

Bir Gıda İşletmesinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi: Makarna Sanayi Örneği

Serkan Ulu¹ , Füsün Erden² 

ÖZET

Amaç: Makarna sanayinde faaliyet gösteren bir işletmeye hammadde temin eden tedarikçilerin seçiminde etkili olan ve sektörle uyumlu kriter setinin oluşturulması, çok kriterli karar verme (ÇKKV) teknikleri ile ağırlıklandırılması ve alternatif tedarikçiler arasından sıralamanın yapılması çalışmanın temel amacıdır.

Yöntem: Kriterlerin ağırlıklandırılmasında Bulanık SWARA yöntemi, ardından tedarikçilerin sıralanmasında ise Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri kullanılmıştır.

Bulgular: İlk aşamada makarnalık buğday tedarikçi seçimine yönelik ödeme koşullarının kolaylığı, gıda güvenliği, hijyen, kalite, ürün çeşitliliği, teslimat hızı, fiyat avantajı, firma imajı ve güvenilirliği olmak üzere 8 farklı kriter Bulanık SWARA yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Bu kriterler arasında kalite, en fazla ağırlığa sahip kriter olarak öne çıkmıştır. Daha sonraki aşamada karar verici uzmanların görüşleri doğrultusunda Yurtiçi 1 (T1), Yurtiçi 2 (T2), İthal 1 (T3) ve İthal 2 (T4) olarak ifade edilen 4 farklı tedarikçi belirlenmiş ve firma için en iyi tedarikçi seçimi Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri ile belirlenmiştir. Her iki yöntem sonucuna göre makarnalık buğday tedarikçileri T3, T1, T4 ve T2 şeklinde sıralanmıştır.

Özgünlük: Çalışma, makarna sanayinde makarnalık buğday tedarik eden işletmeler için Bulanık SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklandırması, ardından Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri ile tedarikçi değerlendirmesi yapması bakımından ilk ve özgün bir çalışma olma niteliğine sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık SWARA, Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Tedarikçi Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme.

JEL Kodları: Q11, Q12, C44.

Supplier Selection by Multi-Criteria Decision Making Methods in a Food Company: Pasta Industry Case

ABSTRACT

Purpose: The main objective of the study is to establish a set of criteria that are effective in the selection of suppliers supplying raw materials to an enterprise operating in the pasta industry and compatible with the sector, weighting them with multi-criteria decision making (MCDM) techniques and ranking among alternative suppliers.

Methodology: Fuzzy SWARA method was used for criteria weighting, followed by Fuzzy TOPSIS and Fuzzy VIKOR methods to rank the suppliers.

Findings: In the first stage, 8 different criteria for durum wheat supplier selection, namely ease of payment terms, food safety, hygiene, quality, product variety, delivery speed, price advantage, company image and reliability, were weighted by Fuzzy SWARA method. Among these criteria, quality stood out as the criterion with the highest weight. In the next stage, 4 different suppliers, namely Domestic 1 (T1), Domestic 2 (T2), Import 1 (T3) and Import 2 (T4), were determined in line with the opinions of decision-making experts and the best supplier selection for the company was determined by Fuzzy TOPSIS and Fuzzy VIKOR methods. According to the results of both methods, durum wheat suppliers are ranked as T3, T1, T4 and T2.

Originality: The study is the first and unique study in terms of criteria weighting with fuzzy SWARA method for the enterprises supplying durum wheat in the pasta industry, followed by supplier evaluation with Fuzzy TOPSIS and Fuzzy VIKOR methods.

Keywords: Fuzzy SWARA, Fuzzy TOPSIS, Fuzzy VIKOR, Supplier Selection, Multi-Criteria Decision Making.

JEL Codes: Q11, Q12, C44.

¹ Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara, Türkiye

² Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara, Türkiye

Sorumlu Yazar-Corresponding Author: Serkan Ulu, sulu1979@gmail.com

DOI: 10.51551/verimlilik.1602408

Araştırma Makalesi / Research Article | Geliş / Submitted: 16.12.2024 | Kabul / Accepted: 15.01.2025

Atıf/Cite: Ulu, S. ve Erden, F. (2025). "Bir Gıda İşletmesinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi: Makarna Sanayi Örneği", *Verimlilik Dergisi*, 59(2), 267-286.

1. GİRİŞ

Beslenme, insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için karşılanması gereken en temel ihtiyaçlardan birisidir. Gıda maddelerine yönelik ihtiyacın hayati öneme haiz olması yanında, ertelenemeyen bir yanı da bulunmaktadır. Bu nedenle de arzının kesintisiz olması bir zorunluluktur. Gıda maddelerinin bir diğer özelliği ise tedarik, üretim ve arz süreçlerinde kalite, hijyen, lojistik koşullar, teslimat süresi standartlarına uyulmasını da yine aynı derecede zorunlu kılmaktadır. Bu özellikler, gıda sanayini yapısal olarak diğer sektörlerden ayırmaktadır.

Türkiye’de halen tarım sektörü, gıda sanayinin itici gücü olma pozisyonunu sürdürmektedir. Tedarik zinciri yönetiminin temel unsurlarından birisi olan tedarikçi seçimi, tarım sektörü-gıda sanayi ilişkisi içerisinde hammadde temini bakımından değerlendirildiğinde çok önemli bir role sahip olup tedarik zinciri verimliliğini etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Ayrıca işletmelerin uzun vadeli hedeflerine ulaşmasında kritik bir rol üstlenmektedir.

Tedarikçi seçimi, tedarik edilecek hammadde, mamul veya yarı mamulün hangi tedarikçiden satın alınması gerektiğine karar verilmesi sürecidir. Bu süreçte doğru satın alma kararının verilmesiyle maliyetin düşürülmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması ve rekabette avantajlı duruma gelmesi hedeflenmektedir (Kalan, 2023).

Tedarikçi seçiminde kullanılan çok kriterli karar verme (ÇKKV) teknikleri, işletmelerin tedarikçileri daha sistematik ve analitik bir şekilde değerlendirmesine olanak tanır. Doğru tedarikçiyi seçmek, işletmenin üretim süreçlerinde aksamaların önüne geçer, kaliteyi artırır ve kaynak kullanımını optimize ederek verimliliği artırır. Geleneksel yöntemlerde tedarikçi seçimi çoğunlukla sezgisel ve tek boyutlu değerlendirmelerle yapılır. ÇKKV teknikleri ise karar sürecine nesnellik katarak, riskleri minimize ederek değerlendirme yapar, işletmelere minimum kaynakla maksimum fayda sağlayabilecek tedarikçiyi seçme imkânı tanır. Doğru tedarikçi seçimi daha düşük maliyet ile sağlanır ve maliyet-verimlilik dengesi sağlanır. Sonuç olarak tedarikçi seçim sürecinde ÇKKV tekniklerinin kullanılması ile işletmenin operasyonel, finansal ve stratejik verimliliği artar.

Bu çalışmanın amacı, makarna sanayinde bir işletmede hammadde (makarnalık buğday) temin eden tedarikçilerin seçiminde etkili olan ve sektörle uyumlu kriter setinin oluşturulması, ÇKKV teknikleri ile ağırlıklandırılması ve alternatif tedarikçiler arasından seçimin tamamlanmasıdır.

Literatürde gıda sektörü alt dallarında birçok çalışma olduğu halde makarna sektöründe ÇKKV kullanımına yönelik bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu çalışma, makarna sektöründe makarnalık buğday tedarik eden işletmeler için Bulanık SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklandırması, ardından Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri ile tedarikçi değerlendirme yapması bakımından ilk ve özgün bir çalışma olma niteliğine sahiptir.

Çalışmanın ikinci bölümünde yapılan literatür taraması ile daha önceki çalışmalarda kullanılan yöntemler ve elde edilen bulgular, üçüncü bölümünde çalışmada kullanılan yöntemler ile ilgili bilgiler, dördüncü bölümde gerçekleştirilen uygulamanın bulguları, beşinci bölümde ise genel değerlendirme, verimlilik uygulamalarına etkiler, çalışmanın kısıtları ve gelecek çalışmalara ilişkin öneriler hakkında bilgilere yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Tedarikçi seçim problemleri birden fazla kriteri içermesi nedeniyle çözümünde ÇKKV yöntemleri yoğun olarak kullanılmaktadır. Çalışmada gıda sektörü ile ilgili ulusal ve uluslararası makaleler incelenmiş ve Tablo’de özetlenmiştir. İncelenen makalelerde farklı ÇKKV yöntemleri kullanılmış olmakla birlikte ağırlıklı olarak bir ya da iki yöntemin kullanıldığı görülmektedir.

Azadnia ve diğerleri (2015) çalışmasında, sürdürülebilir tedarikçi seçimi ve çok dönemli çok ürünli parti büyüklüğü problemi ile birlikte sipariş tahsisi için kural tabanlı ağırlıklı bulanık yöntemi, Bulanık AHP’yi ve çok amaçlı matematiksel programlamayı entegre bir yaklaşım önermişlerdir.

Rezaei ve diğerleri (2016) çalışmasında ön seçim, seçim ve birleştirme olmak üzere üç aşamalı yenilikçi bir tedarikçi seçim metodolojisini önermiş, ön seçim için konjonktürel tarama yöntemi kullanılırken, seçim aşaması için yeni bir ÇKKV olan en iyi-en kötü yöntemi (BWM) yöntemi kullanılmıştır.

Çakır (2016) çalışmasında uygun ERP yazılımı seçimini bir ÇKKV problemi olarak ele almıştır. Çalışma, değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının FLPR aracılığıyla hesaplandığı ve alternatif ERP sistemlerinin sıralamasının Bulanık TOPSIS aracılığıyla elde edildiği bir ERP seçim çerçevesi önermektedir.

Tablo 1. Gıda sektöründe tedarikçi seçimi kapsamında yapılmış bazı ÇKKV çalışmaları

Yazar(lar)	Uygulama Alanı	Yöntem	Kriterler
Azadnia ve diğerleri (2015)	Et Üretimi	Bulanık AHP	Ekonomik, Çevresel, Sosyal
Rezaei ve diğerleri (2016)	Sofralık Yağ	Konjonktif Tarama Yöntemi, BWM	Teslimat Maliyeti, Teslimat Süresi, Rakipsiz Uzmanlıklar, Fiyat, Üretim Tesisleri ve Kapasitesi, Kalite, Sertifikasyona Uygunluk, Sürdürülebilir Performans
Çakır (2016)	Toptan Gıda Tedarik	Bulanık Dilsel Tercih İlişkileri, Bulanık TOPSIS	Satıcı Faktörleri, Sistem Faktörleri, Fiyat Faktörleri
Debnath ve diğerleri (2017)	Yemeklik Yağ	Gri DEMATEL, Gri MABAC	Sosyal Sorumluluk Stratejisi, Farklılaşma, Faydalar
Frej ve diğerleri (2017)	Gıda	FITRADEOFF	Fiyat, Navlun, Doğruluk, Çabukluk, Kalite, Teslimat Süresi, Esneklik
Lau ve diğerleri (2018)	Perakende	Bulanık AHP, TOPSIS, ELECTRE	Ürün, Kalite, Gıda Güvenliği, Fiyat, Teslimat, Hizmet Seviyesi, Ticari Durumu, Tedarikçi İlişkileri, Risk Faktörleri, Kurumsal Sosyal Sorumluluk
Banaeian ve diğerleri (2018)	Sofralık Yağ	Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık GRA	Hizmet Seviyesi, Kalite, Çevre Yönetim Sistemi
Tian ve diğerleri (2018)	Gıda İşleme	BWM, Sezgisel Bulanık TOPSIS	Finansal, Teslim ve Hizmet, Kalitatif, Çevre Yönetim Sistemi
Wang ve diğerleri (2018)	Gıda İşleme	Bulanık AHP, Yeşil Veri Zarflama Analizi	Finansal, Teslim ve Hizmet, Kalitatif, Çevre Yönetim Sistemi
Şekerci ve Yazıcıoğlu (2019)	Gıda	AHP	Kalite, Teslimat Süresi, Maliyet, Teknik Yeterlilik
Liu ve diğerleri (2019)	Et Üretimi	Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS	Çevresel, Ekonomik, Sosyal
Miranda-Ackerman ve diğerleri (2019)	Portakal Suyu Üretimi	Genetik Algoritma, TOPSIS	Çevresel, Operasyonel Maliyet
Nie ve diğerleri (2019)	Gıda İmalat	Sürekli Aralık Değerli Dilsel TODIM	Kalite Yönetimi, Hizmet Seviyesi, Yeşil Taşımacılık, Yeşil İmaj, Çevre Yönetim Sistemi
Başaran ve Çakır (2020)	Gıda	Bulanık TODIM	Esneklik, Ürün Kalitesi, Maliyet, Hizmet, Sipariş Karşılama Oranı (%)
Güler ve Saner (2020)	Süt sığırcılığı	AHP	Kalite, Fiyat, Esneklik, Alım Miktarı, Ödeme Süresi
Öztürk ve Paksoy (2020)	Gıda	DEMATEL, Kalite Fonksiyonu Yayılımı, Aralık-Tip 2 Bulanık AHP	Kalite Adaptasyonu, Fiyat, Enerji ve Doğal Kaynak Tüketimi, Teslimat Hızı, Yeniden Kullanım ve Geri Dönüşüm Oranı, Tersine Lojistik
Sarioğlu ve Arslan (2020)	Yiyecek-İçecek	MOORA	Bu çalışmada kriter seti oluşturulmamıştır.
Wang ve diğerleri (2020)	Gıda İşleme	Bulanık AHP, TOPSIS	Finansal, Teslim ve Hizmet, Kalitatif, Çevre Yönetim Sistemi
Akpınar (2021)	Gıda	Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR	Fiyat, Teslim Zamanı, Ödeme Opsiyonları, Kalite, Erişilebilirlik
Öztürk ve Tekin (2021)	Gıda	AHP, TOPSIS	Kalite, Maliyet, Teslimat, Tedarikçi Profili
Akın (2021)	Gıda	Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık Gri İlişkisel Analiz	Hizmet Düzeyi, Kalite, Fiyat, Çevre Yönetim Sistemleri
Deste ve diğerleri (2021)	Gıda	Bulanık TOPSIS	Kalite, Fiyat, Üretim Performansı, Hijyen, Mekanizasyon
Verdecho ve diğerleri (2021)	Tarımsal Gıda	Dengeli Skor Kartı, AHP	İş, Yapı, Etkileşim, Sürdürülebilirlik
Tirkolaee ve diğerleri (2021)	Gıda İmalat	AHP, Bulanık TOPSIS, Dayanıklı Hedef Programlama	Fiyat, Taşıma Maliyeti, Esneklik, Teknoloji, Kalite, Zamanında Teslimat, Arıza, Sipariş Karşılama, Yeşil Yeterlilikler, Çevre Yönetim Sistemi
Lizot ve diğerleri (2021)	Tarımsal Aile İşletmesi	Toplam Sahip Olma Maliyeti, MABAC	Ürün Fiyatı, İndirim, Verimlilik, Dayanıklılık, Taşımacılık, Fiyat Değişimi, Ürün Hataları, Hatalar, Ürün Kabulü, Fiyat Teklifi, Sözleşme, Teknik Destek

Tablo 1. (Devamı)

<i>Yazar(lar)</i>	<i>Uygulama Alanı</i>	<i>Yöntem</i>	<i>Kriterler</i>
Basaran ve Çakır (2021)	Süt ve Süt Ürünleri İmalat	Bulanık COPRAS	Kalite, Maliyet, Hizmet, Teslim, Teknik Durum, Tedarikçinin Genel İmajı
Fallahpour ve diğerleri (2021)	Gıda İşleme	Bulanık AHP, Bulanık MOORA	Operasyonel, Çevresel, Dijitalleşme
Arabsheybani ve Khasmeh (2021)	Baharat ve Aroma İmalat	Bulanık AHP, Bulanık MOORA	Sağlamlık, Esneklik, Yalınlık, Çeviklik
Khan ve Ali (2021)	Sektör Bilgisi Yok (Donmuş Gıda Üreticileri)	Yorumlayıcı Yapısal Modelleme, Bulanık VIKOR	Müşteri İhtiyaçları, Paydaşların Memnuniyeti, İş İstihdam Edilebilirliği, Sağlık ve Güvenlik, Toplum Üzerindeki Etkiler, Soğuk Hava Depolarının Yeşil Tasarımı, Yeşil Üretim/Paketleme, Yeşil Ulaşım, Çevre Yönetim Sistemi, Karbon Ayak İzi, Katma Değer, Yenilenebilir Kaynaklar ve Verimlilik, Fiyat, Teknoloji Sistemi, Zaman Fiyat, Kalite, Teslimat, Profil
Şahin (2022)	Süpermarket/süt ve süt ürünleri	AHP, MAIRCA	
Yazdani ve diğerleri (2022)	Şarap Üretimi	SWARA, LBWA, MARCOS-D	Bitki Ortamı, Kalite ve Uygunluk, Bağcılık Uygulamaları, Ekolojik Uygulamalar, Teslimat Esnekliği, Teklif Edilen Fiyat, Çevre Yönetim Sistemi ve Kirlilik Kontrolü, Sosyal Sorumluluk ve Tedarikçilerin Sürdürülebilirliği
Thanh ve Lan (2022)	Gıda İşleme	Üçlü Alt Çizgi, Bulanık AHP, CoCoSo	Ekonomik, Sosyal, Çevresel
Leong ve diğerleri (2022)	Gıda İmalat	GRA, BWM, TOPSIS	Kalite, Temin Süresi, Maliyet, Esneklik, Görünürlük, Duyarlılık, Finansal İstikrar
İkinci ve Tipi (2022)	Catering İşletmesi	AHP	Kriz Yönetimi, Kalite, Ödeme Vadesi, Güvenilirlik, Maliyet, Tecrübe, Yeşil Üretim
Kaplan ve diğerleri (2023)	Süt ve süt ürünleri	AHP, TOPSIS	Ürün Saklama Koşulları, Güvenlik, Katma Değerli Hizmetler, Depo özellikleri, Taşıma Hizmetleri
Kazançoğlu ve diğerleri (2023)	Gıda İmalat	BWM, PROMETHEE	Ekonomik, Çevresel, Sosyal
Erdem ve diğerleri (2023)	Süt ve Süt Ürünleri İmalat	Bulanık DEMATEL, Bulanık ANP, Bulanık TOPSIS	Maliyet, Kalite, Teknoloji, Teslimat Performansı, Tedarikçi İlişkileri, Firma İmajı
Wang ve Liao (2023)	Gıda İmalat	TOPSIS, MSGP	Yetkinlik, Hizmet Kalitesi, Yeşil Seviye, Koordinasyon Yeteneği, Finansal Risk
Magableh (2023)	Buğday Tedarik	Bulanık VIKOR	Kalite, Harcamalar, Teslimat, Kaynak, Esneklik, İletişim,
Dash ve diğerleri (2023)	Kakule Tedarik	Bulanık Mantık	İç Performans, Stratejik ve Operasyonel Koordinasyon, Müşteri Tatmini, Dış ve İç Destek
Mohammed ve diğerleri (2023)	Sivil Toplum Kuruluşu (Helal Et Komitesi)	Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS, TOPSIS	Geleneksel, Yeşil, Esnek
Hajiaghahi-Keshteli ve diğerleri (2023)	Gıda	Pythagorean Bulanık TOPSIS	Yasal Gereklilikler, Çevresel Gereklilikler, Maliyet, Kalite, Üretim, Eko-Tasarım, Teslimat, Yeşil İmaj, Kirlilik, Atık Üretimi ve Çevre Yönetim Sistemi
Sureeyatanapas ve Damapong (2024)	Online Yemek Dağıtım	Doğrudan Derecelendirme Yöntemi, Bulanık TOPSIS, Bulanık SAW	Pazarlama Kampanyaları, Kullanıcı Dostu Uygulama, Ödeme Seçeneklerinin Çeşitliliği, Hizmet Alanları, Müşteri Hizmetleri, Üyelik Ücreti ve Hizmet Bedeli, Kurumsal İmaj ve İtibar, Ticari Davranış Standartlarına Uyum, Tüketicilerin Sipariş Detaylarını Ayarlama Esnekliği, Takip Sistemi

Debnath ve diğerleri (2017) çalışmasında değerlendirme kriterleri sosyal, farklılaştırıcı ve faydalı kümeler halinde gruplandırmış ve kriter ağırlıklarını belirlemek için DEMATEL yöntemini kullanmıştır. MABAC yöntemi, stratejik proje portföylerini karar vericilerin toplu tercihlerine göre sıralamak için uygulanmıştır.

Frej ve diğerleri (2017) çalışmasında tedarikçi seçim problemini çözmek için ÇKKV modeli oluşturulması amaçlanmıştır. Tercih modellemesi, esnek ve etkileşimli ödünleşme yöntemi (FITradeoff) tarafından desteklenen telafi edici bir yaklaşımla gerçekleştirilmiştir.

Lau ve diğerleri (2018) çalışmada, birçok ÇKKV tekniğini birleştiren ve tedarikçi performansını analiz etmek ve potansiyel taze gıda tedarikçilerini önceliklendirmek için yenilikçi bir şekilde uygulanan yeni bir yaklaşım önermiştir. Bulanık AHP, TOPSIS ve ELECTRE ile değerlendirilen kriterler ve alt kriterler, hibrit bir tedarikçi seçim modelinin geliştirilmesi ve önerilen modelin uygulanabilirliğini test etmek için bir vaka çalışmasında kullanılmıştır.

Banaeian ve diğerleri (2018) çalışmada, üç popüler çok kriterli tedarikçi seçim yönteminin bulanık ortamdaki uygulamasını karşılaştırmıştır. Çalışmada bulanık küme teorisinin TOPSIS, VIKOR ve GRA yöntemlerine dahil edilmesi ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

Tian ve diğerleri (2018) çalışmada, yeşil tedarikçi seçimi problemlerini çözmek için BWM ile entegre edilmiş iyileştirilmiş bir TOPSIS geliştirmişlerdir. Kriter ağırlıklarını türetmek için BWM incelenmiş ve karar vericilerin farklı kriterler açısından ağırlıklarını elde etmek için geliştirilmiş TOPSIS yöntemi önerilmiştir.

Wang ve diğerleri (2018) çalışmasında, Vietnam'daki küçük ve orta ölçekli işletme (KOBİ) gıda işleme endüstrisinde yemeklik yağ üretimi için en iyi tedarikçiyi belirlemiştir. Çalışmanın temel amacı, tedarikçi seçimi için Bulanık AHP ve VZA'yı entegre eden yeni bir yaklaşım sunmak ve ayrıca belirsiz ortamlarda yemeklik yağ üretiminde yeşil sorunu dikkate almaktır.

Şekerci ve Yazıcıoğlu (2019) çalışmada ÇKKV yöntemleri ve tedarik zinciri yönetimi (TZY) ele alınmıştır. Uygulama İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin iştiraki olan bir firmada gerçekleştirilmiştir. Yapılan literatür araştırması ve uzman görüşmeleri sonucunda 4 ana kriter 16 alt kriter belirlenmiş ve AHP yönteminin kullanılmasıyla tedarikçi seçimi yapılmıştır.

Liu ve diğerleri (2019) çalışmada yeni bir Bulanık AHP-TOPSIS modeli önermiş ve bir tarımsal gıda değer zincirinde uygulamıştır. Kriter ağırlıklarını bulmak için Bulanık AHP kullanılmış ve performans hesaplaması Bulanık TOPSIS ile yapılmıştır.

Miranda-Ackerman ve diğerleri (2019) çalışmada, sosyal ve çevresel faydalar elde etmek için yaşam döngüsü değerlendirmesi, çevresel iş birlikleri ve sözleşmeli çiftçiliği entegre eden "green supplier selection problem" (GSSP) metodolojisinin bir uzantısı ortaya konmuştur. Çözüm seçimi adımı ÇKKV yaklaşımıyla bağlantılı genetik algoritmalara dayalı çok amaçlı bir optimizasyon stratejisi önerilmektedir.

Nie ve diğerleri (2019) çalışmada, çok kriterli grup karar verme problemlerini çözmek için klasik TODIM yöntemini, sürekli aralık değerli dilsel terim kümesi ile birleştirmiştir. Sürekli aralık değerli dilsel terim kümesinin bir uzaklık ölçüsü geliştirilmiş ve daha sonra bir kriter ağırlıklandırma yöntemi geliştirmek için uygulanmıştır.

Başaran ve Çakır (2020) çalışmada, tedarikçi seçim probleminin çözümüne ÇKKV metotları arasında yer alan Bulanık TODIM metodu ile ulaşmışlardır. Uygulama Konya'da helva imalatı yapan bir gıda firmasında yapılmıştır. Uygulama neticesinde Bulanık TODIM yönteminin tedarikçi seçimi dışında farklı ÇKKV problemleri için de kullanılabilecek hızlı ve kolay uygulanabilir bir metot olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Güler ve Saner (2020) çalışmada süt sığırcılığı yapan işletmeler için yem tedarikçi ve süt alıcı yönelimlerini belirlemiştir. İmalatçıların yem tedarikçi ve süt alıcı yönelimlerinin belirlenmesi sürecinde AHP metodundan faydalanılmıştır. İmalatçıların yem tedarikçi yönelimi kalite, fiyat, ödeme esnekliği ölçütleri dikkate alınarak analiz edilmiştir.

Öztürk ve Paksoy (2020) çalışmada müşteri gereksinimleri arasındaki ilişkileri değerlendirmek için DEMATEL metodunu kullanarak bir ilişki yapısı oluşturmuşlardır. Kalite fonksiyon yayılımı (QFD) merkezi bir ilişki matrisi oluşturmak amacıyla kullanılmıştır. Daha sonra, alternatif tedarikçileri önceliklendirmek ve sıralamak için Aralık Tip-2 Bulanık AHP uygulanmıştır.

Sarioğlu ve Arslan (2020) çalışmada amaç olarak yiyecek içecek firmalarında tedarikçi seçimine ilişkin kullanılan metotları ve özellikle MOORA metodu olarak bilinen yeni bir yaklaşımı incelemek, önceki çalışmaları gözden geçirmek ve MOORA metodunun yiyecek içecek firmalarında tedarikçi seçimi için uygulanabilirliğini değerlendirmişlerdir.

Wang ve diğerleri (2020) çalışmada bitkisel yağ üretimi için N-hekzan çözücü (C₆H₁₄) tedarikçisinin değerlendirme ve seçimi için bir ÇKKV modeli önermişlerdir. Daha sonra, tüm kriterlerin ağırlığını belirlemek için Bulanık AHP yöntemini en uygun hekzan çözücü tedarikçisini seçmek için de TOPSIS yöntemini uygulamışlardır.

Akpınar (2021) çalışmasında gıda sektöründeki bir işletmede tedarikçi seçimini incelemiştir. Değerlendirme sürecinde karar vericilerin daha esnek karar vermelerini mümkün kılan Bulanık TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir. Ayrıca TOPSIS yöntemi bulguları, VIKOR yöntemi bulguları ile kıyaslanmıştır.

Öztürk ve Tekin (2021) çalışmalarında Tokat ilinde gıda ürünleri üretimi yapan bir firmada en uygun hammadde tedarikçi seçim probleminin AHP ve TOPSIS yöntemlerinin entegre kullanılması ile çözme amaçlamışlardır.

Akın (2021) çalışmasında trapezoidal bulanık esnek kümeler yaklaşımını, YTS problemine uygulayarak çözüm aramıştır. İlk aşamada, alternatiflerin kriterler bakımından dilsel değerlendirmeleri trapezoidal sayılarla ifade edilmiştir. Daha sonraki aşamada, genelleştirilmiş trapezoidal bulanık esnek kümeler ile çözümlendiğinde sıralamada herhangi bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir.

Deste ve diğerleri (2021) çalışmada kuru kayısı sektöründe ihracatçı bir firmanın tedarikçi seçim problemini ele almışlardır. Bulanık ÇKKV tekniklerinden faydalanılarak belirsizliğin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi yapılmıştır.

Verdecho ve diğerleri (2021) çalışmada ÇKKV tekniklerini tedarikçi seçim sürecinde sürdürülebilirliği değerlendirmek için bir tarımsal gıda tedarik zincirine uygulamış olup, öncelikle tedarik zinciri sürdürülebilirlik ölçümleri için Balanced Scorecard'ı (BSC) geliştirmiş, kriterleri belirlemiş ve AHP yöntemiyle nihai ağırlıklandırma ve sıralama yapmıştır. Son aşamada ise duyarlılık analizi uygulanmıştır.

Tirkolae ve diğerleri (2021) çalışmada tedarikçileri değerlendirmek ve derecelendirmek için AHP ve Bulanık TOPSIS'e dayalı bir ÇKKV tekniği kullanmışlardır. Önerilen metodoloji, farklı belirsizlik seviyelerinde gerçekleştirilen bir duyarlılık analizi ile uygulanabilirliğini doğrulamaktır. Yöntem İran'daki bir yeşil hizmet gıda üretim şirketinden gerçek bir vaka çalışmasına uygulanmıştır.

Lizot ve diğerleri (2021) çalışmada, toplam sahip olma maliyeti (TCO) ile çok kriterli karar analizi (MCDA) kavramlarını entegre eden hem parasal hem de parasal olmayan nitelikleri içeren bir maliyet yönetimi modeli (CMM) sunmuştur. Model, üç ana girdinin (gübre, mantar ilacı ve soya fasulyesi) tedarikçi seçim sürecini desteklemek için Güney Brezilya'daki bir dizi tarım işletmesine uygulanmıştır.

Başaran ve Çakır (2021) çalışmada tedarikçi seçim süreçlerinde gıda güvenliği ve helal kriterlerinin kullanımını kolaylaştırmak ve Bulanık COPRAS yöntemini kullanarak gıda üreticilerinin seçim yapmalarına yardımcı olmayı amaçlamıştır. Sonuçlar, Bulanık COPRAS yönteminin sadece tedarikçi seçim süreçleri için değil, bir şirketin karşılaşılabileceği herhangi bir ÇKKV problemi için pratik bir yöntem sunabileceğini göstermiştir.

Fallahpour ve diğerleri (2021) çalışmada yeşil ve dijitalleştirilmiş kaynak kullanımı için yeni bir çerçeve geliştirmiştir. Çalışma kapsamında, bir tedarikçi özelliğinin diğerine göre önemine karar vermek için bulanık tercih programlama (FPP) ve tedarikçileri bulanık performans derecelendirmesine göre önceliklendirmek için MOORA kullanan hibrit bir karar verme yaklaşımı geliştirilmiştir.

Arabsheybani ve Khasmeh (2021) çalışmada çok dönemli, çok ürünlü bir tedarik zinciri ağı tasarımı esneklik ve belirsizliği eş zamanlı olarak dikkate alan sağlam, iki amaçlı, çok ürünlü bir matematiksel model geliştirmiştir. Birinci amaç fonksiyonu toplam kârı maksimize ederken, ikincisi toplam esneklik skorunu maksimize etmektedir. Amaç fonksiyonu için dört esneklik faktörü ağırlığını elde etmek için Bulanık AHP ve MOORA kullanılmıştır.

Khan ve Ali (2021) çalışmada sürdürülebilir soğuk zincir tedariki konusunu ele almıştır. Çalışmanın ilk aşamasında yorumlayıcı yapısal modelleme (ISM) yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında, Pakistan bağlamında soğuk zincir tedarikçilerinin seçimi yapılmıştır. Bu amaçla, sekiz tedarikçiyi on beş farklı kritere göre analiz etmek için ÇKKV tekniği olan bulanık VIKOR kullanılmıştır.

Şahin (2022) çalışmada Gümüşhane ilinde hizmet veren bir süpermarkette süt ve süt ürünlerini tedarik eden en iyi tedarikçinin seçimini incelemiştir. Kriterlerin ağırlıklandırması için AHP yöntemi kullanılmış ve en önemli ana kriterin kalite olduğu ortaya çıkmıştır. Daha sonraki aşamada 5 tedarikçi alternatifi arasından MAIRCA yönteminin uygulanması ile değerlendirme süreci tamamlanmıştır.

Yazdani ve diğerleri (2022) çalışmada gıda tedarik zinciri için iki aşamalı sürdürülebilir çok katmanlı bir tedarikçi seçim modeli ortaya konmuştur. İlk aşamada model, tedarikçi seçim kriterlerinin ağırlıklarını D-

sayıları ile birlikte SWARA ve LBWA'nın birleştirilmiş bir versiyonunu kullanarak tahmin etmektedir. İkinci aşamada, farklı kademe tedarikçilerin ön sıralamasını elde etmek için MARCOS-D yöntemi uygulanmaktadır. Ayrıca, modelin güvenilirliğini incelemek amacıyla çeşitli duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir.

Thanh ve Lan (2022) çalışmada tedarikçi seçimi için üçlü alt çizgi ölçütleri (TBLM), Bulanık AHP yöntemi ve birleşik uzlaşma çözümü (CoCoSo) algoritmasını kullanarak yeni bir bileşik model geliştirmeyi amaçlamıştır. Uygulama süreci, bir gıda işleme endüstrisinde Ksantan-gum tedarikçi seçimi için gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, gıda işleme endüstrisinde tedarikçi seçimi için önerilen entegre modelin model oluşturma, çözüm ve uygulama süreçleri sunulmuştur.

Leong ve diğerleri (2022) çalışmada dirençli tedarikçileri değerlendirmek için GRA-BWM-TOPSIS yöntemlerini önermiştir. Önerilen yöntem kullanılarak, kriter önem seviyeleri GRA kullanılarak elde edilmiş ve kriter ağırlıkları BWM kullanılarak bir tutarlılık testi ile birlikte hesaplanmıştır.

İkinci ve Tipi (2022) çalışmada ÇKKV yöntemlerinden biri olan AHP'yi kullanmıştır. Çalışmanın amacı, hazır yemek sektöründe en önemli tedarikçi seçim kriterlerini belirlemek ve en uygun tedarikçiyi seçmektir.

Kaplan ve diğerleri (2023) çalışmada bozulabilir gıda ürünleri arasında yer alan süt ve süt ürünlerinin saklanmasıyla yönelik depo seçimini incelemiştir. Ürünlerin tazelikliğini koruyarak müşteriye ulaşmasını sağlamak için depolara ilişkin gereken kriterler tespit edilmiştir. Belirlenen kriterler AHP yöntemiyle ağırlıklandırılmış, alternatifler TOPSIS yöntemi ile değerlendirilerek probleme çözüm getirilmiştir.

Kazançoğlu ve diğerleri (2023) çalışmada, sürdürülebilirlik standartlarının çok katmanlı tedarik zincirlerine yayılmasına yönelik kriter ağırlıkları BWM yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar, 'çevresel' kriterlerin gıda sektöründeki tedarik zinciri kademeleri için en önemli kriter olduğunu göstermektedir. Son aşamada, gıda şirketi için PROMETHEE yöntemi, her kademe için üç alternatif tedarikçiyi değerlendirmek için kullanılmıştır.

Erdem ve diğerleri (2023) çalışmada Bulanık DEMATEL, Bulanık ANP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin kombinasyonunu kullanmıştır. Yapılan analizler ve elde edilen bulgular sonucunda teknoloji, teslimat performansı ve kalite, etkinlik açısından en yüksek puanlara sahip kriterler olarak bulunmuştur.

Wang ve Liao (2023) çalışmada optimum "reverse logistics" (RLs) sağlayıcılarını seçmek için TOPSIS yöntemi ve çok segmentli hedef programlama (MSGP) modellerini birleştiren kapsamlı bir yaklaşım geliştirmeyi amaçlamıştır. Ana bulgu olarak, bir karar verirken birden fazla kriteri göz önünde bulundurmanın tek bir kriter kullanmaktan daha iyi sonuçlar ürettiği belirlenmiştir.

Magableh (2023) çalışmada, Ürdün'ün başlıca buğday tedarikçilerini belirlemek ve belirlenen kriterlere göre sıralamak için çeşitli tedarikçi seçim yaklaşımlarını incelemeyi amaçlamıştır. Ürdün'deki en iyi buğday tedarikçilerini değerlendirmek, seçmek ve sıralamak için Bulanık VIKOR yaklaşımı kullanılmıştır.

Dash ve diğerleri (2023) çalışmada çeşitli tedarik zinciri kalite parametrelerine dayalı olarak çeşitli büyük kakule tedarik zincirlerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Önerilen seçim stratejisi, kabul edilebilir en iyi tedarikçiyi belirlemek ve çeşitli tedarik zinciri parametrelerini sıralamaktır. Bu amaçla bulanık mantık yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlar, önerilen bulanık mantık yönteminin tedarikçi değerlendirmesi için bir karar verme aracı olarak çok uygun olduğunu ortaya koymuştur.

Mohammed ve diğerleri (2023) çalışmada gıda endüstrisindeki belirsiz talep ve maliyet ortamında G-dirençli çok katmanlı tedarikçi seçimi/sipariş tahsisi (SS/OA) problemini çözmek için bulanık çok amaçlı karma tamsayılı doğrusal programlama modeli (FMOMILPM) kullanan hibrit bir metodoloji önermişlerdir. Önerilen metodolojinin uygulanabilirliği, Birleşik Krallık helal gıda endüstrisindeki gerçek bir vaka çalışmasıyla doğrulanmıştır.

Hajiaghaei-Keshteli ve diğerleri (2023) çalışmada gıda işletmelerinin ambalajlama operasyonları için yeni bir yeşil tedarikçi seçimi (YTS) yaklaşımı sunulmasını amaçlamıştır. En iyi tedarikçiyi seçmek için ideal çözüme benzerlik ile sipariş tercihi için Pisagor Bulanık Tekniği (PF-TOPSIS) yöntemi kullanılmıştır. Son olarak, bir duyarlılık analizi yapılmış ve sonuçlar klasik TOPSIS yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

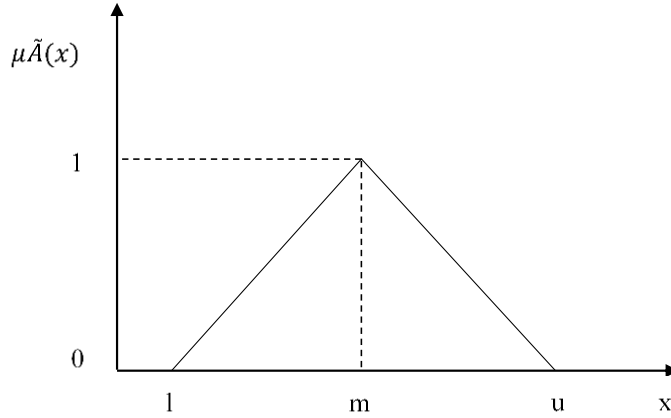
Sureeyatanapas ve Damapong (2023) çalışmada Tayland'daki bir grup restoran işletmecisinin bakış açılarına dayanarak, doğrudan derecelendirme yaklaşımında kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde bulanık mantığın kullanılmasını önermiştir. İdeal çözüme benzerliğe göre sipariş tercihi için Bulanık TOPSIS kullanılmıştır. Sonuçları karşılaştırmak için Bulanık SAW, iki sıralama tabanlı ağırlıklandırma yöntemi (sıralama toplamı ve sıralama merkezi) ve iki nesnel ağırlıklandırma yöntemi (entropi ve ortalama) kullanılmıştır.

3. YÖNTEM

Çalışmada yöntem olarak çok kriterli karar verme teknikleri (ÇKKV) kullanılmıştır. Makarna sektöründe makarnalık buğday temin eden tedarikçiler için daha önceki çalışmalarda Bulanık SWARA, Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemlerinin hibrit olarak kullanılmaması nedeniyle tercih edilmiştir. Ağırlıklandırma işlemi için uygulama kolaylığı ve gerçeğe yakın sonuçlar verebilme özelliklerinden dolayı Bulanık SWARA yöntemi kullanılmıştır. Tedarikçi sıralaması aşamasında ise halen güncel yöntemler arasında yer almaları, alternatifleri seçmek ve sıralamak amacıyla kullanılabilirliği, aynı anket verileri ile işlem yapabilmeleri ve ideal çözüme dayalı bir değerlendirme yaklaşımı sunmaları nedenlerinden ötürü Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemlerinin kullanılması tercih edilmiştir.

3.1. Bulanık Mantık

Zadeh (1965), insanın kesin olmayan bilgiyi anlama ve analiz etme yeteneğini incelemiş ve kesinlik içermeyen problemleri çözmek için insan düşüncesinin sayılarla değil dilsel ifadelerle daha etkili olduğu fikrine dayanarak bulanık küme teorisini önermiştir (Ecer 2007). Geleneksel küme teorisinde eğer bir eleman o kümeye aitse 1, ait değilse 0'a eşit sayılmıştır. Bulanık küme kavramında ise üyeler 0 ve 1 arasında değişen farklı değerler alabilmektedir. Bulanık sayılar içerisinde en fazla tercih edilen üçgen bulanık sayılardır. Üçgen üyelik fonksiyonu Şekil 1'de gösterilmiştir (Sumrit, 2020). Grafikte "l" başlangıç noktası, "m" tepe noktası ve "u" bitiş noktası olmak üzere üç parametre $[l, m, u]$ ile gösterilir.



Şekil 1. Üçgensel üyelik fonksiyonu

Buradan elde edilen üçgen üyelik fonksiyonu ise Eşitlik 1'de gösterilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-l}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x < l, x > u \end{cases} \quad (1)$$

3.2. Bulanık SWARA Yöntemi

SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis-Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi), Keršulienė ve diğerleri (2010) tarafından geliştirilen bir yöntemdir. ÇKKV problemlerindeki kriter ağırlıklarının belirlenmesi için kullanılmaktadır. Kriterlerin önem değerlerine ilişkin uzman görüşlerini tahmin edebildiğinden uzman odaklı yöntem şeklinde de bilinmektedir. Ayrıca yöntem karar vericiye önceliklerini seçme imkânı sunmaktadır. Uzmanlardan alınan bilgilerin bir araya getirilebilmesi, yöntemin önemli özelliklerindendir. Kriterlerin önemlerinin karar verici bazında bulanık değişkenler ile ifade edilmesi ile bulanık SWARA yöntemi uygulanmaktadır. Bulanık SWARA yöntemi karar verme sürecindeki karmaşıklıklar ve zorluklar nedeniyle kolaylık sağlamakta ve gerçeğe daha yakın sonuçlar elde etmeye imkân vermektedir. Bulanık SWARA yöntemi altı adımdan oluşmaktadır ve aşamaları aşağıda verilmiştir (Keršulienė ve diğerleri, 2010, Mavi ve diğerleri, 2017).

Bu çalışmada karar vericiler Tablo 2'de verilen dilsel değerlendirme skalasında (Chang 1996, Mavi ve diğerleri, 2017) verilen dilsel ölçütleri kullanmışlardır. Her bir karar verici dilsel değerlendirmesini tamamladıktan sonra bu değerlendirmeler Tablo 2'de verilen üçgen sayılara dönüştürülmektedir.

Tablo 2. Kriter ağırlıklandırmasında kullanılan dilsel değişkenler ve üçgen bulanık sayı değerleri

<i>Dilsel Değişken</i>	<i>Dilsel Değişken Kodu</i>	<i>Üçgen Bulanık Sayı</i>
Eşit önemlidir.	EÖ	(1, 1, 1)
Kısmen daha az önemlidir.	KDAÖ	(2/3, 1, 3/2)
Daha az önemlidir.	DAÖ	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok daha az önemlidir.	ÇDAÖ	(2/7, 1/3, 2/5)
Oldukça az önemlidir.	OAÖ	(2/9, 1/4, 2/7)

Bulanık SWARA'nın işlem adımları aşağıda sunulmuştur:

Adım 1: Uzmanlardan belirlenen “n” adet kriteri en önemli gördükleri kriterden başlayarak önem sırasına göre sıralamaları istenir.

Adım 2: Kriterlerin göreceli önem düzeylerini ($\tilde{s}_j$) belirlemek için uzmanlar j kriterini bir önce gelen ($j - 1$) kriter ile Tablo 2’de verilen dilsel değişkenleri kullanarak karşılaştırırlar. Bu işlem önem sırasında ikinci olan kriterden başlayarak tüm kriterler için yapılır. Böylece bulanık göreceli önem düzeyleri $\tilde{s}_j = (\tilde{s}_{jl}, \tilde{s}_{jm}, \tilde{s}_{ju})$ belirlenir.

Adım 3: Eşitlik 2’den yararlanılarak önem katsayısı ($\tilde{k}_j$) hesaplanır.

$$\tilde{k}_j = \begin{cases} \tilde{1}, & j = 1 \\ \tilde{s}_j + \tilde{1}, & j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

Adım 4: Eşitlik 3’ten yararlanılarak önem vektörü ($\tilde{q}_j$) hesaplanır.

$$\tilde{q}_j = \begin{cases} \tilde{1}, & j = 1 \\ \frac{\tilde{q}_{j-1}}{\tilde{k}_j}, & j > 1 \end{cases} \quad (3)$$

Adım 5: Son olarak bulanık kriter ağırlıkları ($\tilde{w}_j$) Eşitlik 4’ten yararlanılarak hesaplanır.

$$\tilde{w}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{k=1}^n \tilde{q}_k}, \quad \tilde{w}_j = (\tilde{w}_{jl}, \tilde{w}_{jm}, \tilde{w}_{ju}) \quad (4)$$

Adım 6: Karar vericilerin $\tilde{w}_j$ değerleri geometrik ortalamaları alınarak birleştirilmiş ve birleştirilen değerler aşağıdaki eşitlik kullanılarak durulaştırılmıştır (Mavi ve diğerleri, 2017).

$$w_j = \frac{(w_{ju} - w_{jl}) - (w_{jm} - w_{jl})}{3} + w_{jl} \quad (5)$$

3.3. Bulanık TOPSIS Yöntemi

Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen TOPSIS yöntemi, çok kriterli karar verme yöntemlerindendir. TOPSIS yöntemi seçilen alternatifin pozitif ideal çözüme en yakın olma ve negatif ideal çözüme en uzak olma esasına dayanmaktadır. TOPSIS yönteminde, performansın değerlendirilmesi ve kriterlere ilişkin önem ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında kesin sayılar kullanılır. Ancak insanların seçim kararını içeren düşünceler genellikle belirsizdir ve bunu kesin bir şekilde sayısal değer ile belirlemek zordur. İnsan düşüncelerinin ölçülmesinde sayısal değerlerin yetersizliğinden dolayı TOPSIS yönteminin bulanık sayılarla kullanılmasını sağlayan yöntemler geliştirilmiştir. Bulanık TOPSIS yöntemi, dilsel belirsizliğin var olduğu ve grup olarak karar alınmasını gerektiren problemler söz konusu olduğunda bu problemin çözümü için yani, insan düşüncelerinden kaynaklı belirsizliği ortadan kaldırmak için geliştirilmiş karar verme yöntemlerindendir (Chen, 2000). Çalışmanın tedarikçi seçimi aşamasında (Chen, 2000)’in dilsel değişkenlerin bulanık sayı karşılıkları tablosundan yola çıkılarak hazırlanan Tablo 3’teki üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır.

Tablo 3. Tedarikçi seçiminde kullanılan dilsel değişkenler ve üçgen bulanık sayı değerleri

<i>Dilsel Değişken</i>	<i>Dilsel Değişken Kodu</i>	<i>Üçgen Bulanık Sayı</i>
Çok zayıf	ÇZ	(1, 1, 3)
Zayıf	Z	(1, 3, 5)
Orta	O	(3, 5, 7)
İyi	İ	(5, 7, 9)
Çok iyi	Çİ	(7, 9, 9)

Bulanık TOPSIS'in işlem adımları aşağıda verilmiştir:

Adım 1: m sayıdaki alternatif, n sayıdaki kriter değerlerine göre Tablo'te gösterilen dilsel ifadelerin denk geldiği üçgen bulanık sayı değerlerini alırlar. Bu sayede Eşitlik 6 ile ifade edilen bulanık karar matrisi ($\tilde{D}$) oluşturulur.

$$(\tilde{D}) = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Buradaki x_{ij} , i. alternatifin j. kritere göre üçgen bulanık sayı değerini göstermektedir. Kesin sınırları olmayan bulanık sayılar, üçgen üyelik fonksiyonuna göre daha öncede bahsedildiği üzere l, m, u olarak tanımlanır. Bu durumda $x_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ bulanık sayılar ile ifade edilir.

Adım 2: Karar kriterlerinin önem ağırlıkları ve kriterler bazında alternatiflerin dereceleri geometrik ortalama yöntemi kullanılarak her biri için tek bir değerlendirme olacak şekilde birleştirilir ve bütünleştirilmiş değerler elde edilir.

Adım 3: Değerlendirilen kriterin fayda veya maliyet kriteri olması durumuna göre iki eşitlikten birisi kullanılır. B fayda kriterleri kümesini C ise maliyet kriterleri kümesini göstermek üzere normalize edilmiş karar matrisi aşağıda verilen formüller kullanılarak hesaplanır. Bulanık karar matrisi oluşturulurken kullanılan dilsel ifadeler sayesinde tüm kriterler fayda fonksiyonu olarak düzenlendiğinden, tek denklem normalize işlemi için yeterli olmuştur.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{u_j^*}, \frac{m_{ij}}{u_j^*}, \frac{u_{ij}}{u_j^*} \right), j \in B \quad u_j^* = \max_i u_{ij} \quad (7)$$

veya

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_j^-}{u_{ij}}, \frac{l_j^-}{m_{ij}}, \frac{l_j^-}{u_{ij}} \right), j \in C \quad l_j^- = \min_i l_{ij} \quad (8)$$

Oluşturulan bulanık karar matrisi Eşitlik 7 veya Eşitlik 8'de yer alan ifade ile normalize edilmiş bulanık karar matrisi ($\tilde{R}$) oluşturulur (Eşitlik 9).

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (9)$$

Adım 4: Normalize edilmiş bulanık karar matrisi bulanık SWARA yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi ($\tilde{V}$) oluşturulur (Eşitlik 10 ve Eşitlik 11).

$$\tilde{V}_{ij} = \tilde{x}_{ij} \times \tilde{w}_j \quad (10)$$

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad (11)$$

Adım 5: Ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra A^+ ile gösterilen pozitif ideal, A^- ile gösterilen negatif ideal çözümler tanımlanır (Eşitlik 12 ve Eşitlik 13).

$$A^+ = \{\tilde{V}_1^*, \tilde{V}_2^*, \dots, \tilde{V}_n^*\} \quad (12)$$

$$= (\max_i \tilde{V}_{i1}, \max_i \tilde{V}_{i2}, \max_i \tilde{V}_{i3} \dots, \max_i \tilde{V}_{in})$$

$$A^- = \{\tilde{V}_1^-, \tilde{V}_2^-, \dots, \tilde{V}_n^-\} \quad (13)$$

$$= (\min_i \tilde{V}_{i1}, \min_i \tilde{V}_{i2}, \min_i \tilde{V}_{i3} \dots, \min_i \tilde{V}_{in})$$

Adım 6: İki üçgensel bulanık sayı $\tilde{x} = (l_x, m_x, u_x)$ ve $\tilde{z} = (l_z, m_z, u_z)$ olmak üzere, bu sayılar arasındaki uzaklıklar hesaplanırken Eşitlik 14'te yer alan formül kullanılır.

Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıkları, Eşitlik 15 ve Eşitlik 16 kullanılarak hesaplanır.

$$d(\tilde{x}, \tilde{z}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_x - l_z)^2 + (m_x - m_z)^2 + (u_x - u_z)^2]} \quad (14)$$

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (15)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (16)$$

Adım 7: Her bir alternatif için yakınlık katsayısı (CC_i) değeri Eşitlik 17'deki formüle göre hesaplanır.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (17)$$

Adım 8: Alternatifler yakınlık katsayısı değerlerine göre büyükten küçüğe sıralanır. En büyük yakınlık katsayısına sahip alternatifin pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak alternatif olduğu kabul edilerek seçim gerçekleştirilir. En yüksek değere sahip alternatif, en iyi alternatif olarak seçilir.

3.4. Bulanık VIKOR Yöntemi

VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje- Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm) yöntemi, birbiri ile çelişki içinde bulunan kriterler altında alternatifleri sıralayarak, içlerinden en uygun alternatifin seçimi prensibine dayalı bir yöntemdir (Opricovic, 2004). Yöntemin amacı, her alternatif için indeks değeri bulup, daha sonra bu değerleri sıralayarak uzlaştırmacı çözüm bulmaktır. VIKOR yöntemi tek başına bir karar problemini çözme konusunda yetersiz kalabilir. Özellikle karar kriterleri çok sayıdaysa bu kompleks bir probleme dönüşmüş olur. Doğru ve objektif bir sonuç alabilmek için yöntem bulanık mantık ile bulanıklaştırılır. Yöntemde dilsel değişkenler dikkate alınarak uzlaşık bir çözüme gidilir (Chen ve Wang, 2009). Çalışmanın Bulanık VIKOR yöntemi ile tedarikçi seçimi aşamasında Tablo'de yer alan dilsel değişkenler ve üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır.

Bulanık VIKOR'un işlem adımları aşağıdaki verilmiştir. Bulanık VIKOR'un ilk iki adımı bulanık TOPSIS ile aynı olduğundan ilk iki adıma tekrar yer verilmemiştir.

Adım 1: Bu adımda en iyi bulanık ve en kötü bulanık değerler belirlenir. Bulanık en iyi değer $\tilde{f}_j^*$ ve bulanık en kötü değer $\tilde{f}_j^-$ ile gösterilir. Kriterin özelliğine göre iki farklı hesaplama yapılır. Eğer j . kriter fayda özelliğine sahip kriter ise $\tilde{f}_j^*$ ve $\tilde{f}_j^-$ değerleri Eşitlik 18'deki gibi hesaplanır.

$$\tilde{f}_j^* = \max_i \tilde{x}_{ij}, \quad \tilde{f}_j^- = \min_i \tilde{x}_{ij} \quad (18)$$

Eğer j . kriter maliyet özelliğine sahip bir kriter ise $\tilde{f}_j^*$ ve $\tilde{f}_j^-$ değerleri Eşitlik 19 kullanılarak hesaplanır.

$$\tilde{f}_j^* = \min_i \tilde{x}_{ij}, \quad \tilde{f}_j^- = \max_i \tilde{x}_{ij}, \quad (19)$$

Adım 2: Bu adımda $\tilde{S}_i$ ve $\tilde{R}_i$ değerleri hesaplanır. $\tilde{S}_i$ bütün kriterlere göre i . alternatifin en iyi bulanık değere olan uzaklığının toplamıdır (Eşitlik 20). $\tilde{R}_i$ ise j . kritere göre i . alternatifin en kötü bulanık değerlere olan maksimum uzaklığıdır (Eşitlik 21).

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^k [\tilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)] \quad (20)$$

$$\tilde{R}_i = \max_j [\tilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)] \quad (21)$$

Adım 3: Bu adımda $\tilde{S}^*$, $\tilde{S}^-$, $\tilde{R}^*$, $\tilde{R}^-$ hesaplanır. Burada $\tilde{S}^*$ maksimum grup faydasını, $\tilde{R}^*$ karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığını ifade etmektedir (Eşitlik 22 ve 23).

$$\tilde{S}^* = \min_i \tilde{S}_i, \quad \tilde{S}^- = \max_i \tilde{S}_i \quad (22)$$

$$\tilde{R}^* = \min_i \tilde{R}_i, \quad \tilde{R}^- = \max_i \tilde{R}_i \quad (23)$$

Adım 4: Grup faydası ile bireysel pişmanlığı birlikte değerlendiren $\tilde{Q}_i$ değeri Eşitlik 24 ile hesaplanmaktadır. v değeri grup faydasının önem derecesini, $(1 - v)$ değeri bireysel pişmanlığın önem derecesini göstermektedir. Uzlaşmacı çoğunluk için $v \approx 0.5$ alınabilir (Opricovic, 2011).

$$\tilde{Q}_i = v (\tilde{S}_i - \tilde{S}^*) / (\tilde{S}^- - \tilde{S}^*) + (1 - v) (\tilde{R}_i - \tilde{R}^*) / (\tilde{R}^- - \tilde{R}^*) \quad (24)$$

Adım 5: Bu adımda $\tilde{Q}_i$ değerlerinin doğru sonuç vermesi için durulaştırma işlemi uygulanır ve Q_i indeksi bulunur (Eşitlik 25). Bu çalışmada durulaştırma yöntemi olarak BNP (Best Nonfuzzy Performance Value) tercih edilmiştir (Hsieh ve diğerleri, 2004).

$$BNP_i = [(u_i - l_i) + (m_i - l_i)] / 3 + l_i, \quad \forall_i \quad (25)$$

Adım 6: Bu adımda Q_i indeksine göre alternatifler sıralanır ve en küçük değere sahip alternatif en uygun olarak seçilir. Daha sonra, belirlenen en iyi alternatifin uzlaştırmacı çözüm olup olmadığını tespit etmek için iki koşulun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir.

1. Koşul - Kabul edilebilir avantaj: En iyi alternatifin takipçisine göre belirgin bir şekilde avantajlı olması gerektiğini belirten koşuldur (Eşitlik 26).

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (26)$$

Burada (a') değeri birinci en iyi alternatifi, (a'') değeri ikinci en iyi alternatifi Q değerini, m değeri alternatif sayısını göstermektedir (Eşitlik 27).

$$DQ = 1/(m - 1), \text{ (eğer } m \leq 4 \text{ ise } DQ = 0,25) \quad (27)$$

2. Koşul - Kabul edilebilir istikrar: En iyi Q değerine sahip (a') alternatifi S ve R değerlerinin en az bir tanesinde en iyi skoru elde etmiş olması gerektiğini belirten koşuldur.

Eğer $Q(a^m) - Q(a') \leq DQ$ ise ve 1. koşul yerine gelmiyorsa (a^m) ve (a') ise uzlaştırmacı çözümlerdir. Uzlaştırmacı çözümler ($a', a'' \dots a^m$) benzer olduklarından (a') karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip değildir. Eğer 2. koşul sağlanamıyorsa, (a') karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahibi olsa da belli bir istikrara sahip değildir. Bundan dolayı (a') ve (a'') uzlaştırmacı çözümü aynıdır.

Adım 7: Q_i değeri minimum olan en iyi alternatifi seçimi yapılır.

4. UYGULAMA

Çalışma kapsamında makarna üretimi yapan bir işletmenin temel girdisi olan makarnalık buğday tedarikçi seçim problemi ele alınmış, tedarikçi seçimi sürecinde kullanılması uygun olan kriterler belirlenerek çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözümlenebilecek bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

4.1. Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Karar verici uzman ekip, uygulama çalışmasının yapıldığı işletmede 8 yıldır görev yapmakta olan üretim müdürü, 10 yıldır görev yapmakta olan tedarik/satın alma müdürü ve 13 yıldır görev yapmakta olan finans/muhasebe müdürü olarak belirlenmiştir. Karar verici uzmanların görüşleri doğrultusunda Yurtiçi 1 (T1), Yurtiçi 2 (T2), İthal 1 (T3) ve İthal 2 (T4) olarak ifade edilen 4 farklı tedarikçi belirlenmiştir.

Kriterlerin belirlenmesi süreci, tedarikçi seçimi ile ilgili literatürün incelemesi ile başlanmış uygulama yapılan firma yetkilileri ile görüşme sonrasında kriterler nihai hale getirilmiştir. Firmada ilgili uzmanlar ile yapılan görüşme sonrasında nihai hale getirilen kriterler aşağıdaki **Tablo 4**'te yer almaktadır.

Tablo 4. Nihai hale getirilen kriterler

Kriter	Referanslar
Ödeme Koşullarının Kolaylığı	Akpınar (2021)
Gıda Güvenliği	Lau ve diğerleri (2018)
Hijyen	Deste ve diğerleri (2021)
Kalite	Başaran ve Çakır (2020)
Ürün Çeşitliliği	Doğan (2022)
Teslimat Hızı	Şekerci ve Yazıcıoğlu (2019)
Fiyat Avantajı	Lizot ve diğerleri (2021)
Firma İmajı ve Güvenilirliği	Erdem ve diğerleri (2023)

Uzmanlardan Tablo 4'te belirlenen kriterleri en önemli gördükleri kriterden başlayarak önem sırasına göre sıralamaları istenmiş ve sonuçlar Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Karar vericilerin kriterlere ilişkin önem sıralaması

Kriter No	Kriterler	KV1	KV2	KV3
K1	Ödeme Koşullarının Kolaylığı	3	8	7
K2	Gıda Güvenliği	8	1	2
K3	Hijyen	7	2	4
K4	Kalite	1	3	1
K5	Ürün Çeşitliliği	6	4	6
K6	Teslimat Hızı	4	5	5
K7	Fiyat Avantajı	2	6	3
K8	Firma İmajı ve Güvenilirliği	5	7	8

Tablo 2'de yer alan dilsel değişkenler kullanılarak Bulanık SWARA yöntemine ilişkin tüm işlem adımları tamamlandıktan sonra Tablo 6'da yer alan sonuçlara ulaşılmıştır. Bulanık SWARA yönteminden çıkan sonuçlara göre kriterlerin ağırlıkları K4 (kalite), K2 (gıda güvenliği), K7 (fiyat avantajı), K3 (hijyen), K6 (teslimat hızı), K5 (ürün çeşitliliği), K1 (ödeme koşullarının kolaylığı), K8 (firma imajı ve güvenilirliği) olarak sıralanmıştır.

Tablo 6. Durulaştırılmış kriter ağırlık değerleri

Kriterler	Karar Verici 1 (KV1)			Karar Verici 2 (KV2)			Karar Verici 3 (KV3)			Ortalama			Gerçek Değerler	Sıra
K1	0,11	0,11	0,12	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,04	0,03	0,02	0,03	7
K2	0,03	0,02	0,01	0,44	0,45	0,47	0,22	0,23	0,24	0,13	0,13	0,12	0,13	2
K3	0,03	0,03	0,02	0,22	0,23	0,24	0,08	0,06	0,04	0,08	0,07	0,05	0,07	4
K4	0,44	0,45	0,47	0,16	0,15	0,14	0,44	0,45	0,47	0,31	0,31	0,32	0,31	1
K5	0,04	0,04	0,03	0,11	0,1	0,08	0,05	0,03	0,02	0,06	0,05	0,04	0,05	6
K6	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07	0,05	0,06	0,04	0,02	0,07	0,06	0,04	0,06	5
K7	0,22	0,23	0,24	0,05	0,03	0,02	0,13	0,11	0,09	0,11	0,09	0,08	0,09	3
K8	0,06	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0	0,03	0,02	0,01	0,02	9

4.2. Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi

Tablo 3'te yer alan dilsel ifadelerin denk geldiği üçgen bulanık sayı değerleri kullanılarak karar vericiler tarafından yapılan dilsel değerlendirmeler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Karar vericiler tarafından yapılan dilsel değerlendirmeler

Karar Vericiler	Tedarikçiler	Kriterler							
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Karar Verici 1 (KV1)	T1	İ	O	O	İ	İ	İ	Çİ	Çİ
	T2	İ	O	O	O	İ	O	İ	O
	T3	O	Çİ	İ	Çİ	İ	O	İ	Çİ
	T4	O	Çİ	İ	İ	İ	O	O	Çİ
Karar Verici 2 (KV2)	T1	Çİ	O	O	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
	T2	İ	O	O	O	İ	İ	Ç	O
	T3	Çİ	İ	İ	Çİ	Çİ	O	İ	Çİ
	T4	İ	Çİ	İ	İ	O	O	O	O
Karar Verici 3 (KV3)	T1	Çİ	Çİ	İ	Çİ	İ	Çİ	İ	Çİ
	T2	İ	O	Çİ	O	O	İ	O	O
	T3	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ	İ	O	Çİ	Çİ
	T4	O	İ	İ	İ	İ	İ	İ	O

Geometrik ortalama yöntemi kullanılarak elde edilen bütünleştirilmiş bulanık değerler Tablo 8'de sunulmuştur. Tablo 9'da normalize edilmiş bulanık karar matrisi ($\tilde{R}$) verilmiştir. Bulanık SWARA yöntemi ile bulunan ağırlıklar kullanılarak, ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisine ($\tilde{V}$) ulaşılmış, ardından A^+ ile gösterilen pozitif ideal, A^- ile gösterilen negatif ideal çözümler tanımlanmıştır (Tablo 10). Her bir alternatifi pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzakları ise Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 8. Bulanık karar matrisi

Tedarikçiler	Kriterler											
	K1			K2			K3			K4		
T1	6,26	8,28	9,00	3,98	6,08	7,61	3,56	5,59	7,61	6,26	8,28	9,00
T2	5,00	7,00	9,00	3,00	5,00	7,00	3,98	6,08	7,61	3,00	5,00	7,00
T3	5,28	7,40	8,28	6,26	8,28	9,00	5,59	7,61	9,00	7,00	9,00	9,00
T4	3,56	5,59	7,61	6,26	8,28	9,00	5,00	7,00	9,00	5,00	7,00	9,00
Tedarikçiler	K5			K6			K7			K8		
T1	5,59	7,61	9,00	6,26	8,28	9,00	6,26	8,28	9,00	7,00	9,00	9,00
T2	4,22	6,26	8,28	5,00	7,00	9,00	4,72	6,80	8,28	3,00	5,00	7,00
T3	5,59	7,61	9,00	3,00	5,00	7,00	5,59	7,61	9,00	7,00	9,00	9,00
T4	4,22	6,26	8,28	3,56	5,59	7,61	3,56	5,59	7,61	3,98	6,08	7,61

Tablo 9. Normalize bulanık karar matrisi

	K1				K2				K3				K4			
Ağırlık Değerleri	0,04	0,03	0,02	0,13	0,13	0,12	0,08	0,07	0,05	0,31	0,31	0,32				
T1	0,70	0,92	1,00	0,44	0,68	0,85	0,40	0,62	0,85	0,70	0,92	1,00				
T2	0,56	0,78	1,00	0,33	0,56	0,78	0,44	0,68	0,85	0,33	0,56	0,78				
T3	0,64	0,89	1,00	0,70	0,92	1,00	0,62	0,85	1,00	0,78	1,00	1,00				
T4	0,47	0,73	1,00	0,70	0,92	1,00	0,56	0,78	1,00	0,56	0,78	1,00				
	K5				K6				K7				K8			
Ağırlık Değerleri	0,06	0,05	0,04	0,07	0,06	0,04	0,11	0,09	0,08	0,03	0,02	0,01				
T1	0,62	0,85	1,00	0,70	0,92	1,00	0,70	0,92	1,00	0,78	1,00	1,00				
T2	0,47	0,70	0,92	0,56	0,78	1,00	0,52	0,76	0,92	0,33	0,56	0,78				
T3	0,62	0,85	1,00	0,39	0,66	0,92	0,62	0,85	1,00	0,78	1,00	1,00				
T4	0,51	0,76	1,00	0,47	0,73	1,00	0,47	0,73	1,00	0,52	0,80	1,00				

Tablo 10. Ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi

	K1				K2				K3				K4			
T1	0,03	0,02	0,02	0,06	0,09	0,10	0,03	0,04	0,05	0,22	0,29	0,32				
T2	0,02	0,02	0,02	0,04	0,07	0,09	0,04	0,05	0,05	0,10	0,17	0,25				
T3	0,02	0,02	0,02	0,09	0,12	0,12	0,05	0,06	0,05	0,24	0,31	0,32				
T4	0,02	0,02	0,02	0,09	0,12	0,12	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,32				
$A^*(max)$	0,03	0,02	0,02	0,09	0,12	0,12	0,05	0,06	0,05	0,24	0,31	0,32				
$A^-(min)$	0,02	0,02	0,02	0,04	0,07	0,09	0,03	0,04	0,05	0,10	0,17	0,25				
	K5				K6				K7				K8			
T1	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,08	0,09	0,08	0,02	0,02	0,01				
T2	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,06	0,07	0,07	0,01	0,01	0,01				
T3	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,07	0,08	0,08	0,02	0,02	0,01				
T4	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07	0,08	0,02	0,02	0,01				
$A^*(max)$	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,08	0,09	0,08	0,02	0,02	0,01				
$A^-(min)$	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07	0,07	0,01	0,01	0,01				

Tablo 11. Alternatiflerin bulanık pozitif ve bulanık negatif ideal çözümlere uzaklıkları

Tedarikçiler	Kriterler								d_i^*
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	
T1	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
T2	0,00	0,04	0,01	0,12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,22
T3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,02
T4	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01	0,02	0,00	0,10
Tedarikçiler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	
T1	0,01	0,01	0,00	0,10	0,01	0,02	0,02	0,01	0,17
T2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02
T3	0,00	0,04	0,01	0,12	0,01	0,00	0,01	0,01	0,21
T4	0,00	0,04	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14

Son adımda en yüksek yakınlık katsayı değerine sahip alternatif, en iyi alternatif olarak seçilmiş ve Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. Tedarikçilerin yakınlık katsayı değerleri ve sıralaması

Tedarikçiler	CC_i	Sıra
T1	0,72	2
T2	0,07	4
T3	0,90	1
T4	0,56	3

Bulanık TOPSIS yöntemi ile yapılan değerlendirmeye göre tedarikçiler T3, T1, T4 ve T2 olarak sıralanmıştır.

4.3. Bulanık VIKOR Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi

İlk adımda bulanık karar matrisi oluşturulmuş ve Tablo13'te sunulmuştur.

Tablo 13. Bulanık karar matrisi

	K1			K2			K3			K4		
T1	6,26	8,28	9,00	3,98	6,08	7,61	3,56	5,59	7,61	6,26	8,28	9,00
T2	5,00	7,00	9,00	3,00	5,00	7,00	3,98	6,08	7,61	3,00	5,00	7,00
T3	5,28	7,40	8,28	6,26	8,28	9,00	5,59	7,61	9,00	7,00	9,00	9,00
T4	3,56	5,59	7,61	6,26	8,28	9,00	5,00	7,00	9,00	5,00	7,00	9,00
$\tilde{f}_j^*$	6,26	8,28	9,00	6,26	8,28	9,00	5,59	7,61	9,00	7,00	9,00	9,00
f_j^-	3,56	5,59	7,61	3,00	5,00	7,00	3,56	5,59	7,61	3,00	5,00	7,00
	K5			K6			K7			K8		
T1	5,59	7,61	9,00	6,26	8,28	9,00	6,26	8,28	9,00	7,00	9,00	9,00
T2	4,22	6,26	8,28	5,00	7,00	9,00	4,72	6,80	8,28	3,00	5,00	7,00
T3	5,59	7,61	9,00	3,00	5,00	7,00	5,59	7,61	9,00	7,00	9,00	9,00
T4	4,22	6,26	8,28	3,56	5,59	7,61	3,56	5,59	7,61	3,98	6,08	7,61
$\tilde{f}_j^*$	5,59	7,61	9,00	6,26	8,28	9,00	6,26	8,28	9,00	7,00	9,00	9,00
f_j^-	4,22	6,26	8,28	3,00	5,00	7,00	3,56	5,59	7,61	3,00	5,00	7,00

İkinci adımda hesaplanan $\tilde{S}_i$ ve $\tilde{R}_i$ değerleri Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. $\tilde{S}_i$ ve $\tilde{R}_i$ değerleri

Tedarikçiler	$\tilde{S}_i$			$\tilde{R}_i$		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
T1	0,23	0,21	0,13	0,09	0,09	0,08
T2	0,71	0,65	0,57	0,31	0,31	0,32
T3	0,11	0,09	0,05	0,07	0,06	0,04
T4	0,47	0,41	0,17	0,16	0,16	0,08

Bu adımda $\tilde{S}^*$, $\tilde{S}^-$, $\tilde{R}^*$, $\tilde{R}^-$ parametreleri hesaplanmış ve Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15. $\tilde{S}^*$, $\tilde{S}^-$, $\tilde{R}^*$ ve $\tilde{R}^-$ değerleri

Parametreler	Bulanık üyelik fonksiyonu
$\tilde{S}^*$	(0,11, 0,09, 0,05)
$\tilde{S}^-$	(0,71, 0,65, 0,57)
$\tilde{R}^*$	(0,07, 0,06, 0,04)
$\tilde{R}^-$	(0,31, 0,31, 0,32)

Bu adımda $\tilde{Q}_i$ değerleri hesaplanmış ve Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. $\tilde{Q}_i$ değerleri

Tedarikçiler	Bulanık üyelik fonksiyonu
T1	(0,15, 0,16, 0,15)
T2	(1,00, 1,00, 1,00)
T3	(0,00, 0,00, 0,00)
T4	(0,48, 0,48, 0,17)

Bu adımda durulaştırma işlemi sonucu Q_i indeksi bulunmuş ve Tablo 17'de sunulmuştur.

Tablo 17. Durulaştırılmış S_i , R_i , Q_i değerleri

Tedarikçiler	S_i	R_i	Q_i
T1	0,19	0,09	0,15
T2	0,64	0,31	1,00
T3	0,08	0,06	0,00
T4	0,35	0,13	0,17

Son adımda Q_i indeksine göre alternatifler sıralanır ve en küçük değere sahip alternatif en uygun olarak seçilmiştir. Daha sonra, belirlenen en iyi alternatifin uzlaştırıcı çözüm olup olmadığını tespit etmek için iki koşulun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiş ve Tablo 18'de sunulmuştur.

Yapılan değerlendirmede görüldüğü üzere T3 alternatifi kabul edilir avantaj ve kabul edilir istikrar koşullarını sağlamaktadır. Dolayısıyla T3 alternatifi en iyi sonucu veren uzlaşık çözümdür.

Tablo 18. S_i , R_i , Q_i değerleri değerlerine göre tedarikçilerin sıralanması

<i>Tedarikçiler</i>	S_i	<i>Sıra</i>	R_i	<i>Sıra</i>	Q_i	<i>Sıra</i>	<i>Nihai Sıra</i>
T1	0,19	2	0,09	2	0,15	2	2
T2	0,64	4	0,31	4	1,00	4	4
T3	0,08	1	0,06	1	0,00	1	1
T4	0,35	3	0,13	3	0,17	3	3

5. SONUÇ

Tedarikçi seçimi işletmelerin sürdürülebilir rekabet avantajı elde edebilmesi ve operasyonel verimliliğini artırabilmesi için kritik karar süreçlerinin başında gelmektedir. Genel olarak tedarikçi seçim süreci, kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlarken, doğru tedarikçi seçimi ile maliyetlerin düşürülmesi, kalite standartlarının korunması ve süreçlerin optimize edilmesi hedeflenir. Verimlilik odaklı bir tedarikçi seçim süreci hem maliyet avantajı sunar hem de zamanında teslimat, yüksek kalite ve sürdürülebilirlik gibi kriterleri karşılayarak işletmenin genel performansını artırır.

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri verimlilik analizinde ve iyileştirilmesinde kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır. Karmaşık ve çok boyutlu karar süreçlerinde, birden fazla kriterin dikkate alınarak en uygun seçeneğin belirlenmesine olanak sağlayan ÇKKV yöntemleri bu çalışma kapsamında kullanılmıştır. Ayrıca Bulanık ÇKKV yöntemleri, klasik ÇKKV yöntemlerinin kesin verilere dayalı yapısına karşın, belirsizlik ve subjektif değerlendirmeleri de dikkate alabilen esnek bir yaklaşım sunması nedeniyle bu çalışmada özellikle tercih edilmiştir.

Literatürde benzer çalışmalara bakıldığında; Güler ve Saner (2020) üreticilerin yem tedarikçisinde en fazla yem kalitesine önem verdiklerini, Öztürk ve Tekin (2021) çalışmasında gıda ürünleri imalatı sektöründe faaliyet gösteren bir firmada en uygun hammadde tedarikçi seçiminde kalitenin en önemli kriter olarak öne çıktığını, Leong ve diğerleri (2022) çalışmasında maliyet kriterini en yüksek ağırlığa sahip kriter olduğunu, Hajiaghahi-Keshteli ve diğerleri (2023) çalışmasında ise gıda sanayinde hizmet kriterinin en çok kullanılan kriter olduğunu belirlemişlerdir.

Çalışmanın uygulaması Gaziantep ilinde makarna imalat sektöründe faaliyet gösteren bir firmada gerçekleştirilmiştir. Firmada karar vericiler için kritik bir problem olan ve firmanın temel girdisi olan makarnalık buğday tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Çalışma kapsamında Bulanık SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklandırması, Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri ile tedarikçi sıralaması ve seçimi yapılmıştır.

Çalışmada makarnalık buğday tedarikçi seçimine yönelik ödeme koşullarının kolaylığı, gıda güvenliği, hijyen, kalite, ürün çeşitliliği, teslimat hızı, fiyat avantajı, firma imajı ve güvenilirliği olmak üzere 8 farklı kriter Bulanık SWARA yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Bulanık SWARA yönteminden çıkan sonuçlara göre kriterlerin ağırlıkları K4 (kalite), K2 (gıda güvenliği), K7 (fiyat avantajı), K3 (hijyen), K6 (teslimat hızı), K5 (ürün çeşitliliği), K1 (ödeme koşullarının kolaylığı), K8 (firma imajı ve güvenilirliği) olarak sıralanmıştır. Daha sonraki aşamada karar verici uzmanların görüşleri doğrultusunda Yurtiçi 1 (T1), Yurtiçi 2 (T2), İthal 1 (T3) ve İthal 2 (T4) olarak ifade edilen 4 farklı tedarikçi belirlenmiş ve firma için en iyi tedarikçi seçimi Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri ile belirlenmiştir. Her iki yöntem sonucunda göre makarnalık buğday teminine ilişkin en iyi tedarikçi sıralaması 1. sırada T3 tedarikçisi, 2. Sırada T1 tedarikçisi, 3. Sırada T4 tedarikçisi ve son sırada T2 tedarikçisi olarak gerçekleşmiştir. Her iki yöntemle aynı sonuçlara ulaşılması, problem yapısının her iki yöntemin de varsayımlarına uygun olduğunu ve alternatifler arasında çok büyük gelişmelerin bulunmadığını göstermektedir.

Kriter ve ağırlık belirleme sürecindeki karar vericilerin deneyimli kişilerden seçilmesinin zorunlu olması ve kullanılan tekniğe bağlı olarak farklı sonuçlar verebilmesi çalışmanın kısıtları arasında yer almaktadır.

Çalışma sonuçlarının buğday üreticilerinin, makarna sektöründe üretim ve satış yapan işletmelerin, sektörün farklı kesimlerini temsil eden sivil toplum kuruluşların ve ilgili kamu kurum/kuruluşlarının faaliyetlerine olumlu yönde katkı sunabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada hammadde tedarikçi seçimine yönelik kullanılan yöntemlerin işletmenin benzer diğer kritik karar süreçlerinde de kullanılabileceği ayrıca diğer ÇKKV yöntemlerinin de hibrit olarak kullanılmasının da farklı yöntemlerin sonuçlarının karşılaştırılması açısından literatüre katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Yazar Katkıları /Author Contributions

Serkan Ulu: Literatür taraması, Kavramsallaştırma, Metodoloji, Veri Derleme, Analiz, Makale Yazımı-orijinal taslak Füsün Erden: Modelleme, Makale Yazımı-inceleme ve düzenleme

Serkan Ulu: Literature review, Conceptualization, Methodology, Data Curation, Analysis, Writing-original draft Füsün Erden: Modelling, Writing-review and editing

Çatışma Beyanı /Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No potential conflict of interest was declared by the authors.

Fon Desteği / Funding

Bu çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.

Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Bu çalışma için Ankara Üniversitesi Etik Kurulu'nun 26.11.2024 tarihli ve 23 numaralı kararı ile onay alınmıştır.

For this study, the approval of the Ethics Committee of Ankara University was obtained with the decision dated 26.11.2024 and numbered 23.

Etik Beyanı / Ethical Statement

Yazarlar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.

It was declared by the authors that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

The authors own the copyright of their works published in Journal of Productivity and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Akın, N.G. (2021). "Genelleştirilmiş Trapezoidal Bulanık Esnek Kümeler: Yeşil Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması", *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(1), 158-171. <https://doi.org/10.32709/akusosbil.632792>
- Akpınar, M.E. (2021). "An Application on the Most Suitable Supplier Selection with Fuzzy TOPSIS and Fuzzy VIKOR Methods", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 627-640. <https://doi.org/10.16953/deusosbil.843914>
- Arabsheybani, A. ve Arshadi Khasmeh, A. (2021). "Robust and Resilient Supply Chain Network Design Considering Risks in Food Industry: Flavour Industry in Iran", *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 16(3), 197-208. <https://doi.org/10.1080/17509653.2021.1907811>
- Azadnia, A.H., Saman, M.Z.M. ve Wong, K.Y. (2015). "Sustainable Supplier Selection and Order Lot-Sizing: An Integrated Multi-Objective Decision-Making Process", *International Journal of Production Research*, 53(2), 383-408. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.935827>
- Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I. E. ve 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>
- Başaran, B. ve Çakır, S. (2021). Evaluation of Food Safety And Halal Criteria in Supplier Selection: An Application in Food Sector with Fuzzy COPRAS Method. *International Food Research Journal*, 28(3), 576-585. <https://doi.org/10.47836/ifrj.28.3.17>
- Başaran, S. ve Çakır, S. (2020). "Bulanık TODIM Yöntemiyle Gıda Sektöründe Tedarikçi Seçimi", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 28, 65-78. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.666189>
- Chang, D.Y. (1996) "Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655.
- Chen, C.T. (2000). "Extensions of the TOPSIS for Group Decision Making Under Fuzzy Environment", *Fuzzy Sets and Systems*, 114, 1-9.
- Chen, L. ve Wang, T. (2009): "Optimizing Partners' Choice in IS/IT Outsourcing Projects: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR", *International Journal of Production Economics*, 120(1), 233-242.
- Çakır, S. (2016). "Selecting Appropriate ERP Software Using Integrated Fuzzy Linguistic Preference Relations – Fuzzy TOPSIS Method", *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 9(3), 433. <https://doi.org/10.1080/18756891.2016.1175810>
- Dash, S., Dash, K.K. ve Choudhury, S. (2023). "Evaluation and Selection of Large Cardamom Supply Chain Using Fuzzy Logic Based Decision-Making Model", *Journal of Food Process Engineering*, 46(3), e14266. <https://doi.org/10.1111/jfpe.14266>
- Debnath, A., Roy, J., Kar, S., Zavadskas, E. ve Antucheviciene, J. (2017). "A Hybrid MCDM Approach for Strategic Project Portfolio Selection of Agro By-Products", *Sustainability*, 9(8), 1302. <https://doi.org/10.3390/su9081302>
- Deste, M., Ekinci, Ş. ve Savaşkan, A.G. (2021). "Kuru Kayısı Sektöründeki İşletmelerde Bulanık TOPSIS ile Tedarikçi Seçimi", *Sakarya İktisat Dergisi*, 10(4), SS. 449-466
- Doğan, H. (2022). "DEMATEL ve COPRAS Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi: Hazır Giyim Sektöründe Bir Uygulama", *Tekstil ve Mühendis*, 29(127), 150-160. <https://doi.org/10.7216/1300759920222912705>
- Ecer, F. (2007). "Üyelik Fonksiyonu Olarak Üçgen Bulanık Sayılar Mı Yamuk Bulanık Sayılar Mı?", *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(2), 161-180.
- Erdem, M.B., Göksu, N. ve Doğan, N.Ö. (2023). "An Integrated Model Approach with Fuzzy Multi Criteria Decision Making Methods for the Selection of Third Party Logistics Firm in THE Food Industry", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 57-80. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.979840>
- Fallahpour, A., Yazdani, M., Mohammed, A. ve Wong, K.Y. (2021). "Green Sourcing in the Era of Industry 4.0: Towards Green and Digitalized Competitive Advantages", *Industrial Management & Data Systems*, 121(9), 1997-2025. <https://doi.org/10.1108/IMDS-06-2020-0343>
- Frej, E.A., Roselli, L.R.P., Araújo De Almeida, J. ve De Almeida, A.T. (2017). "A Multicriteria Decision Model for Supplier Selection in a Food Industry Based on FITradeoff Method", *Mathematical Problems in Engineering*, 2017(1), 4541914. <https://doi.org/10.1155/2017/4541914>
- Güler, D. ve Saner, G. (2020). "Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Yem Tedarikçi ve Süt Alıcı Tercihlerinin Belirlenmesi: İzmir ve Manisa Örneği", *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 207-214. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.714007>

- Hajiaghaei-Keshteli, M., Cenk, Z., Erdebili, B., Selim Özdemir, Y. ve Gholian-Jouybari, F. (2023). "Pythagorean Fuzzy TOPSIS Method for Green Supplier Selection in the Food Industry", *Expert Systems with Applications*, 224, 120036. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120036>
- Hsieh, T., Lu, S. ve Tzeng, G. (2004): "Fuzzy MCDM Approach for Planning and Design Tenders Selection in Public Office Buildings", *International Journal of Project Management*, 22(7), 573-584.
- Hwang, C.L. ve Yoon, K. (1981) "Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications", Springer-Verlag, New York. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>
- İkinci, M., ve Tipi, T. (2022). "Food Supplier Selection in the Catering Industry Using the Analytic Hierarchy Process", *Food Science and Technology*, 42, e48420. <https://doi.org/10.1590/fst.48420>
- Kalan, O. (2023). "Dolum Hattı Makineleri için AHP ve TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi", *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 38(4), 967-980
- Kaplan, S.N., Üner, Ü.C., Danişan, T. ve Eren, T. (2022). "Süt ve Süt Ürünleri İçin Uygun Depo Yeri Seçimi", *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 13-143. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.1103493>
- Kazançoğlu, Y., Ozturkoglu, Y., Mangla, S.K., Ozbiltekin-Pala, M. ve Ishizaka, A. (2023). "A Proposed Framework for Multi-Tier Supplier Performance in Sustainable Supply Chains", *International Journal of Production Research*, 61(14), 4742-4764. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2025942>
- Keršuliene, V., Zavadskas, E.K. ve Turskis, Z. (2010). "Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)", *Journal of Business Economics and Management*, 11(2), 243-258.
- Khan, A.U. ve Ali, Y. (2021). "Sustainable Supplier Selection for the Cold Supply Chain (CSC) in The Context of A Developing Country", *Environment, Development and Sustainability*, 23(9), 13135-13164. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-01203-0>
- Lau, H., Nakandala, D. ve Shum, P.K. (2018). "A Business Process Decision Model for Fresh-Food Supplier Evaluation", *Business Process Management Journal*, 24(3), 716-744. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-01-2016-0015>
- Leong, W.Y., Wong, K.Y. ve Wong, W.P. (2022). "A New Integrated Multi-Criteria Decision-Making Model for Resilient Supplier Selection", *Applied System Innovation*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.3390/asi5010008>
- Liu, Y., Eckert, C., Yannou-Le Bris, G. ve Petit, G. (2019). "A Fuzzy Decision Tool to Evaluate the Sustainable Performance of Suppliers in An Agrifood Value Chain", *Computers & Industrial Engineering*, 127, 196-212. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.022>
- Lizot, M., Trojan, F. ve Afonso, P. (2021). "Combining Total Cost of Ownership and Multi-Criteria Decision Analysis to Improve Cost Management in Family Farming", *Agriculture*, 11(2), 139. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020139>
- Magableh, G.M. (2023). "Evaluating Wheat Suppliers Using Fuzzy MCDM Technique", *Sustainability*, 15(13), 10519. <https://doi.org/10.3390/su151310519>
- Mavi, R.K., Goh, M. ve Zarbakhshnia, N. (2017). "Sustainable Third-Party Reverse Logistic Provider Selection with Fuzzy SWARA and Fuzzy MOORA in Plastic Industry", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 91, 5-8.
- Miranda-Ackerman, M. A., Azzaro-Pantel, C., Aguilar-Lasserre, A. A., Bueno-Solano, A. ve Arredondo-Soto, K.C. (2019). "Green Supplier Selection in the Agro-Food Industry with Contract Farming: A Multi-Objective Optimization Approach", *Sustainability*, 11(24), 7017. <https://doi.org/10.3390/su11247017>
- Mohammed, A., Bai, C., Channouf, N., Ahmed, T.A. ve Mohamed, S.M. (2023). "G-Resilient Multi-Tier Supplier Selection and Order Allocation in Food Industry: A Hybrid Methodology", *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 10(1), 2195055. <https://doi.org/10.1080/23302674.2023.2195055>
- Nie, S., Liao, H., Wu, X. ve Xu, Z. (2019). "Green Supplier Selection With A Continuous Interval-Valued Linguistic TODIM Method", *IEEE Access*, 7, 124315-124328. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2937994>
- Opricovic, S. (2011). "Fuzzy VIKOR With An Application to Water Resources Planning", *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12983-12990.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G. (2004): "Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS", *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445-455.
- Öztürk, D., ve Tekin, M. (2021). "Hammadde Tedarikçi Seçiminde AHP-TOPSIS Yöntemlerinin Kullanılması ve Gıda Sektöründe Bir Uygulama", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 411-432.
- Öztürk, M. ve Paksoy, T. (2020). "Yeşil Tedarikçi Seçimi İçin Birleştirilmiş Bir DEMATEL-QFD-AT2 BAHF Yaklaşımı", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35(4), 2023-2044. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.525762>

- Rezaei, J., Nispeling, T., Sarkis, J. ve Tavasszy, L. (2016). "A Supplier Selection Life Cycle Approach Integrating Traditional and Environmental Criteria Using the Best Worst Method", *Journal of Cleaner Production*, 135, 577-588. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.125>
- Sarioğlu, M. ve Arslan, K. (2020). "Yiyecek İçecek İşletmelerinde MOORA Yöntemi İle Tedarikçi Seçiminin Uygulanabilirliği", *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(73), 254-270. <https://doi.org/10.17755/esosder.529386>
- Sumrit, D. (2020). "Supplier Selection For Vendormanaged Inventory in Healthcare Using Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Approach", *Decision Science Letters*, 9(2), 233-256.
- Sureeyatanapas, P. ve Damapong, K. (2024). "Performance Assessment and Comparison of Online Food Delivery Service Providers Based Upon the Aggregated Perspectives of Restaurant Operators", *Expert Systems with Applications*, 236, 121262. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121262>
- Şahin Macit, N. (2023). "Tedarikçi Seçimi Probleminin AHP Temelli MAIRCA Yöntemi İle Çözümü", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 37, 42-63. <https://doi.org/10.20875/makusobed.1195851>
- Şekerçi, A.Z., Yazicioğlu, O. (2019). "AHP Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi: Gıda Sektöründe Bir Uygulama", *Al-Farabi International Journal on Social Sciences*, 3(2), 23-41
- Thanh, N.V., ve Lan, N.T.K. (2022). "A New Hybrid Triple Bottom Line Metrics and Fuzzy MCDM Model: Sustainable Supplier Selection in the Food-Processing Industry", *Axioms*, 11(2), 57. <https://doi.org/10.3390/axioms11020057>
- Tian, Z-P., Zhang, H-Y., Wang, J-Q. ve Wang, T-L. (2018). "Green Supplier Selection Using Improved TOPSIS and Best-Worst Method Under Intuitionistic Fuzzy Environment", *Informatica*, 29(4), 773-800. <https://doi.org/10.15388/Informatica.2018.192>
- Tirkolaee, E.B., Dashtian, Z., Weber, G-W., Tomaskova, H., Soltani, M. ve Mousavi, N.S. (2021). "An Integrated Decision-Making Approach for Green Supplier Selection in an Agri-Food Supply Chain: Threshold of Robustness Worthiness", *Mathematics*, 9(11), 1304. <https://doi.org/10.3390/math9111304>
- Verdecho, M-J., Alarcón-Valero, F., Pérez-Perales, D., Alfaro-Saiz, J-J. ve Rodríguez-Rodríguez, R. (2021). "A Methodology to Select Suppliers to Increase Sustainability within Supply Chains". *Central European Journal of Operations Research*, 29(4), 1231-1251. <https://doi.org/10.1007/s10100-019-00668-3>
- Wang, C-N., Nguyen, V.T., Thai, H.T.N., Tran, N.N. ve Tran, T.L.A. (2018). "Sustainable Supplier Selection Process in Edible Oil Production by a Hybrid Fuzzy Analytical Hierarchy Process and Green Data Envelopment Analysis for the SMEs Food Processing Industry", *Mathematics*, 6(12), 302. <https://doi.org/10.3390/math6120302>
- Wang, C-N., Tsai, H-T., Nguyen, V.T. ve Huang, Y-F. (2020). "A Hybrid Fuzzy Analytic Hierarchy Process and the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution Supplier Evaluation and Selection in the Food Processing Industry", *Symmetry*, 12(2), 211. <https://doi.org/10.3390/sym12020211>
- Wang, Y-L., ve Liao, C-N. (2023). "Assessment of Sustainable Reverse Logistic Provider Using the Fuzzy TOPSIS and MSGP Framework in Food Industry", *Sustainability*, 15(5), 4305. <https://doi.org/10.3390/su15054305>
- Yazdani, M., Pamucar, D., Chatterjee, P., Torkayesh, A.E. (2022). "A Multi-Tier Sustainable Food Supplier Selection Model Under Uncertainty". *Operations Management Research*, 15(1-2), 116-145. <https://doi.org/10.1007/s12063-021-00186-z>
- Zadeh, L. A. (1965). "Fuzzy Sets", *Information and Control*, 8(3), 338-353.