeşil kriterlerle ele almasına rağmen, farklı ağırlık bulma yöntemlerini hibrit ÇKKV yöntemleri ile ele alan çalışmalar grup karar verme problemlerinde bulunamamıştır. Bu çalışmada, kriter ağırlıkları BWM, ENTROPI ve CRITIC yöntemleri COPRAS, WASPAS ve MABAC yöntemleri ile birleştirilerek YTS'nde grup kararını vermeye odaklanılmıştır.

Örnek olay sonuçlarımız, üç ÇKKV yönteminin aynı tedarikçi sıralama sonuçlarına ulaştığını göstermektedir. Ağırlık bulma yöntemlerinden sadece BWM yöntemi karar vericilerin kriterler üzerindeki görüşlerini dikkate alırken, diğer yöntemlerde kriterler altında alternatiflerin değerlendirmeleri kullanılmaktadır. BWM yöntemi diğer iki yöntemle kıyasla daha kısa bir zaman süresine sahiptir ve sonuçlara daha az sayıda adım ve işlemle ulaşılmaktadır. Sıralama yöntemlerinde işlem süresi ve adımları hemen hemen aynı iken kullanılan normalizasyon işlemi yöntemlere göre farklılık göstermektedir.

Gelecekteki araştırmalarda, ağırlık bulma yöntemlerini TOPSIS, VIKOR, PROMETHEE gibi diğer klasik karar verme yöntemleriyle entegre edilebilir. Ayrıca, bulanık küme teorisi tabanlı yöntemler ile yeşil tedarikçi sorunu ele alınabilir. Ek olarak, uygulanan ÇKKV yöntemleri sürdürülebilir tedarikçi seçimi, stratejik tedarikçi seçimi, küresel tedarikçi seçimi ve benzer tedarikçi seçim problemlerine uygulanabilir olacağı beklentisiyle çalışmaya devam edilebilir.

## Etik Beyanı

Bu makalede hiçbir insan çalışması sunulmamıştır.

## Yazar Katkıları

Yazar bu çalışmaya katkıları olduğunu beyan etmiş ve yayın için onaylamıştır.

## Çıkar çatışması

Yazar, araştırmanın potansiyel bir çıkar çatışması olarak yorumlanabilecek ticari veya finansal ilişkilerin yokluğunda yürütüldüğünü beyan etmektedir.

## Kaynakça

- BAKESHLOU, E. A., KHAMSEH, A. A., ASL, M. A. G., SADEGHİ, J., & ABBASZADEH, M. (2017). Evaluating a green supplier selection problem using a hybrid MODM algorithm. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 28(4), 913–927. <https://doi.org/10.1007/s10845-014-1028-y>
- BANAEIAN, N., MOBLI, H., FAHIMNIA, B., NIELSEN, I. E., & OMID, M. (2018). Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry. *Computers & Operations Research*, 89, 337–347. <https://doi.org/10.1016/J.COR.2016.02.015>
- CHAI, J., LIU, J. N. K., & NGAI, E. W. T. (2013). Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. *Expert Systems with Applications*, 40(10), 3872–3885. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2012.12.040>
- DENG, X., HU, Y., DENG, Y., & MAHADEVAN, S. (2014). Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 156–167. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2013.07.018>
- DIAKOULAKI, D., MAVROTAS, G., & PAPAYANNAKIS, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763–770. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H)
- GENOVESE, A., LENNY KOH, S. C., BRUNO, G., & ESPOSITO, E. (2013). Greener supplier selection: state of the art and some empirical evidence. *International Journal of Production Research*, 51(10), 2868–2886. <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.748224>
- GOVINDAN, K., KADZIŃSKI, M., & SIVAKUMAR, R. (2017). Application of a novel PROMETHEE-based method for construction of a group compromise ranking to prioritization of green suppliers in food supply chain. *Omega*, 71, 129–145. <https://doi.org/10.1016/J.OMEGA.2016.10.004>
- GOVINDAN, K., RAJENDRAN, S., SARKIS, J., & MURUGESAN, P. (2015). Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review. *Journal of Cleaner Production*, 98, 66–83. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2013.06.046>
- GUPTA, S., SONI, U., & KUMAR, G. (2019). Green supplier selection using multi-criterion decision making under fuzzy environment: A case study in automotive industry. *Computers & Industrial Engineering*, 136, 663–680. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2019.07.038>
- HAMDAN, S., & CHEAITOU, A. (2017). Supplier selection and order allocation with green criteria: An MCDM and multi-objective optimization approach. *Computers & Operations Research*, 81, 282–304. <https://doi.org/10.1016/J.COR.2016.11.005>
- HSU, C.-W., & HU, A. H. (2009). Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process. *Journal of Cleaner Production*, 17(2), 255–264. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2008.05.004>
- HSU, C.-W., KUO, T.-C., CHEN, S.-H., & HU, A. H. (2013). Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 56, 164–172. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2011.09.012>
- JAMES, F. (2015). Green supplier selection using an AHP-Entropy-TOPSIS framework. *Supply Chain Management: An International Journal*, 20(3), 327–340. <https://doi.org/10.1108/SCM-04-2014-0142>
- JIANG, P., HU, Y. C., YEN, G. F., & TSAO, S. J. (2018). Green supplier selection for sustainable development of the automotive industry using grey decision-making. *Sustainable Development*, 26(6), 890–903. <https://doi.org/10.1002/sd.1860>

- KANNAN, G., HAQ, A.N., SASIKUMAR, P., ARUNACHALAM, S. (2008). Analysis and selection of green suppliers using interpretative structural modelling and analytic hierarchy process. *International Journal of Management and Decision Making*, 9(2), 163–182.
- KESHAVARZ GHORABAE, M., ZAVADSKAS, E. K., AMIRI, M., & ESMAEILI, A. (2016). Multi-criteria evaluation of green suppliers using an extended WASPAS method with interval type-2 fuzzy sets. *Journal of Cleaner Production*, 137, 213–229. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.07.031>
- KUO, T., HSU, C.-W., & LI, J.-Y. (2015). Developing a green supplier selection model by using the DANP with VIKOR. *Sustainability*, 7, 1661–1689. <https://doi.org/10.3390/su7021661>
- LEE, A. H. I., KANG, H.-Y., HSU, C.-F., & HUNG, H.-C. (2009). A green supplier selection model for high-tech industry. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7917–7927. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2008.11.052>
- LIAO, C.-N., FU, Y.-K., & WU, L.-C. (2016). Integrated FAHP, ARAS-F and MSGP methods for green supplier evaluation and selection. *Technological and Economic Development of Economy*, 22(5), 651–669. <https://doi.org/10.3846/20294913.2015.1072750>
- LIU, J. J. H., CHUANG, Y.-C., ZAVADSKAS, E. K., & TZENG, G.-H. (2019). Data-driven hybrid multiple attribute decision-making model for green supplier evaluation and performance improvement. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118321. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.118321>
- MATHIYAZHAGAN, K., SUDHAKAR, S., & BHALOTIA, A. (2018). Modeling the criteria for selection of suppliers towards green aspect: a case in Indian automobile industry. *OPSEARCH*, 55(1), 65–84. <https://doi.org/10.1007/s12597-017-0315-8>
- MISHRA, A. R., RANI, P., PARDASANI, K. R., & MARDANI, A. (2019). A novel hesitant fuzzy WASPAS method for assessment of green supplier problem based on exponential information measures. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117901. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.117901>
- MOUSAKHANI, S., NAZARI-SHIRKOUHI, S., & BOZORGI-AMIRI, A. (2017). A novel interval type-2 fuzzy evaluation model based group decision analysis for green supplier selection problems: A case study of battery industry. *Journal of Cleaner Production*, 168, 205–218. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.08.154>
- QIN, J., LIU, X., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.09.059>
- REZA KIANI, M. (2015). Green supplier selection: A fuzzy AHP and fuzzy ARAS approach. *International Journal of Services and Operations Management*, 22(2), 165–188. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2015.071528>
- REZAEI, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49–57. <https://doi.org/10.1016/J.OMEGA.2014.11.009>
- ROUYENDEGH, B. D., YILDIZBAS, A., & ÜSTÜNYER, P. (2019). Intuitionistic Fuzzy TOPSIS method for green supplier selection problem. *Soft Computing*. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04054-8>
- SHEU, J.-B., CHOU, Y.-H., & HU, C.-C. (2005). An integrated logistics operational model for green-supply chain management. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 41(4), 287–313. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2004.07.001>
- WU, Q., ZHOU, L., CHEN, Y., & CHEN, H. (2019). An integrated approach to green supplier selection based on the interval type-2 fuzzy best-worst and extended VIKOR methods. *Information Sciences*, 502, 394–417. <https://doi.org/10.1016/J.INS.2019.06.049>
- YAZDANI, M., CHATTERJEE, P., & KAZIMIERAS, E. (2017). Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3728–3740. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.095>
- YU, Q., & HOU, F. (2016). An approach for green supplier selection in the automobile manufacturing industry. *Kybernetes*, 45(4), 571–588. <https://doi.org/10.1108/K-01-2015-0034>
- YUCESAN, M., METE, S., SERİN, F., CELİK, E., & GUL, M. (2019). An Integrated Best-Worst and Interval Type-2 Fuzzy TOPSIS Methodology for Green Supplier Selection. *Mathematics*, 7(2), 182. <https://doi.org/10.3390/math7020182>