

Bulanık Ahp ve Bulanık Moora Yöntemleri Kullanarak Tedarikçi Seçimi

*¹Özer UYGUN, ²Fatih Dalkılıç ve ³Enes Furkan Erkan
^{1,2,3}Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Sakarya Üniversitesi, Türkiye

Özet

Günümüzdeki rekabetçi ortamın getirdiği etki ile kuruluşların satınalma yöneticileri, tedarikçilerin nasıl seçileceğine dair zor bir kararla karşı karşıya kalmaktadır. Bununla birlikte, tedarikçi seçim problemleri karmaşıktır, çünkü çok sayıda kriterin dikkate alınması gerekir ve genellikle, bazı kriterler kesin olarak değerlendirilemez. Ayrıca, verilecek kararlarda tedarikçi performanslarının ve bilinmeyen bilgilerin dalgalanmaları her zaman mevcut olacaktır. Bu çalışmada entegre çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır. İlk olarak tedarikçi seçimi için literatür ve sektörel bazlı karar verme kriterleri belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin bulanık analitik hiyerarşi prosesi (Bulanık AHP) kullanarak ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra tedarikçinin genel performansını değerlendirmek için oran analizine (bulanık MOORA) dayalı olan bulanık çok amaçlı bir optimizasyon modeli uygulanmıştır. Sonuçlar, bu modelin belirlenen uygun kriterler ile tedarikçilerin seçimini etkili bir şekilde gerçekleştirebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık AHP, bulanık MOORA, tedarikçi seçimi

Abstract

With the impact of today's competitive environment, the purchasing managers of the organizations face a difficult decision about how to select suppliers. However, supplier selection problems are complex because many criteria have to be taken into account and, in general, some criteria cannot be considered conclusively. In addition, there will always be fluctuations in supplier performance and unknown information in the decisions to be made. Hybrid multi-criteria decision making methods were used in this study. Firstly, literature and sector based decision-making criteria were determined for supplier selection. The weights were determined using the fuzzy analytic hierarchy process (Fuzzy AHP). A fuzzy multipurpose optimization model based on ratio analysis (fuzzy MOORA) was then applied to assess the overall performance of the supplier. The results show that this model can effectively perform the selection of suppliers with the appropriate criteria.

Key words: Fuzzy AHP, fuzzy MOORA, supplier selection

1. Giriş

Tedarik zinciri tedarikçiden nihai tüketiciye kadar giden bir süreç bütünüdür. Bu nedenle zincirdeki tüm halkalar farklı ağırlıkta da olsa birbirlerinden etkilenmektedirler. Günümüzdeki rekabet koşullarında ana üreticilerin her geçen gün artan ve çeşitlenen taleplerine bağlı olarak tedarikçiler şartlarını sürekli iyileştirme ile ayakta kalabilmektedirler.

Tedarik zinciri yönetimi, şirketteki para kaynağının daha büyük bir para kaynağına dönüşerek geri

*Corresponding author: Address: Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü Sakarya Üniversitesi, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: ouygun@sakarya.edu.tr, Phone: +902642953717

gelmesi için yapılan ilk faaliyetlerden birisi olarak kabul edilebilir. Yani bir yarı mamulün uygun miktarda, uygun fiyatta, tam zamanında ve diğer ölçütlere bağlı olarak satın alınıp ürüne dönüştürülerek, nihai tüketiciye sunulması ve satışının gerçekleştirilip işletmenin kar elde etmesi sürecindeki ilk faaliyet tedarik zinciri yönetimiyle başlamaktadır.

Günümüz koşullarında işletmelerin varlıklarını devam ettirebilmeleri için nihai tüketicilere minimum maliyetle maksimum kalitede ürün sunmaları gerekmektedir. Minimum maliyet ve maksimum kalitenin yolu ise uygun fiyat ve uygun kalitede tedarik edilen yarı mamulle başlamaktadır. Çok ölçütlü karar verme sistemleri, birden çok seçeneğin ve birçok ölçütün bir araya gelmesiyle oluşan problemleri çözmeye yönelik sistemlerdir.

Bu çalışmada gıda sektöründe üretim yapan bir işletmede satınalma faaliyeti sıklıkla gerçekleştirilen bir malzeme için en uygun tedarikçi seçimi amaçlanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde ise işletmenin tedarikçi seçim problemi için Bulanık AHP yöntemi ile ağırlıklandırılan ölçütler ile Bulanık MOORA yöntemi kullanılmıştır.

2. Literatür Araştırması

Tedarikçi Seçimi konusunda ilk çalışmalardan biri Dickson [1] tarafından Amerika’da yapılmıştır. 1960’lı yıllardan günümüze kadar yapılan çalışmalarda tedarikçi seçim ölçütlerinin belirlenmesi ve belirlenen ölçütlerin tedarikçi seçiminde uygulanması konusunda birçok farklı yöntem ve program kullanılmaktadır [2]. Çok ölçütlü karar verme sistemleri Görener’in [3] kategorize ettiği gibi ana başlıklar altında; tek yöntemli modeller ve hibrit modeller olarak ayrılabilir. Tek yöntemli metotlar ise kendi içerisinde matematiksel, istatistiksel ve yapay zeka bazlı metotlar olarak ayrılmaktadır.

Yapılan literatür incelemesine göre; Amid vd.[4] 2011 yılında yapmış oldukları çalışmada, AHP yöntemiyle tedarikçi seçimi için ölçüt ağırlığı hesaplamışlar, tedarikçi seçimi yaparak max-min programlama yöntemiyle tedarikçilerden alınacak sipariş miktarlarını belirlemişlerdir. Baynal vd. [5] 2014 yılında yapmış oldukları çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede, işletmenin kendine has belirlenmiş ölçütlerini baz alarak 3 tedarikçi arasından en iyi tedarikçiyi seçmeyi amaçlayarak Bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Durdudiller [6] 2009 yılında yapmış olduğu çalışmada perakende sektöründe en iyi tedarikçiyi belirlemek için klasik AHP ve bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Leung ve Cao [7] yapmış oldukları çalışmada bulanık AHP’deki alternatifler için bir bulanık tutarlılık problemine çözüm getirmişlerdir.

MOORA metodu; Willem Karel M. Brauers ve Edmundas Kazimieras Zavadskas’ın [8] yaptıkları çalışmada önerilmiştir. Brauers ve Zavadskas [9] 2008 yılında yapmış oldukları çalışmada firmalar için sıralama yapmayı amaçlamışlar ve bunun için MOORA’nın bir türü olan Multi-MOORA yöntemini kullanmışlardır. Kalibatas ve Zenonas [10] 2008 yılında yapmış oldukları çalışmada bir binada havalandırma sistemi ile ilgili çalışmada MOORA metodunu kullanmışlardır. 2010 yılında Brauers vd. [11] tesis bölgelerinin değerlendirilmesinde MOORA yönteminden faydalanmışlardır. Kracka vd. [12] 2010 yılında yapmış oldukları çalışmada binadaki ısı kayıplarına dair yapılan

tercihte MOORA metodunu kullanmışlardır. Brauers vd.[13] 2011 yılında MOORA metodu ile banka kredisine karar verme üzerine bir çalışma yapmışlardır. Vatansver vd. [14] üretim sektöründe kurumsal kaynak planlaması sistemlerinin bulanık ahp ve bulanık moora yöntemleriyle seçimi üzerine bir uygulama çalışması yapmıştır. Dey vd. [15] tedarik zincirinde çok ölçütlü bir karar verme probleminin çözümü için Bulanık MOORA yöntemini kullanarak en uygun depo yeri seçimi üzerine çalışmışlardır. Şişman [16] yapmış olduğu çalışmada yeşil tedarikçi seçimi üzerine çok ölçütlü karar verme probleminde Bulanık MOORA yöntemini kullanmıştır. Akkaya vd.[17] endüstri mühendislerinin alan seçimleri ile ilgili yaptıkları çalışmada Bulanık AHP ve Bulanık MOORA yöntemlerini kullanmışlardır. Şişman [18] yapmış olduğu çalışmada Türk bankalarının finansal performanslarını Bulanık AHP ve Bulanık MOORA yöntemlerini kullanarak değerlendirmiştir. Archana vd. [19] çok ölçütlü bir karar verme problemi çözümü için Bulanık MOORA metodunu kullanmışlardır. Balezentis vd. [20] personel seçimi üzerine yaptıkları çalışmada Bulanık MOORA'nın bir çeşidi olan Bulanık Multi-MOORA yöntemini kullanmışlardır. Mandal vd. [21] yapmış oldukları çalışmada Bulanık MOORA kullanarak çok ölçütlü bir karar verme problemi üzerine seçim yapmışlardır.

3. Yöntem

Bu çalışmada tedarikçi seçimi ölçütlerinin ağırlık değerleri hesaplanırken Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra en uygun tedarikçi seçimi için Bulanık MOORA Oran Metodu kullanılmıştır.

3.1. Bulanık AHP

İnsani düşünme tarzını daha iyi ifade etmesi açısından Bulanık AHP, bulanık mantık ile klasik AHP yaklaşımlarının hibrit bir modeli olarak literatüre kazandırılmıştır. Bulanık AHP yönteminde kriterler arasındaki ikili karşılaştırma klasik AHP yöntemindeki gibi kesin değerler olarak belirtilmeyip, uzmanların bir aralık üzerinden veya sözel bir şekilde görüşlerini ifade etmelerine imkan tanımaktadır. Bu çalışmada Chang'in [22] 1996 yılında yapmış olduğu çalışmada önerilen Meritebe Analizi Tekniği adımları kullanılmıştır.

3.2. Bulanık MOORA

Bu çalışmada, tedarikçi seçiminde sıralama yapılabilmesi için Bulanık MOORA Oran Metodu uygulaması yapılmıştır. Yöntemin adımları aşağıdaki gibidir [23].

Adım 1: Bulanık karar matrisinin hazırlanması. Matriste X_{lij} , X_{mij} , X_{nij} değerleri j . ölçüt açısından i . alternatif için sırasıyla küçük, orta ve büyük değerlere sahip bulanık sayıları temsil etmektedir.

$$\begin{bmatrix} [X_{11}^l & X_{11}^m & X_{11}^n] & [X_{12}^l & X_{12}^m & X_{12}^n] & \dots & [X_{1n}^l & X_{1n}^m & X_{1n}^n] \\ [X_{21}^l & X_{21}^m & X_{21}^n] & [X_{22}^l & X_{22}^m & X_{22}^n] & \dots & [X_{2n}^l & X_{2n}^m & X_{2n}^n] \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ [X_{m1}^l & X_{m1}^m & X_{m1}^n] & [X_{m2}^l & X_{m2}^m & X_{m2}^n] & \dots & [X_{mn}^l & X_{mn}^m & X_{mn}^n] \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 2: Normalize bulanık karar matrisinin oluşturulması için aşağıdaki formüller kullanılır.

$$r_{ij}^l = \frac{x_{ij}^l}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(X_{ij}^l)^2 + (X_{ij}^m)^2 + (X_{ij}^n)^2]}} \quad (2)$$

$$r_{ij}^m = \frac{x_{ij}^m}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(X_{ij}^l)^2 + (X_{ij}^m)^2 + (X_{ij}^n)^2]}} \quad (3)$$

$$r_{ij}^n = \frac{x_{ij}^n}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(X_{ij}^l)^2 + (X_{ij}^m)^2 + (X_{ij}^n)^2]}} \quad (4)$$

Adım 3: Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi oluşturulur.

$$v_{ij}^l = w_j r_{ij}^l \quad (5)$$

$$v_{ij}^m = w_j r_{ij}^m \quad (6)$$

$$v_{ij}^n = w_j r_{ij}^n \quad (7)$$

Adım 4: Fayda ve maliyet ölçütleri açısından her bir alternatifin sıralamaları hesaplanır. Fayda ölçütleri için aşağıdaki eşitlikler kullanılmaktadır.

$$s_i^{+l} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^l | j \in J^{max} \quad (8)$$

$$s_i^{+m} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^m | j \in J^{max} \quad (9)$$

$$s_i^{+n} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^n | j \in J^{max} \quad (10)$$

Maliyet ölçütü içinse aşağıdaki eşitlikler kullanılmaktadır.

$$s_i^{-l} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^l | j \in J^{min} \quad (11)$$

$$s_i^{-m} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^m | j \in J^{min} \quad (12)$$

$$s_i^{-n} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^n | j \in J^{min} \quad (13)$$

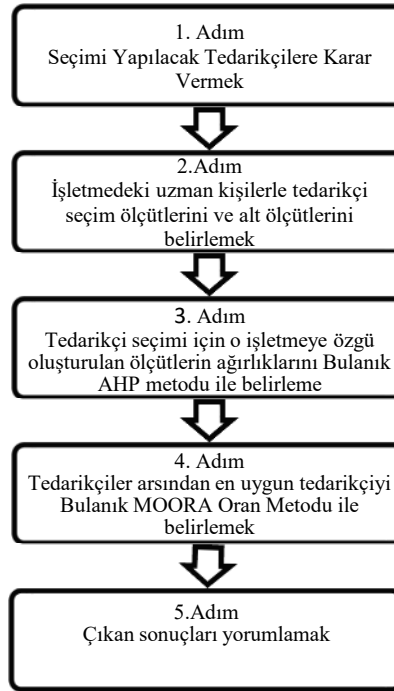
Adım 5: Her bir alternatif için S_i indeksi belirlenir. Bu index belirleme aşamasında durulaştırma işlemi için vertex metodu kullanılır [24].

$$S_i(s_i^+, s_i^-) = \sqrt{\frac{1}{3}[(s_i^{+l} - s_i^{-l})^2 + (s_i^{+m} - s_i^{-m})^2 + (s_i^{+n} - s_i^{-n})^2]} \quad (14)$$

Adım 6: Çıkan sonuçlar performans index değerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanır ve en yüksek değer en iyi seçenek olarak değerlendirilir.

4. Uygulama

Tedarikçi seçiminin yapılacağı üretici firma gıda sektöründe faaliyet göstermektedir. Probleme işletmenin satınalma departmanında minimum 5 yıl deneyimli uzman kişilerin görüşü alınarak işletmeye özgü tedarikçi seçim kriterleri oluşturulmuş olup, 5 tedarikçi arasından seçim yapılmıştır. Bu çalışmada 5 temel başlık altında toplam 21 kriter baz alınarak tedarikçi seçimi yapılmıştır. Çalışmada izlenen adımlar Şekil 1'deki gibi özetlenmiştir.



Şekil 1. Tedarikçi Seçimi Uygulama Adımları

Tedarikçi seçim ana kriterleri ve bu kriterlere bağlı alt kriterler Tablo 1'deki gibidir. İlgili problemin çözüleceği A işletmesinde, bir malzeme için 5 tedarikçi arasından en uygun tedarikçinin seçilmesi amaçlanmaktadır. Bu problemde tedarikçiler S1, S2, S3, S4, S5 olarak tanımlanırken, ölçütler ise sırasıyla K1, K2, K3, ..., K21 sembolü ile ifade edilmiştir.

Tablo 1. Tedarikçi Seçim Kriterleri

Ana Kriterler	Alt Kriterler
Kalite	Ret Edilen Malzeme Oranı
	Kalite İyileştirme Performansı
	Talep edilen dokümantasyonları karşılayabilme oranı
	Gıda Güvenliği Denetim Puanı
Teslimat	Tedarikçi Firma Kalite Ekibi Ziyaretleri
	Teslim tarihine uyma
	Sipariş Miktarına Uygun Teslimat
	Acil Siparişleri Karşılayabilme Durumu
Finansal Durum	Sipariş Teslimat Süresi
	En Uygun Fiyat
	Maliyet İndirimi İçin İyileştirme Çalışmaları
	Hammadde Fiyatlarının Değişimine Göre Fiyat Güncellenmesi
Hizmet	Sektördeki yeri
	Tedarikçi Ödeme Vadesi
	Müşteri Memnuniyeti
	Teknik Destek
Teknoloji	Tedarikçinin Kapasite Yeterliliği
	İş yapma isteği
	Prosedüre uyum
	İnovasyon Önerileri
	Teknolojik Değişimlere Açıklık

Uygulamanın yapıldığı işletmede ölçütlerin ağırlıklarının belirlenmesinde uzman görüşü alınarak ilerlenmiştir. Uzmanlar 4-12 yıl arası tecrübe sahibi kişilerdir. İkili karşılaştırmaların yapılmasına yönelik sorulara verilen yanıtlar tek bir grup kararına dönüştürülmüştür. Bulanık AHP adımları izlenerek yapılan hesaplamada W değerleri aşağıdaki gibidir.

$W' = (0,788, 0,748, 0,665, 0,904, 0,144, 0,857, 0,595, 0,238, 0,648, 1,000, 0,622, 0,626, 0,045, 0,753, 0,297, 0,655, 0,885, 0,667, 0,956, 0,731, 0,398)$

$W = (0,788/13,223, 0,748/13,223, 0,665/13,223, 0,904/13,223, 0,144/13,223, 0,857/13,223, 0,595/13,223, 0,238/13,223, 0,648/13,223, 1,000/13,223, 0,622/13,223, 0,626/13,223, 0,045/13,223, 0,753/13,223, 0,297/13,223, 0,655/13,223, 0,885/13,223, 0,667/13,223, 0,956/13,223, 0,731/13,223, 0,398/13,223)$

$W = (0,060, 0,057, 0,050, 0,068, 0,011, 0,065, 0,045, 0,018, 0,049, 0,076, 0,047, 0,047, 0,003, 0,057, 0,022, 0,050, 0,067, 0,050, 0,072, 0,055, 0,030)$

Bulanık AHP yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıklarının özeti Tablo 2’de gösterildiği gibidir. Tablodaki verilere göre kriter ağırlıkları arasından en önde olanlar fiyat, prosedüre uyum ve ret edilen malzeme oranıdır.

Tablo 2. Kriterlerin Ağırlıkları

Kriterler		Ağırlık
Ret Edilen Malzeme Oranı	K1	0,060
Kalite İyileştirme Performansı	K2	0,057
Talep edilen dokümantasyonları karşılayabilme oranı	K3	0,050
Gıda Güvenliği Denetim Puanı	K4	0,068
Tedarikçi Firma Kalite Ekibi Ziyaretleri	K5	0,011
Teslim tarihine uyma	K6	0,065
Sipariş Miktarına Uygun Teslimat	K7	0,045
Acil Siparişleri Karşılayabilme Durumu	K8	0,018
Sipariş Teslimat Süresi	K9	0,049
En Uygun Fiyat	K10	0,076
Maliyet İndirimi İçin İyileştirme Çalışmaları	K11	0,047
Hammadde Fiyatlarının Değişimine Göre Fiyat Güncellenmesi	K12	0,047
Sektördeki yeri	K13	0,003
Tedarikçi Ödeme Vadesi	K14	0,057
Müşteri Memnuniyeti	K15	0,022
Teknik Destek	K16	0,050
Tedarikçinin Kapasite Yeterliliği	K17	0,067
İş yapma isteği	K18	0,050
Prosedüre uyum	K19	0,072
İnovasyon Önerileri	K20	0,055
Teknolojik Değişimlere Açıklık	K21	0,030

Bulanık AHP ile ağırlık tespitleri yapıldıktan sonra tedarikçi sıralaması için Bulanık MOORA yöntemi adımları uygulanmıştır. Tablo 3'te uzman görüşlerinin yer aldığı başlangıç matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 3. Bulanık Başlangıç Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
T1	l	1	5	3	1	1	3	1	3	1	1	1	3	5	1	3	1	3	3	1	5
	m	3	7	5	1	3	5	3	5	3	3	1	5	7	3	5	3	5	5	1	7
	n	5	9	7	3	5	7	5	7	5	5	3	3	7	9	5	7	5	7	7	3
T2	l	3	1	1	5	1	3	5	3	3	3	3	3	1	3	1	3	5	5	1	5
	m	5	3	1	7	3	5	7	5	5	5	5	5	3	5	1	5	7	7	1	7
	n	7	5	3	9	5	7	9	7	7	7	7	7	5	7	3	7	9	9	3	9
T3	l	1	1	7	7	5	1	1	5	1	1	5	7	5	3	7	7	5	5	1	5
	m	1	3	9	9	7	1	1	7	1	1	7	9	7	5	9	9	7	7	3	7
	n	3	5	9	9	9	3	3	9	3	3	9	9	9	7	9	9	9	9	5	9
T4	l	7	7	5	3	3	1	3	3	5	7	1	1	3	1	1	1	1	3	1	3
	m	9	9	7	5	5	3	5	5	7	9	1	3	3	5	3	3	1	3	5	3
	n	9	9	9	7	7	5	7	7	9	9	3	5	5	7	5	5	3	5	7	5
T5	l	5	3	1	1	1	5	7	3	7	5	1	5	3	1	1	5	5	1	3	1
	m	7	5	3	3	1	7	9	5	9	7	1	7	5	1	1	7	7	3	5	3
	n	9	7	5	5	3	9	9	7	9	9	3	9	7	3	3	9	9	5	7	5

Denklem (2), (3) ve (4) kullanılarak vektör normalizasyonu ile normalize bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Normalize değerler Tablo 4'te gösterildiği gibidir.

Tablo 4. Normalize Değerler

		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
T1	l	0,11	0,54	0,33	0,11	0,16	0,45	0,11	0,38	0,11	0,11	0,16	0,11	0,41	0,64	0,22	0,33	0,11	0,38	0,34	0,45	0,54
	m	0,23	0,53	0,39	0,08	0,31	0,48	0,23	0,41	0,23	0,23	0,11	0,08	0,43	0,61	0,36	0,39	0,23	0,42	0,38	0,19	0,52
	n	0,32	0,56	0,45	0,19	0,36	0,48	0,32	0,42	0,32	0,32	0,24	0,19	0,44	0,57	0,40	0,45	0,32	0,43	0,40	0,31	0,51
T2	l	0,33	0,11	0,11	0,54	0,16	0,45	0,54	0,38	0,33	0,33	0,49	0,33	0,41	0,13	0,65	0,11	0,33	0,64	0,57	0,45	0,54
	m	0,39	0,23	0,08	0,54	0,31	0,48	0,54	0,41	0,39	0,39	0,57	0,39	0,43	0,26	0,60	0,08	0,39	0,59	0,53	0,19	0,52
	n	0,45	0,31	0,19	0,57	0,36	0,48	0,57	0,42	0,45	0,45	0,56	0,45	0,44	0,32	0,56	0,19	0,45	0,56	0,51	0,31	0,51
T3	l	0,11	0,11	0,76	0,76	0,82	0,15	0,11	0,64	0,11	0,11	0,82	0,76	0,69	0,64	0,65	0,76	0,76	0,64	0,57	0,45	0,54
	m	0,08	0,23	0,70	0,70	0,73	0,10	0,08	0,57	0,08	0,08	0,80	0,70	0,61	0,61	0,60	0,70	0,70	0,59	0,53	0,56	0,52
	n	0,19	0,31	0,57	0,57	0,65	0,21	0,19	0,54	0,19	0,19	0,72	0,57	0,57	0,57	0,56	0,57	0,57	0,56	0,51	0,52	0,51
T4	l	0,76	0,76	0,54	0,33	0,49	0,15	0,33	0,38	0,54	0,76	0,16	0,11	0,14	0,38	0,22	0,11	0,11	0,13	0,34	0,45	0,33
	m	0,70	0,68	0,54	0,39	0,52	0,29	0,39	0,41	0,54	0,70	0,11	0,23	0,26	0,43	0,36	0,23	0,08	0,25	0,38	0,56	0,37
	n	0,57	0,56	0,57	0,45	0,51	0,34	0,45	0,42	0,57	0,57	0,24	0,32	0,31	0,45	0,40	0,32	0,19	0,31	0,40	0,52	0,39
T5	l	0,54	0,33	0,11	0,11	0,16	0,75	0,76	0,38	0,76	0,54	0,16	0,54	0,41	0,13	0,22	0,54	0,54	0,13	0,34	0,45	0,11
	m	0,54	0,38	0,23	0,23	0,10	0,67	0,70	0,41	0,70	0,54	0,11	0,54	0,43	0,09	0,12	0,54	0,54	0,25	0,38	0,56	0,22
	n	0,57	0,43	0,32	0,32	0,22	0,62	0,57	0,42	0,57	0,57	0,24	0,57	0,44	0,19	0,24	0,57	0,57	0,31	0,40	0,52	0,28

Denklem (5), (6) ve (7) kullanılarak ağırlıklı normalize matris bulunur. Ağırlıklı normalize matris Tablo 5’te gösterildiği gibidir. Bu adımda daha önce Bulanık AHP kullanılarak elde edilen ağırlık değerleri kullanılmıştır.

Tablo 5. Ağırlıklı Normalize Matris

		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
	W	0,06	0,06	0,05	0,07	0,01	0,06	0,05	0,02	0,05	0,08	0,05	0,05	0,00	0,06	0,02	0,05	0,07	0,05	0,07	0,06	0,03
T1	l	0,01	0,03	0,02	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,04	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
	m	0,01	0,03	0,02	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02
	n	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
T2	l	0,02	0,01	0,01	0,04	0,00	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02
	m	0,02	0,01	0,00	0,04	0,00	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	0,03	0,04	0,01	0,02
	n	0,03	0,02	0,01	0,04	0,00	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02
T3	l	0,01	0,01	0,04	0,05	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,00	0,04	0,01	0,04	0,05	0,03	0,04	0,02	0,02
	m	0,00	0,01	0,04	0,05	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,03	0,01	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,02
	n	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,00	0,03	0,01	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,02
T4	l	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,06	0,04	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
	m	0,04	0,04	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,05	0,03	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01
	n	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,04	0,03	0,02	0,00	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01
T5	l	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,05	0,03	0,01	0,04	0,04	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,01	0,02	0,02	0,00
	m	0,03	0,02	0,01	0,02	0,00	0,04	0,03	0,01	0,03	0,04	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,01	0,03	0,03	0,01
	n	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00	0,04	0,03	0,01	0,03	0,04	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,01

Son olarak kriterler fayda maliyet değerleri açısından gruplandırılır ve yöntemler kısmında yer alan bulanık MOORA'nın Adım 4'teki formüllerine göre işlem yapılır. Ardından veriler durulaştırılır.

Tablo 6. Tedarikçi Sıralaması

Tedarikçi	S+	S-	S	Sıralama				
T1	0,187	0,204	0,241	0,085	0,115	0,136	0,099	3
T2	0,248	0,242	0,272	0,119	0,140	0,157	0,115	2
T3	0,404	0,386	0,345	0,041	0,037	0,075	0,330	1
T4	0,211	0,243	0,264	0,197	0,196	0,180	0,056	4
T5	0,209	0,238	0,268	0,211	0,205	0,196	0,046	5

Tablo 6'ya göre T3 tedarikçisi seçim aşamasında öncelik verilmesi önerilen sırada bulunurken bu durumu sırasıyla T2, T1, T4, T5 tedarikçileri izlemektedir.

5. Sonuç

İşletmelerin günümüzdeki rekabet koşullarında varlıklarını sürdürebilmeleri için ihtiyaç duydukları malzemeleri doğru zamanda ve doğru yerlerden en düşük maliyet ile temin etmeleri gerekmektedir. Bunu başarabilmek için tedarik zinciri yönetiminin işletme bünyesinde çok iyi yürütülmesi gerekmektedir. Tedarik zinciri yönetiminin en önemli halkalarından biri ise tedarikçi seçimidir.

Bu çalışmada bulanık AHP ve bulanık MOORA yöntemleri entegre edilerek bir gıda firması için tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Öncelikle tedarikçi seçimi için uygun 21 kriter literatür ve uzman görüşüyle belirlenmiştir. Belirlenen kriterler arasında ikili karşılaştırma yapılarak ve Bulanık AHP yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları tespit edilmiştir. Kriter ağırlıkları bulanık MOORA yöntemi için girdi oluşturmuş ve 5 tedarikçi için değerlendirme yapmaya olanak vermiştir. Böylelikle en uygun tedarikçi belirlenmiştir.

Çalışmada önerilen yaklaşımın tedarik zinciri yönetiminin en önemli parçalarından olan tedarikçi seçim problemi gibi karmaşık bir problemin çözümünde uygun olduğu görülmüştür. İşletmelerin tedarikçi seçimi problemlerinde rahatlıkla uygulayabileceği yöntemler olmasından dolayı bu çalışmanın önemli bir yere sahip olabileceği düşünülmektedir. Burada en önemli konular ise kriterlerin probleme özgü belirlenmesi ve uzmanların yeterli bilgiye sahip olmasıdır. Böylelikle kararlar sağlıklı bir şekilde alınabilir.

Kaynaklar

- [1] Dickson GW. An analysis of vendor selection: Systems and decisions. Journal of Purchasing 1966; 2:15-17.
- [2] Özal ÖM. Yalın tedarik zinciri yönetimi ve imalat sektöründe tedarikçi seçim uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul, 2011.

- [3] Görener A. Kesici takım tedarikçisi seçiminde analitik ağ sürecinin kullanımı. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi 2009; 4(1):99-110.
- [4] Amid A, Ghodsypour SH, O'Brien C, A weighted max–min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain. International Journal of Production Economics 2011; 131:139-145.
- [5] Baynal K, Coşar İ, Ergül Ö. Fuzzy analytic hierarchy process and an application of supplier selection in a food company, 44th International Conference on Computers & Industrial Engineering and 9th International Symposium on Intelligent Manufacturing and Service Systems, Istanbul, Turkey, 14-16 October, 2014.
- [6] Durdudiller M. Perakende sektöründe tedarikçi performans değerlemesinde ahp ve bulanık ahp uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 182730, İstanbul, 2006.
- [7] Leung, L. C. ve Cao, D., On Consistency and Ranking of Alternatives in Fuzzy AHP, European Journal of Operational Research, 124, 102-113, 2000.
- [8] Brauers WKM, Zavadskas EK. The MOORA Method and its application to privatization in a transition economy. Control and Cybernetics 2006;35(2):446-466.
- [9] Brauers WKM, Zavadskas EK, Turskis Z, Vilutiene T. Multi-objective contractor's and management, Journal of Business Economics and Management 2008;9(4):245-255.
- [10] Kalibatas D, Turskis Z. Multicriteria evaluation of inner climate by using MOORA method. Information Technology and Control 37(1), 79-87, 2008.
- [11] Brauers WKM, Ginevicius R. The economy of the Belgian regions tested with MULTIMOORA. Journal of Business Economics and Management 2010; 11(2):173-209.
- [12] Kracka M, Brauers WKM, Zavadskas EK, Ranking heating losses in a building by applying the MULTIMOORA. Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics 2010; 21(4):352-359.
- [13] Brauers WKM, Zavadskas EK. MULTIMOORA optimization decides on bank loan to buy property. Technological and Economic Development of Economy 2011; 17(1):174-188.
- [14] Vatanserver K, Uluköy M. Kurumsal kaynak planlaması sistemlerinin bulanık ahp ve bulanık MOORA yöntemleriyle seçimi: Üretim sektöründe bir uygulama. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 2013; 11(2):274-293.
- [15] Dey B, Bairagia B, Sarkar B, Sanyal S. A MOORA based fuzzy multi-criteria decision making approach for supply chain strategy selection. International Journal of Industrial Engineering Computations 2012; 3:649–662.

- [16] Şişman B. Bulanık MOORA yöntemi kullanılarak yeşil tedarikçi geliştirme programlarının seçimi ve değerlendirilmesi. Yaşar Üniversitesi Dergisi 2016; 11: 302-315.
- [17] Akkaya G, Turanoğlu B, Öztaş S. An Integrated Fuzzy AHP and Fuzzy MOORA approach to the problem of industrial engineering sector choosing. Expert Systems With Applications 2015; 42(24):1-9.
- [18] Şişman B, Doğan M. Türk bankalarının finansal performanslarının bulanık ahp ve bulanık moora yöntemleri ile değerlendirilmesi. Yönetim ve Ekonomi Dergisi 2016; 23(2):353-371.
- [19] Archana M, Sujatha V. Application of Fuzzy MOORA and GRA in multi criterion decision making problems. International Journal of Computer Applications 2012; 53(9):46–50.
- [20] Baležentis A, Baležentis T, Brauers WKM. Personnel selection based on computing with words and fuzzy MULTIMOORA. Expert Systems with Applications 2012; 39(9):7961-7967.
- [21] Mandal UK, Sarkar B. Selection of best intelligent manufacturing system under fuzzy moora a conflicting MCDM environment. International Journal of Engineering Technology and Advanced Engineering 2012; 2(9):301-310.
- [22] Chang DY. Applications of the extent analysis method of fuzzy AHP. European Journal of Operational Research 1996; 95:649-655.
- [23] Karande P, Chakraborty S. A Fuzzy-MOORA approach for ERP system selection. Decision Science Letters 2012; 1:11–22.
- [24] Huiqun H, Guang S. ERP software selection using the rough set and TOPSIS methods under fuzzy environment. Advances in Information Sciences and Service Sciences 2012; 4(3):111-118.