

TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME PROBLEMİNDE BULANIK TOPSIS ALGORİTMASI İLE GRUP KARAR VERME VE KARAR VERİCİLERİN BİREYSEL KARARLARI ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Zehra BAŞKAYA*
Burcu AVCI ÖZTÜRK*

Özet

Piyasa koşullarındaki belirsizlikler ve işletmeler arasında yaşanan yoğun rekabet dolayısıyla kesin verilere ulaşmak oldukça zordur. Özellikle, kişilerin sayısal değerlendirmeler yerine sözel değerlendirmeler yapmayı tercih etmeleri nedeniyle karar sürecinde bir belirsizlik ortaya çıkmaktadır. Bu tür bir belirsizlik bulanık ortamda karar verme problemlerinin çözümünü gerektirmektedir. Yapılan çalışmanın amacı, bir çok kriterli grup karar verme tekniği olan Bulanık TOPSIS (Technique For Order Performance By Similarity To Ideal Solution) algoritmasının tedarikçi değerlendirme problemine uygunluğunun belirlenmesidir. Ayrıca, karar vericilerin bireysel kararları arasındaki ilişkilerin ölçülmesi amaçlanmaktadır. Bulanık TOPSIS algoritması, nitel ve nicel karakterli kriterlerin eş zamanlı olarak bulanık karar sürecine katılımını desteklemektedir. Bu çalışmada, bir ekmek fabrikasının tedarikçi değerlendirme süreci incelenmiştir. Karar vericilerin sözel değerlendirmeleri kullanılarak en iyi tedarikçi belirlenmiş ve karar vericilerin değerlendirmeleri arasında pozitif yönlü yüksek bir ilişki görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Sayılar, Çok Kriterli Grup Karar Verme, Bulanık TOPSIS, Tedarikçi Değerlendirme Problemi.

* Doç. Dr. Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F. İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler A.B.D.

* Arş. Gör. Dr. Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F. İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler A.B.D.

Group Decision Making with Fuzzy Topsis in Supplier Evaluation Problem and Relationships between Decision Maker's Individual Decisions

Abstract

Because of uncertainty in market conditions and heavy competition between businesses, to reach certain data becomes harder. People prefer linguistic evaluations instead of numerical evaluations. For this reason, there exists an uncertainty in decision process. In this kind of uncertainty, decision makers need to solve decision making problems in fuzzy environment. The aim of this study is, to investigate the applicability of Fuzzy TOPSIS (Technique For Order performance By Similarity To Ideal Solution) which is a multi criteria decision making technique, for supplier evaluation problem. Also, another aim is to measure the relationship between decision maker's individual decisions. In this study, a bread factory's supplier evaluation process is analyzed. The best supplier is determined by using decision maker's linguistic evaluations and a strong positive relationship is seen between decision maker's evaluations.

Key Words: *Fuzzy Numbers, Multi-Criteria Group Decision Making, Fuzzy TOPSIS, Supplier Evaluation Problem.*

1. GİRİŞ

İşletmeler yoğun rekabet koşulları altında verecekleri kararlar için doğru ve güvenilir bilgilere gereksinim duymaktadır. Bunu gerçekleştirirken bilimsel ölçütlerin dikkate alınması daha doğru kararlar verilebilmesini sağlamaktadır. Karar verme genel anlamda, birden çok seçeneğin bulunduğu bir kümeden belirlenen amaç ve kriterlere göre en uygun alternatifin seçimi şeklinde tanımlanabilir. Bir karar probleminin elemanlarını karar verici, analist, karar değişkenleri, amaçlar, kriterler ve kısıtlayıcılar oluşturmaktadır (Dağdeviren ve Eren, 2001: 4) (Timor, 2011: 4).

Bir matematiksel karar modeli davranış alternatiflerinin değerlendirilmesine ve seçimine yönelik kurulmaktadır. Değerlendirme ölçüleri ise, karar verici tarafından belirlenecek olan bir veya birden çok amaç ve kriterlerdir (Yılmaz, 2004: 6). İşletmelerin faaliyet alanlarına değer katacak olan isabetli kararların verilebilmesi için büyük ölçekli verilere sahip problemlerin çözüme ulaştırılması gerekmektedir. Bu tip problemlerde karar verme sürecinde değerlendirilmesi gereken kriter ve alternatif sayısı oldukça fazladır (Ulucan, 2004: 7).

Bir karar probleminde, birden fazla kriterin bir arada değerlendirilmesi söz konusu olduğunda, bu tür karar verme durumları çok

kriterli karar verme problemleri adı altında incelenmektedir (Timor, 2011: 15). Çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü için geliştirilmiş olan çok kriterli karar verme teknikleri, karar verme sürecinde çok sayıda ve genellikle birbiri ile uyuşmayan kriterlerin bulunduğu durumlarda kullanılmaktadır. Kişisel kararlardan işletmelerin vermeleri gereken stratejik kararlara kadar çok kriterli karar problemleriyle oldukça geniş bir alanda karşılaşmaktadır. Çok kriterli karar verme teknikleri, çok sayıda kriter ve alternatif için bir arada ve eş zamanlı olarak değerlendirme olanağı sağladığından, uygulamada karşılaşılan problemlerin karmaşık yapısı düşünüldüğünde doğru karar vermeyi kolaylaştıran önemli avantajlar sağlamaktadır (Baysal ve Tecim, 2006: 2).

Kişiler tarafından sıklıkla kullanılan doğal konuşma dilinden kaynaklanan bilgiler klasik karar verme sürecinde görmezden gelinmektedir. Oysa ki, sözel belirsizlik ifadelerinin bulunduğu koşullarda da verilecek olan kararların tutarlı ve doğru seçimlerle sonuçlanması oldukça önemlidir (Ross, 2004: 308-309). Karar verme süreci özellikle tam olmayan veya belirsiz bilgilerin bulunduğu, sözel ve dilsel belirsizlikler içeren faktörlerin sıklıkla kullanıldığı alanlarda zor bir süreç haline gelmektedir. Söz konusu faktörler, karar verme sürecinin bulanık bir ortamda gerçekleşmesi gerektiğinin bir göstergesidir (Massad ve Ortega, 2008: 91, 97).

Kişiler tercihlerini genellikle sözel olarak ifade etmeye eğilimlidirler. Bu nedenle insan düşüncesi ve yargılarındaki bulanıklığın karar sürecine yansıtılabilmesi için kişilerin sözel değerlendirmelerinin bulanık sayılar ile ifade edilmesi gerekmektedir (Chen, 1996: 265).

Çok kriterli grup karar verme tekniği olarak geliştirilen TOPSIS algoritmasında kriter ve değerlendirmelerin ağırlıklarının kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır. Fakat bireylerin kişisel yargılarını içeren tercihleri genellikle sözel değişkenler ile ifade edildiğinden kesin verilerin kullanımı yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, çok kriterli grup karar verme problemlerinin çözümü için kriter ve değerlendirmelerin sözel değişkenler aracılığıyla yapılabildiği bulanık TOPSIS algoritmasının kullanımı daha uygundur (Özdemir ve Seçme, 2009: 80-81).

İşletmelerde tedarikçi değerlendirme süreci bir çok kriterli karar verme problemi olarak ifade edilebilir. Hammadde, yarı mamul ve yan mamul olarak üretim sürecinde kullanılacak girdilerin sağlandığı kaynakların performanslarının düzenli olarak ölçülmesi üretim sürecinin başarısında oldukça etkilidir. Bir tedarik zincirinin yapısını, potansiyel tedarikçiler, dağıtıcılar, perakendeciler ve müşteriler oluşturmaktadır. Tedarikçiler, tedarik yönetiminin amaçlarının gerçekleştirilebilmesi için çok önemli rol oynamaktadır. Tedarikçi performanslarının iyileştirilmesi sağlanarak, israfların elimine edilmesi ile maliyetlerin azaltılması, kalitenin sürekli

arttırılması ile sıfır hataya ulaşılması, esnekliğin arttırılması ile son kullanıcıların gereksinimlerinin karşılanması ve tedarik zincirinin farklı halkalarında gecikme sürelerinin azaltılması mümkündür (Amin ve Razmi, 2009: 8639). Tedarik zinciri yönetiminin temel amacı, bir ürünün tedarik zincirini oluşturan her bir işletmenin aynı amaçlar doğrultusunda çalışmasının sağlanmasıdır. Bu nedenle, tedarik zinciri üyelerini birbirinden bağımsız olarak düşünmemek gerekir. Her bir zincir üyesi hem kendi performanslarını geliştirmeli hem de diğer zincir üyelerinin performansları ile yakından ilgilenmelidir. Aksi halde, aynı zincir içerisinde bulunan diğer üyelerin başarısızlığı tüm zinciri olumsuz yönde etkileyecektir (Akman ve Alkan, 2006: 25).

Tedarikçi değerlendirme problemi, pek çok nitel ve nicel karakterli kriterin eş zamanlı olarak karara katılımını gerektiren bir çok kriterli karar problemidir. Her tedarikçinin çeşitli güçlü ve zayıf yanları bulunmaktadır (Liu ve Hai, 2005: 308). İşletmeler, girdi sağladığı tedarikçilerin düzenli olarak değerlendirmesini yaparak tedarik zincirinin başarılı bir şekilde işlemlerini sağlayabilirler. Potansiyel tedarikçilerin değerlendirilmesi için kullanılan detayların düzeyi ise işletmenin gereksinimlerine bağlı olarak değişmektedir. Genel amaç en iyi performans gösteren tedarikçinin belirlenmesidir. Tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan kriterler değerlendirilecek olan tüm tedarikçilere uygulanabilir olmalıdır ve işletmenin tedarik gereksinimlerini ve teknoloji stratejisini yansıtmalıdır. İşletmelerin gereksinimlerini gerekli kriterlere dönüştürmek kolay olmayabilir, çünkü kriterler genellikle nitel olarak ifade edilmektedirler. İşletmenin seçim kriterleri belirlenirken söz konusu kriterlerin uygulamada kullanılabilir olmasına dikkat edilmelidir (Kahraman, Cebeci ve Ulukan, 2003: 382).

Yapılan çalışma kapsamında, bir ekmek fabrikasının tedarikçi değerlendirme süreci incelenmiştir. Tedarikçilerin değerlendirilmesinde iki karar vericinin aktif rol oynayacağı düşünülerek, çok kriterli bir grup karar verme tekniği olan bulanık TOPSIS algoritması kullanılmıştır. Bulanık TOPSIS algoritmasının tedarikçi değerlendirme sürecine uygunluğunun ve karar vericilerin bireysel kararları arasındaki ilişkinin belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmanın birinci bölümünde genel bir giriş yer almaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde, bulanık kümeler, bulanık sayılar ve üçgensel bulanık sayılarda işlemler, üçüncü bölümünde ise bulanık TOPSIS algoritması ele alınmıştır. Çalışmanın son bölümünde, bir ekmek fabrikasının tedarikçi değerlendirme sürecinde bulanık TOPSIS algoritmasının uygulanması ve karar vericilerin bireysel kararları arasındaki ilişkinin Spearman sıra korelasyon katsayısı ile ölçümü yer almaktadır.

2. BULANIK KÜMELER VE BULANIK SAYILAR

2.1. Bulanık Kümeler

Bulanık küme teorisi Zadeh (1965) tarafından geliştirilmiştir. Her bulanık küme, $\mu_{\tilde{A}}(x)$ üyelik fonksiyonu tarafından tanımlanmaktadır. Söz konusu üyelik fonksiyonunun değeri, x elemanın \tilde{A} bulanık kümesine hangi derecede üye olduğunun göstergesidir (Chu, 2002: 689).

Bir \tilde{A} bulanık kümesi, her bir elemanı 0 ile 1 arasında değişen üyelik değerine sahip bir fonksiyon ile ifade edilmektedir (Sofyalıoğlu, 2009: 8). Söz konusu fonksiyona, üyelik fonksiyonu adı verilmektedir. \tilde{A} bulanık kümesi için tanımlanacak olan bir üyelik fonksiyonu, (2.1)'de gösterilmektedir (Höhle ve Rodaugh, 1999: 63).

$$\mu_{\tilde{A}}: E \rightarrow [0, 1] \quad (2.1)$$

2.2. Bulanık Sayılar

Bir bulanık küme içerisindeki tüm bilgiler, bulanık kümenin üyelik fonksiyonu tarafından temsil edilmektedir.

2.2.1. Üyelik fonksiyonları

Üyelik fonksiyonları, 0 ile 1 arasında değerler alan fonksiyonlar ile modellenir. Üyelik fonksiyonları, verilen bir bulanık küme içerisindeki noktaların farklı üyelik derecelerini göstermektedir. Bulanık sayılar, sürekli veya parçalı sürekli üyelik fonksiyonları ile ifade edilmektedir. Üyelik fonksiyonlarından en yaygın olarak kullanılanlar üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonlarıdır.

$\mu_{\tilde{A}}(x)$, üyelik fonksiyonu tarafından tanımlanan bir $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ bulanık sayısı için aşağıda verilen özellikler geçerlidir (Chu ve Lin, 2003: 285).

1. $\mu_{\tilde{A}}(x)$, reel sayılardan $[0, 1]$ kapalı aralığına tanımlanan sürekli bir fonksiyondur.

2. $x \in (-\infty, a_1)$ için $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0$ 'dır.

3. $\mu_{\tilde{A}}(x)$, $[a_1, a_2]$ kapalı aralığında artandır.

4. $\mu_{\tilde{A}}(x)$, $[a_2, a_3]$ kapalı aralığında azalandır.

5. $x = a_2$ ise $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$ 'dir.

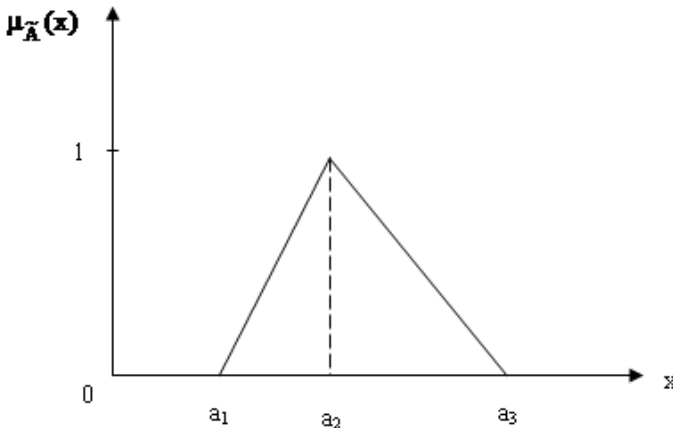
6. $x \in [a_3, \infty)$ ise $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0$ 'dir.

Çalışmanın kapsamı üçgen bulanık sayılardan oluştuğu için burada üçgen bulanık sayı kavramı ve üçgen bulanık sayılarda yapılan işlemler incelenecektir.

2.2.2. Üçgen üyelik fonksiyonu

Bir üçgen üyelik fonksiyonu, üç nokta ile tanımlanmaktadır. $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$. a_1 ve a_3 üyelik fonksiyonunun sınırlarının uç noktalarını ve a_2 'de üçgen bulanık sayının tepe noktasını yani yüksekliğini göstermektedir. Üçgen bir üyelik fonksiyonu ve elemanları (2.2)' de verilen fonksiyon ile ifade edilmekte (Zhang ve Liu, 2006: 8) ve grafik ifadesi ise Şekil 1'de gösterilmektedir (Seçme, Bayrakdaroğlu ve Kahraman, 2009: 11701).

$$\mu_{\tilde{A}}(x; a_1, a_2, a_3) = \begin{cases} a_1 \leq x \leq a_2 & \text{ise, } \frac{(x - a_1)}{(a_2 - a_1)} \\ a_2 \leq x \leq a_3 & \text{ise, } \frac{(a_3 - x)}{(a_3 - a_2)} \\ x > a_3 \text{ veya } x < a_1 & \text{ise, } 0 \end{cases} \quad (2.2)$$



Şekil 1
Üçgen Üyelik Fonksiyonu

İki üçgen bulanık sayı, $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ arasında yapılacak olan toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri (2.3)'te gösterilmektedir (Bector ve Chandra, 2005: 47) (Dağdeviren, Yavuz ve Kılınç, 2008: 8146).

$$\tilde{A}(+) \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(+)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)$$

$$\tilde{A}(-) \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(-)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1)$$

$$\tilde{A}(x) \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(x)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3)$$

$$\tilde{A}(/) \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(/)(b_1, b_2, b_3) = (a_1/b_3, a_2/b_2, a_3/b_1) \quad (2.3)$$

3. BULANIK TOPSIS ALGORİTMASI

Klasik TOPSIS algoritması Yoon ve Hwang (1981) tarafından geliştirilmiştir. TOPSIS ile bulunacak olan çözümde en iyi alternatif, aynı anda pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan alternatiftir (Chu, 2002: 859). TOPSIS algoritması pozitif ve negatif ideal çözümden uzaklıkları kullanarak, alternatifler arasından seçim yapılmasını sağlamaktadır. (Razmi, Songhori ve Khakbaz, 2009: 292).

Uygulamada karşılaşılan problemlerin matematiksel olarak modellenmesinde, bazı durumlarda kesin verilerin kullanılması mümkün olmamaktadır. Kişilerin tercihlerini ifade ettiği sözcükler genellikle bulanıktır ve kişiler değerlendirmelerini kesin sayısal değerlerle yapmakta zorlanırlar. Bulanık çok kriterli bir karar problemi içerisinde bulunan kriterlerin dereceleri ve ağırlıkları sözel değişkenler aracılığıyla ifade edilebilir. (Chen, 2000: 2). Birbirinden farklı nicel ve nitel karakterdeki kriterleri bir arada değerlendirmek ve söz konusu kriterlerin ağırlıklarına dayalı bir sıralama yapılmak isteniyorsa, sözel belirsizliklerin bulunduğu ortamlarda bulanık çok kriterli bir karar verme tekniği olan bulanık TOPSIS algoritması kullanılabilir (Eleren, 2007: 485).

Bulanık TOPSIS algoritması, alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan sözel değişkenler üçgen bulanık sayılar ile ifade edilerek, pozitif ve negatif ideal çözümden uzaklıkların bulunmasında Vertex metodu kullanılarak, Chen (2000) tarafından geliştirilmiştir. Daha sonra Chen, Lin ve Huang (2006) değerlendirmelerinde yamuk bulanık sayıları kullanarak tekniğin farklı bir bakış açısı ile uygulanabileceğini göstermişlerdir. Chu (2002) alternatiflerin sıralanmasında Lio ve Wang (1992)'nin toplam integral yöntemine göre sıralama tekniğini kullanarak, kuruluş yeri

seçiminde, Chu ve Lin (2003), alternatiflerin ağırlıklı ortalama ile sıralanmasını sağlayarak robot seçiminde, Tsaur, Chang ve Yen (2002), alternatifleri ağırlık merkezi yöntemine göre sıralayarak havayolu servis kalitesinin ölçümünde bulanık TOPSIS algoritmasının uygulamasını yapmışlardır.

Bulanık TOPSIS algoritmasının uygulanma adımları aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Chen, 2000: 6):

1. Adım, kriterlerin seçilmesi: Karar vericilerden bir komite oluşturulur ve değerlendirme kriterleri belirlenir.

2. Adım, sözel değişkenler kullanılarak değerlendirmelerin yapılması: Kriterlerin önem ağırlıkları için uygun sözel değişkenler seçilir ve kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi sözel değişkenler kullanılarak yapılır.

3. Adım, değerlendirmelerin bulanık sayılara dönüştürülmesi: Karar vericilerin önem ağırlıkları ve alternatiflerin değerlendirilmesi için belirledikleri sözel değişkenler üçgen veya yamuk bulanık sayılara dönüştürülür.

4. Adım, karar matrislerinin oluşturulması: Bulanık karar matrisi ve normalize edilmiş bulanık karar matrisi oluşturulur.

5. Adım, ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisinin belirlenmesi: Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi elde edilir.

6. Adım, negatif ve pozitif ideal çözümün belirlenmesi: Bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm belirlenir.

7. Adım, uzaklıkların hesaplanması: Her bir alternatifin bulanık pozitif ideal çözümden ve bulanık negatif ideal çözümden uzaklıkları hesaplanır.

8. Adım, yakınlık katsayılarının bulunması: Her alternatif için yakınlık katsayıları bulunur.

9. Adım, alternatiflerin sıralanması: Yakınlık katsayılarına bakılarak, tüm alternatifler sıralanır ve en yüksek yakınlık katsayısına sahip olan alternatif seçilir. Yakınlık katsayısının yüksek olması, bir alternatifin bulanık pozitif ideal çözüme daha yakın ve bulanık negatif ideal çözüme daha uzak olduğunun göstergesidir.

10. Adım, sürecin değerlendirilmesi ve geri besleme: Alternatiflerin sıralanması yapıldıktan sonra yakınlık katsayılarının değerlerine bakılarak seçimin risk içerip içermediği kontrol edilir. Eğer yakınlık katsayısının değeri riskli bölgede yer alıyorsa karar vericilerden değerlendirmelerini tekrar yapmaları istenebilir veya sürece yeni adayların katılımı sağlanabilir.

Bulanık sayılar arasındaki uzaklıkların bulunması için iki bulanık sayı arasındaki uzaklığın hesaplanması için geliştirilen Vertex metodu kullanılmaktadır. $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ iki üçgen bulanık sayıyı göstermek üzere, \tilde{A} ve \tilde{B} arasındaki uzaklığın Vertex metodu ile hesaplanması (3.1)'de gösterilmektedir (Zhang ve Lu, 2003: 506).

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{1/3(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2} \quad (3.1)$$

Bulanık TOPSIS algoritması uygulanırken Vertex metodu, bulanık sayılar ile ifade edilen alternatiflerin bulanık pozitif ideal çözümden ve bulanık negatif ideal çözümden uzaklıklarının hesaplanması için gerekmektedir.

Bulanık TOPSIS algoritması, bulanık ortamlarda oluşan grup karar verme problemlerinin çözümü için uygun bir yaklaşımdır. Kriterler için önem ağırlıkları ve alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan niteliksel kriterlerin dereceleri sözel değişkenler ile ifade edilmektedir (Chen, 2000: 4). Kullanılan sözel değişkenler ve değerlendirme için kullanılan söz konusu değişkenlerin üçgen bulanık sayı olarak ifadeleri Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmektedir (Wang ve Elhag, 2006: 314).

Tablo 1. Kriterler İçin Görelî Önem Ağırlıklarını Gösteren Sözel Değişkenler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak İfadeleri

Sözel Değişken	Üçgen Bulanık Sayı
Çok Düşük (ÇD)	(0, 0, 0.1)
Düşük (D)	(0, 0.1, 0.3)
Biraz Düşük (BD)	(0.1, 0.3, 0.5)
Orta (O)	(0.3, 0.5, 0.7)
Biraz Yüksek (BY)	(0.5, 0.7, 0.9)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.9, 1.0)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9, 1.0, 1.0)

Tablo 2. Alternatiflerin Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Sözel Değişkenler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak İfadeleri

Sözel Değişken	Üçgen Bulanık Sayı
Çok Kötü (ÇK)	(0, 0, 1)
Kötü (K)	(0, 1, 3)
Biraz Kötü (BK)	(1, 3, 5)
Orta (O)	(3, 5, 7)
Biraz İyi (Bİ)	(5, 7, 9)
İyi (İ)	(7, 9, 10)
Çok İyi (Çİ)	(9, 10, 10)

Bulanık çok kriterli bir karar problemi, matris formatında (3.2)'de verildiği gibi ifade edilmektedir (Jahanshahloo, Lotfi ve Izadikhah, 2006:1548).

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n] \quad (3.2)$$

Burada; \tilde{D} bulanık karar matrisini, \tilde{W} bulanık ağırlıklar matrisini, n kriter sayısını ve m alternatif sayısını ifade etmektedir. \tilde{x}_{ij} ve \tilde{w}_j sözel değişkenler tarafından tanımlanmaktadır. Söz konusu sözel değişkenler, üçgen bulanık sayılar ile ifade edildiğinde, $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ve $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ şeklinde gösterilebilirler (Chen, 2000: 5).

Bulanık TOPSIS algoritması uygulanırken izlenen adımlar aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

Karar vericiler Tablo 1 ve Tablo 2'de verilen sözel değişkenleri kullanarak, kriterlerin önemini değerlendirmekte ve çeşitli kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesini yapmaktadırlar (Chen, 2000: 5).

Karar verilecek olan bir grup içerisinde K adet kişinin bulunduğu varsayıldığında, kriterlerin önem düzeyleri ve her kriterine göre alternatiflerin değerleri (3.3) ve (3.4)'te verilen formüller ile hesaplanmaktadır (Chen, 2001:68). K 'ncı karar vericinin belirlediği bulanık değerlendirmeler ve önem ağırlıkları sırasıyla $\tilde{x}_{ijk} = (a_{ijk}, b_{ijk}, c_{ijk})$ ve $\tilde{w}_{jk} = (w_{jk1}, w_{jk2}, w_{jk3})$ ile ifade edilmektedir (Chen, Lin ve Hwang, 2006: 294) (Ding, 2011: 346).

$$\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$$

$$a_{ij} = \underset{k}{\text{Minimum}} \{ a_{ijk} \} \quad b_{ij} = \left(\prod_{i=1}^k b_{ijk} \right)^{1/k} \quad c_{ij} = \underset{k}{\text{Maksimum}} \{ c_{ijk} \} \quad (3.3)$$

$$\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}) \tag{3.4}$$

$$w_{j1} = \underset{k}{\text{Minimum}} \{w_{jk1}\} \quad w_{j2} = \left(\prod_{i=1}^k w_{jk2} \right)^{1/k} \quad w_{j3} = \underset{k}{\text{Maksimum}} \{w_{jk3}\}$$

Bulanık karar matrisi kullanılarak normalize edilmiş bulanık karar matrisi $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$ oluşturulur. B kümesi fayda kriterleri kümesini ve C kümesi ise maliyet kriterleri kümesini göstermek üzere normalize edilmiş karar matrisinin hesaplanması (3.5) ve (3.6)'da ifade edilmektedir (Tiryaki ve Ahlatçoğlu, 2005: 147).

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad j \in B$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), \quad j \in C \tag{3.5}$$

$$c_j^* = \underset{i}{\text{Maksimum}} c_{ij} \quad j \in B$$

$$a_j^- = \underset{i}{\text{Minimum}} a_{ij} \quad j \in C \tag{3.6}$$

Normalizasyon metodunun kullanılmasının nedeni, normalize edilmiş üçgen bulanık sayıların [0,1] aralığına ait olmaları özelliğinin korunabilmesidir (Chen, 2000: 5).

Her kriterin farklı önem derecelerinin olduğu düşünüldüğünde ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi ise, (3.7)'de verilen formül ile hesaplanmaktadır (Chen, 2001: 69).

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1,2,\dots,m \quad j = 1,2,\dots,n$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} (\otimes) \tilde{w}_j \tag{3.7}$$

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinde \tilde{v}_{ij} değerleri normalize edilmiş pozitif üçgen bulanık sayılardır ve değerleri [0,1] kapalı aralığında değişmektedir (Chen, 2000: 5).

Daha sonra, bulanık pozitif ideal çözüm (\tilde{A}^+) ve bulanık negatif ideal çözüm (\tilde{A}^-) belirlenmelidir. Bu durum (3.8)'de ifade edilmektedir (Chen, vd, 2006: 295) (Tsaur, Chang ve Yen, 2002: 111).

$$\tilde{A}^+ = (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+)$$

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

$$\tilde{v}_j^+ = \underset{i}{\text{Maksimum}} \{v_{ij4}\}$$

$$\tilde{v}_j^- = \underset{i}{\text{Minimum}} \{v_{ij1}\} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.8)$$

Bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm belirlendikten sonra her bir alternatifin (\tilde{A}^+) ve (\tilde{A}^-) ile olan uzaklıklarının hesaplanması (3.9) ve (3.10)'da gösterilmektedir (Jahanshahloo, Lotfi ve Izadikhah, 2006: 1549).

$$D_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.9)$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.10)$$

Burada, $d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+)$ ve $d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-)$ ifadeleri iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı göstermektedir. Söz konusu uzaklıklar Vertex metodu kullanılarak hesaplanmaktadır.

Bir alternatifin ideal çözüme yakınlık katsayısı (3.11)'de verilen formül ile belirlenmektedir (Torfi, Farahani ve Rezapour, 2010: 523).

$$CC_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad , \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.11)$$

(\tilde{A}^+) 'ya yakın ve (\tilde{A}^-) 'den uzak bir alternatif olan A_i için yakınlık katsayısı değeri 1'e yaklaşmaktadır. Bu durum göz önüne alınarak yakınlık katsayısı değerlerine göre tüm alternatiflerin sıralaması yapılır ve

alternatifler arasından en yüksek yakınlık katsayısına sahip olanı seçilir (Chen, 2000: 6).

$CC_i = 1$ ise $A_i = \tilde{A}^+$ ve $CC_i = 0$ ise $A_i = \tilde{A}^-$ 'dir. Yani bir alternatifin yakınlık katsayısı "1"e eşit ise söz konusu alternatifin değeri bulanık pozitif ideal çözüme, "0" a eşit ise bulanık negatif ideal çözüme eşittir. Yakınlık katsayıları kullanılarak alternatiflerin sıralaması yapılmaktadır. Alternatifler sıralandıktan sonra, her bir alternatifin yakınlık katsayı değeri için sözel değişkenler tanımlamak daha gerçekçi bir yaklaşım olabilir. Karar verici verilen sözel değişkenleri göz önüne alarak seçtiği en yüksek yakınlık katsayısına sahip alternatifin de değerlendirmesini yapabilir. Yakınlık katsayıları için belirlenecek olan sözel değişkenler Tablo 3' te verilmiştir (Chen, Lin ve Hwang, 2006: 295-296).

Tablo 3. Yakınlık Katsayısı Nedeniyle Seçilen Alternatifin Kabul Durumu

Yakınlık Katsayısı (CC)	Durum Değerlendirmesi
$CC_i \in [0, 0.2)$	Kabul edilmesi önerilmez.
$CC_i \in [0.2, 0.4)$	Yüksek risk ile kabul edilebilir.
$CC_i \in [0.4, 0.6)$	Düşük risk ile kabul edilebilir.
$CC_i \in [0.6, 0.8)$	Kabul edilebilir.
$CC_i \in [0.8, 1.0]$	Kabul edilebilir ve kesinlikle tercih edilebilir.

4. BULANIK TOPSIS İLE TEDARİKÇİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. Çalışmanın Amacı

Yapılan çalışmanın amacı, çok kriterli bir bulanık grup karar verme tekniği olan Bulanık TOPSIS algoritmasının tedarikçi değerlendirme problemine uygunluğunun değerlendirilmesidir. Ayrıca, karar vericilerin bireysel kararları arasındaki ilişkinin Spearman sıra korelasyon katsayısı ile ölçülmesi ve söz konusu ilişkinin yorumlanması amaçlanmaktadır.

4.2. Çalışmanın Kapsamı

Tedarikçi değerlendirme süreci incelenen ekmek fabrikası 1974 yılında kurulmuştur. İşletme faaliyetlerini 2000 m² üzerinde ekmek ve unlu

mamuller üretimi yaparak sürdürmektedir. İşletmeye ait bir fabrika satış mağazası ile iki adet perakende satış mağazası bulunmaktadır. İşletmenin günlük 2.6 ton un işleme kapasitesi bulunmakta fakat bu kapasitenin dönemsel talep artış ve azalışları göz önünde alındığında günlük 1.6 ile 1.9 ton arası kullanımı gerçekleştirilmektedir. İşletme, Bursa ili ve çevresinde alışveriş merkezlerine, fabrika yemekhanelerine ve yemek şirketlerine ürün tedarik etmektedir.

İşletme, etkili bir yönetim sisteminin nasıl kurulabileceğini, dökümanite edileceğini ve sürdürülebileceğini gösteren, işletmenin müşteri odaklı çalışmasını, çalışanların yönetime katılımını, süreçlerde sürekli iyileştirme yapılmasını, yönetimde sistem ve süreç yaklaşımlarının benimsenmesini ve karşılıklı çıkara dayalı tedarikçi ilişkilerinin geliştirilmesi prensiplerini benimseyen ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi ve güvenilir ürünlerin tüketiciye sunulması amacıyla düzgün işleyen bir sistemin oluşturulması ve korunması temeline dayalı, güvenli gıda tedarik edilmesini sağlamak amacıyla düzenlenmiş ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi kalite belgelerine sahiptir. ISO 9001 belgesi denetimleri kapsamında düzenli olarak tedarikçilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Yapılan çalışma kapsamında, karar vericiler tedarikçilerini belirlenen kriterlere göre değerlendirmişlerdir. Tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan kriterler fabrikanın satın alma politikaları göz önünde bulundurularak karar vericiler ile birlikte belirlenmiştir. Karar vericiler tarafından yapılan sözel değerlendirmeler üçgen bulanık sayılar ile ifade edilmiş ve ekmek fabrikasının tedarikçileri Bulanık TOPSIS algoritması ile sıralanmıştır. Birinci karar vericinin kararı, ikinci karar vericinin kararı ve grup kararı ayrı ayrı hesaplanmış ve birinci ve ikinci karar vericilerin değerlendirmeleri sonucu belirlenen sıralamalar Spearman sıra korelasyon katsayısı kullanılarak karşılaştırılmıştır.

4.3. Çalışmanın Yöntemi

Yapılan çalışmada ekmek fabrikasının tedarikçi değerlendirme problemine uygun bir grup karar verme tekniği olan Bulanık TOPSIS algoritması üçgen bulanık sayılar kullanılarak uygulanmıştır. Ayrıca Spearman sıra korelasyon katsayısı karar vericilerin verdikleri kararlar arasındaki ilişkinin belirlenmesi için hesaplanmıştır.

4.3.1. Spearman sıra korelasyon katsayısı

Doğrusal korelasyon, aralarındaki ilişki hesaplanmaya çalışılan değişkenlerin nicel karakterli olduğu ve ölçümleri ile ilgili doğru bilgilere sahip olduğu varsayımlarına dayanmaktadır. Buna rağmen, karar sürecinde nitel değişkenlerin olduğu durumlarda değişkenler sayısal olarak

ölçülememektedir. Gözlem değerlerinin herhangi bir ölçüte göre sıralandığında değişkenlerin sayısal değerleri yerine sıraları önem kazandığı durumlarda, Spearman sıra korelasyon katsayısının kullanılması mümkündür. Spearman sıra korelasyon katsayısının hesaplanabilmesi için verilerin sırasının bilinmesi yeterli olmaktadır. Sıra korelasyon katsayısı bulunurken öncelikle gözlem değerleri büyüklük, önem vb. açılarından 1, 2,, n kullanılarak belirli bir sıraya dizilmekte daha sonra gerçek değerler yerine söz konusu sıra numaraları arasındaki ilişki ölçülmeye çalışılmaktadır. Spearman sıra korelasyon katsayısı (4.1)'de verilen formül ile hesaplanmaktadır (Serper, 2010: 594-595).

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (4.1)$$

Burada;

r_s : Spearman sıra korelasyon katsayı değerini,

D_i : İki gözlemin sıraları arasındaki farkı

n : Örneklem hacmini göstermektedir.

Sıra korelasyon katsayısının değeri -1 ile $+1$ arasında değişmektedir. $+1$ sıra korelasyon katsayısı değeri gözlemlerin sıraları arasında aynı yönde bire bir değişme olduğunu ve tam pozitif ilişkiyi, -1 sıra korelasyon katsayısı değeri ise, gözlemlerin sıraları arasında zıt yönde bire bir değişme olduğunu ve tam negatif ilişkiyi ifade etmektedir (Serper, 2010: 595).

4.4. Bulanık TOPSIS Algoritmasının Uygulanması

4.4.1. Karar verici ve kriterlerin seçimi

Ekmek fabrikasının tedarikçi değerlendirme sürecinde, fabrikanın satın alma müdürü ve genel müdürü olmak üzere iki karar verici bulunmaktadır. Karar vericiler ile birlikte fabrikanın tedarikçilerinin değerlendirilmesi için kullanılacak olan on adet kriter belirlenmiştir.

K_1 : Ürünün kalitesi

K_2 : Ürünlerdeki kusur miktarı

K_3 : Teslimat

K_4 : Ürün fiyatları

K_5 : Teknolojik kapasite

K_6 : Esneklik

- K₇: Ödeme koşulları
 K₈: Satış sonrası hizmet
 K₉: İlişkilerin yakınlığı
 K₁₀: Anlaşmazlık çözme kapasitesi

4.4.2. Karar vericilerin sözel değişkenler kullanılarak yaptığı değerlendirmeler

Karar vericilerin kriterlerin önem ağırlıkları için yaptıkları sözel değerlendirmeler Tablo 4'te ve tedarikçilerin değerlendirilmesi için kullanılan sözel değişkenler Tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 4. Kriterlerin Önem Ağırlıkları için Sözel Değerlendirmeler

	KRİTERLER									
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀
1. Karar Verici	Y	BY	BD	Y	D	Y	Y	O	BY	O
2. Karar Verici	ÇY	Y	O	Y	D	ÇY	ÇY	O	Y	BD

Tablo 5. Alternatifler için Yapılan Sözel Değerlendirmeler

Karar Vericiler	Kriterler	Tedarikçiler				
		TD ₁	TD ₂	TD ₃	TD ₄	TD ₅
KV ₁	K ₁	Bİ	Çİ	O	İ	İ
	K ₂	Bİ	İ	İ	O	İ
	K ₃	O	Çİ	Bİ	K	O
	K ₄	İ	Bİ	İ	İ	K
	K ₅	O	Çİ	BK	K	İ
	K ₆	O	İ	BK	O	İ
	K ₇	Çİ	İ	İ	İ	İ
	K ₈	O	Çİ	K	Bİ	Çİ
	K ₉	O	İ	Bİ	BK	İ
	K ₁₀	Bİ	İ	O	İ	Çİ
KV ₂	K ₁	O	İ	O	İ	Çİ
	K ₂	Bİ	İ	İ	Bİ	İ
	K ₃	Bİ	Çİ	Bİ	BK	İ
	K ₄	İ	BK	O	Çİ	O
	K ₅	BK	İ	O	O	Çİ
	K ₆	İ	Bİ	K	Bİ	Çİ
	K ₇	İ	O	Bİ	Çİ	İ
	K ₈	BK	Çİ	BK	O	Çİ
	K ₉	BK	İ	İ	K	Çİ
	K ₁₀	O	Çİ	BK	Bİ	Çİ

4.4.3. Kriterlerin bulanık önem ağırlıklarının belirlenmesi

Kriterlerin önem ağırlıkları için karar vericilerin yaptıkları sözel değerlendirmeler üçgen bulanık sayılar ile ifade edilmiş ve karar vericilerin görüşleri grup kararına dönüştürülürken üçgen bulanık sayının alt sınırı için en küçük değerler, üst sınırı için en büyük değerler ve orta noktası için de karar vericilerin değerlendirmelerinin geometrik ortalamaları kullanılmıştır. Birinci karar verici, ikinci karar verici ve grup kararı için belirlenen bulanık önem ağırlıkları Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6. Kriterlerin Önem Ağırlıkları ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak Karşılıkları

	1. Karar Verici			2. Karar Verici			Grup Kararı		
	K ₁	0.7	0.9	1	0.9	1	1	0.7	0.949
K ₂	0.5	0.7	0.9	0.7	0.9	1	0.5	0.794	1
K ₃	0.1	0.3	0.5	0.3	0.5	0.7	0.1	0.387	0.7
K ₄	0.7	0.9	1	0.7	0.9	1	0.7	0.9	1
K ₅	0	0.1	0.3	0	0.1	0.3	0	0.1	0.3
K ₆	0.7	0.9	1	0.9	1	1	0.7	0.949	1
K ₇	0.7	0.9	1	0.9	1	1	0.7	0.949	1
K ₈	0.3	0.5	0.7	0.3	0.5	0.7	0.3	0.5	0.7
K ₉	0.5	0.7	0.9	0.7	0.9	1	0.5	0.794	1
K ₁₀	0.3	0.5	0.7	0.1	0.3	0.5	0.1	0.387	0.7

4.4.4. Bulanık karar matrislerinin belirlenmesi

Karar vericilerin yaptıkları sözel değerlendirmelerin üçgen bulanık sayı olarak karşılıkları bulanık karar matrislerini oluşturmaktadır. Bulanık karar matrisleri oluşturulduktan sonra, söz konusu karar matrislerindeki değerlerin karşılaştırılabilir olması için, tüm tablo değerlerinden en yüksek dereceye sahip olan eleman 10 seçilmiş ve tablo değerleri 10’a bölünerek normalize edilmiş karar matrisleri belirlenmiştir. Bulanık karar matrisleri Tablo 7 ve normalize edilmiş bulanık karar matrisleri Tablo 8’de gösterilmektedir.

Tablo 7. Bulanık Karar Matrisleri

Karar Vericiler	Kriterler	TEDARİKÇİLER														
		TD ₁			TD ₂			TD ₃			TD ₄			TD ₅		
KV ₁	K ₁	5.0	7.0	9.0	9.0	10.0	10.0	3.0	5.0	7.0	7.0	9.0	10.0	7.0	9.0	10.0
	K ₂	5.0	7.0	9.0	7.0	9.0	10.0	7.0	9.0	10.0	3.0	5.0	7.0	7.0	9.0	10.0
	K ₃	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	10.0	5.0	7.0	9.0	0.0	1.0	3.0	3.0	5.0	7.0
	K ₄	7.0	9.0	10.0	5.0	7.0	9.0	7.0	9.0	10.0	7.0	9.0	10.0	0.0	1.0	3.0
	K ₅	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	10.0	1.0	3.0	5.0	0.0	1.0	3.0	7.0	9.0	10.0
	K ₆	3.0	5.0	7.0	7.0	9.0	10.0	1.0	3.0	5.0	3.0	5.0	7.0	7.0	9.0	10.0
	K ₇	9.0	10.0	10.0	7.0	9.0	10.0	7.0	9.0	10.0	7.0	9.0	10.0	7.0	9.0	10.0
	K ₈	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	10.0	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0	9.0	10.0	10.0
	K ₉	3.0	5.0	7.0	7.0	9.0	10.0	5.0	7.0	9.0	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0
	K ₁₀	5.0	7.0	9.0	7.0	9.0	10.0	3.0	5.0	7.0	7.0	9.0	10.0	9.0	10.0	10.0
KV ₂	K ₁	3.0	5.0	7.0	7.0	9.0	10.0	3.0	5.0	7.0	7.0	9.0	10.0	9.0	10.0	10.0
	K ₂	5.0	7.0	9.0	7.0	9.0	10.0	7.0	9.0	10.0	5.0	7.0	9.0	7.0	9.0	10.0
	K ₃	5.0	7.0	9.0	9.0	10.0	10.0	5.0	7.0	9.0	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0
	K ₄	7.0	9.0	10.0	1.0	3.0	5.0	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	10.0	3.0	5.0	7.0
	K ₅	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	3.0	5.0	7.0	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	10.0
	K ₆	7.0	9.0	10.0	5.0	7.0	9.0	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0	9.0	10.0	10.0
	K ₇	7.0	9.0	10.0	3.0	5.0	7.0	5.0	7.0	9.0	9.0	10.0	10.0	7.0	9.0	10.0
	K ₈	1.0	3.0	5.0	9.0	10.0	10.0	1.0	3.0	5.0	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	10.0
	K ₉	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	7.0	9.0	10.0	0.0	1.0	3.0	9.0	10.0	10.0
	K ₁₀	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	10.0	1.0	3.0	5.0	5.0	7.0	9.0	9.0	10.0	10.0
Grup Kararı	K ₁	3.0	5.916	9.0	7.0	9.487	10.0	3.0	5.0	7.0	7.0	9.0	10.0	7.0	9.487	10.0
	K ₂	5.0	7.0	9.0	7.0	9.0	10.0	7.0	9.0	10.0	3.0	5.916	9.0	7.0	9.0	10.0
	K ₃	3.0	5.916	9.0	9.0	10.0	10.0	5.0	7.0	9.0	0.0	1.732	5.0	3.0	6.708	10.0
	K ₄	7.0	9.0	10.0	1.0	4.583	9.0	3.0	6.708	10.0	7.0	9.487	10.0	0.0	2.236	7.0
	K ₅	1.0	3.873	7.0	7.0	9.487	10.0	1.0	3.873	7.0	0.0	2.236	7.0	7.0	9.487	10.0
	K ₆	3.0	6.708	10.0	5.0	7.937	10.0	0.0	1.732	5.0	3.0	5.916	9.0	7.0	9.487	10.0
	K ₇	7.0	9.487	10.0	3.0	6.708	10.0	5.0	7.937	10.0	7.0	9.487	10.0	7.0	9.0	10.0
	K ₈	1.0	3.873	7.0	9.0	10.0	10.0	0.0	1.732	5.0	3.0	5.916	9.0	9.0	10.0	10.0
	K ₉	1.0	3.873	7.0	7.0	9.0	10.0	5.0	7.937	10.0	0.0	1.732	5.0	7.0	9.487	10.0
	K ₁₀	3.0	5.916	9.0	7.0	9.487	10.0	1.0	3.873	7.0	5.0	7.937	10.0	9.0	10.0	10.0

Tablo 8. Bulanık Normalize Edilmiş Karar Matrisleri

Karar Vericiler	Kriterler	TEDARİKÇİLER														
		TD ₁			TD ₂			TD ₃			TD ₄			TD ₅		
KV ₁	K ₁	0.50	0.70	0.90	0.90	1.00	1.00	0.30	0.50	0.70	0.70	0.90	1.00	0.70	0.90	1.00
	K ₂	0.50	0.70	0.90	0.70	0.90	1.00	0.70	0.90	1.00	0.30	0.50	0.70	0.70	0.90	1.00
	K ₃	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00	1.00	0.50	0.70	0.90	0.00	0.10	0.30	0.30	0.50	0.70
	K ₄	0.70	0.90	1.00	0.50	0.70	0.90	0.70	0.90	1.00	0.70	0.90	1.00	0.00	0.10	0.30
	K ₅	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00	1.00	0.10	0.30	0.50	0.00	0.10	0.30	0.70	0.90	1.00
	K ₆	0.30	0.50	0.70	0.70	0.90	1.00	0.10	0.30	0.50	0.30	0.50	0.70	0.70	0.90	1.00
	K ₇	0.90	1.00	1.00	0.70	0.90	1.00	0.70	0.90	1.00	0.70	0.90	1.00	0.70	0.90	1.00
	K ₈	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00	1.00	0.00	0.10	0.30	0.50	0.70	0.90	0.90	1.00	1.00
	K ₉	0.30	0.50	0.70	0.70	0.90	1.00	0.50	0.70	0.90	0.10	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00
	K ₁₀	0.50	0.70	0.90	0.70	0.90	1.00	0.30	0.50	0.70	0.70	0.90	1.00	0.90	1.00	1.00
KV ₂	K ₁	0.30	0.50	0.70	0.70	0.90	1.00	0.30	0.50	0.70	0.70	0.90	1.00	0.90	1.00	1.00
	K ₂	0.50	0.70	0.90	0.70	0.90	1.00	0.70	0.90	1.00	0.50	0.70	0.90	0.70	0.90	1.00
	K ₃	0.50	0.70	0.90	0.90	1.00	1.00	0.50	0.70	0.90	0.10	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00
	K ₄	0.70	0.90	1.00	0.10	0.30	0.50	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00	1.00	0.30	0.50	0.70
	K ₅	0.10	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00	0.30	0.50	0.70	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00	1.00
	K ₆	0.70	0.90	1.00	0.50	0.70	0.90	0.00	0.10	0.30	0.50	0.70	0.90	0.90	1.00	1.00
	K ₇	0.70	0.90	1.00	0.30	0.50	0.70	0.50	0.70	0.90	0.90	1.00	1.00	0.70	0.90	1.00
	K ₈	0.10	0.30	0.50	0.90	1.00	1.00	0.10	0.30	0.50	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00	1.00
	K ₉	0.10	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00	0.70	0.90	1.00	0.00	0.10	0.30	0.90	1.00	1.00
	K ₁₀	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00	1.00	0.10	0.30	0.50	0.50	0.70	0.90	0.90	1.00	1.00
Grup Kararı	K ₁	0.30	0.592	0.90	0.70	0.949	1.00	0.30	0.50	0.70	0.70	0.90	1.00	0.70	0.949	1.00
	K ₂	0.50	0.70	0.90	0.70	0.90	1.00	0.70	0.90	1.00	0.30	0.592	0.90	0.70	0.90	1.00
	K ₃	0.30	0.592	0.90	0.90	1.00	1.00	0.50	0.70	0.90	0.00	0.173	0.50	0.30	0.671	1.00
	K ₄	0.70	0.90	1.00	0.10	0.458	0.90	0.30	0.671	1.00	0.70	0.949	1.00	0.00	0.224	0.70
	K ₅	0.10	0.387	0.70	0.70	0.949	1.00	0.10	0.387	0.70	0.00	0.224	0.70	0.70	0.949	1.00
	K ₆	0.30	0.671	1.00	0.50	0.794	1.00	0.00	0.173	0.50	0.30	0.592	0.90	0.70	0.949	1.00
	K ₇	0.70	0.949	1.00	0.30	0.671	1.00	0.50	0.794	1.00	0.70	0.949	1.00	0.70	0.90	1.00
	K ₈	0.10	0.387	0.70	0.90	1.00	1.00	0.00	0.173	0.50	0.30	0.592	0.90	0.90	1.00	1.00
	K ₉	0.10	0.387	0.70	0.70	0.90	1.00	0.50	0.794	1.00	0.00	0.173	0.50	0.70	0.949	1.00
	K ₁₀	0.30	0.592	0.90	0.70	0.949	1.00	0.10	0.387	0.70	0.50	0.794	1.00	0.90	1.00	1.00

Tablo 9. Bulanık Ağırlıklı Normalize Edilmiş Karar Matrisleri

Karar Vericiler	Kriterler	TEDARİKÇİLER														
		TD ₁			TD ₂			TD ₃			TD ₄			TD ₅		
KV ₁	K ₁	0.35	0.63	0.90	0.63	0.90	1.00	0.21	0.45	0.70	0.49	0.81	1.00	0.49	0.81	1.00
	K ₂	0.25	0.49	0.81	0.35	0.63	0.90	0.35	0.63	0.90	0.15	0.35	0.63	0.35	0.63	0.90
	K ₃	0.03	0.15	0.35	0.09	0.30	0.50	0.05	0.21	0.45	0.00	0.03	0.15	0.03	0.15	0.35
	K ₄	0.49	0.81	1.00	0.35	0.63	0.90	0.49	0.81	1.00	0.49	0.81	1.00	0.00	0.09	0.30
	K ₅	0.00	0.05	0.21	0.00	0.10	0.30	0.00	0.03	0.15	0.00	0.01	0.09	0.00	0.09	0.30
	K ₆	0.21	0.45	0.70	0.49	0.81	1.00	0.07	0.27	0.50	0.21	0.45	0.70	0.49	0.81	1.00
	K ₇	0.63	0.90	1.00	0.49	0.81	1.00	0.49	0.81	1.00	0.49	0.81	1.00	0.49	0.81	1.00
	K ₈	0.09	0.25	0.49	0.27	0.50	0.70	0.00	0.05	0.21	0.15	0.35	0.63	0.27	0.50	0.70
	K ₉	0.15	0.35	0.63	0.35	0.63	0.90	0.25	0.49	0.81	0.05	0.21	0.45	0.35	0.63	0.90
	K ₁₀	0.15	0.35	0.63	0.21	0.45	0.70	0.09	0.25	0.49	0.21	0.45	0.70	0.27	0.50	0.70
KV ₂	K ₁	0.27	0.50	0.70	0.63	0.90	1.00	0.27	0.50	0.70	0.63	0.90	1.00	0.81	1.00	1.00
	K ₂	0.35	0.63	0.90	0.49	0.81	1.00	0.49	0.81	1.00	0.35	0.63	0.90	0.49	0.81	1.00
	K ₃	0.15	0.35	0.63	0.27	0.50	0.70	0.15	0.35	0.63	0.03	0.15	0.35	0.21	0.45	0.70
	K ₄	0.49	0.81	1.00	0.07	0.27	0.50	0.21	0.45	0.70	0.63	0.90	1.00	0.21	0.45	0.70
	K ₅	0.00	0.03	0.15	0.00	0.09	0.30	0.00	0.05	0.21	0.00	0.05	0.21	0.00	0.10	0.30
	K ₆	0.63	0.90	1.00	0.45	0.70	0.90	0.00	0.10	0.30	0.45	0.70	0.90	0.81	1.00	1.00
	K ₇	0.63	0.90	1.00	0.27	0.50	0.70	0.45	0.70	0.90	0.81	1.00	1.00	0.63	0.90	1.00
	K ₈	0.03	0.15	0.35	0.27	0.50	0.70	0.03	0.15	0.35	0.09	0.25	0.49	0.27	0.50	0.70
	K ₉	0.07	0.27	0.50	0.49	0.81	1.00	0.49	0.81	1.00	0.00	0.09	0.30	0.63	0.90	1.00
	K ₁₀	0.03	0.15	0.35	0.09	0.30	0.50	0.01	0.09	0.25	0.05	0.21	0.45	0.09	0.30	0.50
Grup Kararı	K ₁	0.21	0.561	0.90	0.49	0.90	1.00	0.21	0.475	0.70	0.49	0.854	1.00	0.49	0.90	1.00
	K ₂	0.25	0.556	0.90	0.35	0.715	1.00	0.35	0.715	1.00	0.15	0.47	0.90	0.35	0.715	1.00
	K ₃	0.03	0.229	0.63	0.09	0.387	0.70	0.05	0.271	0.63	0.00	0.067	0.35	0.03	0.26	0.70
	K ₄	0.49	0.81	1.00	0.07	0.412	0.90	0.21	0.604	1.00	0.49	0.854	1.00	0.00	0.201	0.70
	K ₅	0.00	0.039	0.21	0.00	0.095	0.30	0.00	0.039	0.21	0.00	0.022	0.21	0.00	0.095	0.30
	K ₆	0.21	0.637	1.00	0.35	0.753	1.00	0.00	0.164	0.50	0.21	0.561	0.90	0.49	0.90	1.00
	K ₇	0.49	0.90	1.00	0.21	0.637	1.00	0.35	0.753	1.00	0.49	0.90	1.00	0.49	0.854	1.00
	K ₈	0.03	0.194	0.49	0.27	0.50	0.70	0.00	0.087	0.35	0.09	0.296	0.63	0.27	0.50	0.70
	K ₉	0.05	0.308	0.70	0.35	0.715	1.00	0.25	0.63	1.00	0.00	0.138	0.50	0.35	0.753	1.00
	K ₁₀	0.03	0.229	0.63	0.07	0.367	0.70	0.01	0.15	0.49	0.05	0.307	0.70	0.09	0.387	0.70

4.4.5. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrislerinin belirlenmesi

Birinci karar vericinin, ikinci karar vericinin ve grup kararının normalize edilmiş bulanık karar matrisleri ile her bir kriter için belirlenen önem ağırlıkları çarpılarak ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisleri belirlenmiştir. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisleri Tablo 9’da verilmiştir.

4.4.6. Pozitif ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi

Her bir kriter için tedarikçiler değerlendirilirken kullanılan minimum ve maksimum değerler belirlenerek pozitif ideal çözümlere (\tilde{A}^+) ve negatif ideal çözümlere (\tilde{A}^-) ulaşılmıştır.

1. karar verici:

$$\tilde{A}^+ = [(1, 1, 1), (0.9, 0.9, 0.9), (0.5, 0.5, 0.5), (1, 1, 1), (0.3, 0.3, 0.3), (1, 1, 1), (1, 1, 1), (0.7, 0.7, 0.7), (0.9, 0.9, 0.9), (0.7, 0.7, 0.7)]$$

$$\tilde{A}^- = [(0.21, 0.21, 0.21), (0.15, 0.15, 0.15), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0.07, 0.07, 0.07), (0.49, 0.49, 0.49), (0, 0, 0), (0.05, 0.05, 0.05), (0.09, 0.09, 0.09)]$$

2. karar verici:

$$\tilde{A}^+ = [(1, 1, 1), (1, 1, 1), (0.7, 0.7, 0.7), (1, 1, 1), (0.3, 0.3, 0.3), (1, 1, 1), (1, 1, 1), (0.7, 0.7, 0.7), (1, 1, 1), (0.5, 0.5, 0.5)]$$

$$\tilde{A}^- = [(0.27, 0.27, 0.27), (0.35, 0.35, 0.35), (0.03, 0.03, 0.03), (0.07, 0.07, 0.07), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0.27, 0.27, 0.27), (0.03, 0.03, 0.03), (0, 0, 0), (0.01, 0.01, 0.01)]$$

Grup kararı:

$$\tilde{A}^+ = [(1, 1, 1), (1, 1, 1), (0.7, 0.7, 0.7), (1, 1, 1), (0.3, 0.3, 0.3), (1, 1, 1), (1, 1, 1), (0.7, 0.7, 0.7), (1, 1, 1), (0.7, 0.7, 0.7)]$$

$$\tilde{A}^- = [(0.21, 0.21, 0.21), (0.15, 0.15, 0.15), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0.21, 0.21, 0.21), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0.01, 0.01, 0.01)]$$

4.4.7. Bulanık pozitif ve negatif ideal çözümden uzaklıkların hesaplanması ve yakınlık katsayılarının bulunması

Bulanık pozitif ve negatif çözümden uzaklıklar Vertex metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Daha sonra söz konusu uzaklıklardan yakınlık katsayılarına ulaşılmış ve birinci karar vericinin, ikinci karar vericinin ve grup kararının sıralamaları ayrı ayrı bulunmuştur. Bu hesaplama ve sıralamaların özeti Tablo 10’da gösterilmektedir.

4.4.8. Spearman sıra korelasyon katsayısının hesaplanması

Birinci ve ikinci karar verici tarafından yapılan sıralamalar arasındaki ilişkinin yönünün ve düzeyinin belirlenmesi için Spearman sıra korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Söz konusu hesaplama Tablo 11’de gösterilmektedir.

Tablo 10. Pozitif ve Negatif İdeal Çözümde Uzaklıklar ve Yakınlık Katsayılarına Göre Tedarikçilerin Sıralamaları

Karar Vericiler	Tedarikçiler	d_j^+	d_j^-	CC_i	Sıralama
KV ₁	TD ₁	3.916	3.972	0.496	3
	TD ₂	4.998	3.056	0.621	1
	TD ₃	3.528	4.385	0.446	5
	TD ₄	3.699	4.178	0.470	4
	TD ₅	4.356	3.637	0.545	2
KV ₂	TD ₁	4.045	3.989	0.503	4
	TD ₂	4.617	3.519	0.567	2
	TD ₃	3.477	4.538	0.434	5
	TD ₄	4.199	3.769	0.527	3
	TD ₅	5.440	2.621	0.675	1
Grup Kararı	TD ₁	4.532	4.697	0.509	3
	TD ₂	3.952	5.424	0.578	2
	TD ₃	4.969	4.185	0.457	5
	TD ₄	4.520	4.609	0.505	4
	TD ₅	3.819	5.425	0.587	1

Tablo 11. Spearman Sıra Korelasyon Katsayısının Hesaplanması

	1. Karar Verici İçin Yapılan Sıralama	2. Karar Verici İçin Yapılan Sıralama	Sıralar Arasındaki Farklar D_i	$(D_i)^2$
TD ₁	3	4	-1	1
TD ₂	1	2	-1	1
TD ₃	5	5	0	0
TD ₄	4	3	1	1
TD ₅	2	1	1	1
TOPLAM			0	4
Spearman Sıra Korelasyon Katsayısı			$r_s = 0.80$	

İki karar vericinin bireysel kararları arasındaki ilişkiyi gösteren Spearman sıra korelasyon katsayısı $r_s = 0.80$ olarak bulunmuştur. Bu durum, karar vericilerin yaptıkları sözel değerlendirmeler sonucunda elde edilen yakınlık katsayısı sıralamaları arasında yüksek derecede pozitif yönlü bir ilişki bulunduğunun göstergesidir. Buradan hareketle, karar vericilerin tedarikçilerin performansları ile ilgili çoğunlukla aynı fikirde oldukları söylenebilir. Karar vericilerin bireysel kararları arasındaki ilişki düzeylerinin ve bu ilişkilerin hangi yönde olduğunun belirlenmesi, grup kararı alınırken karar vericilerin kriterler ve alternatifler için yaptıkları değerlendirmelerde çatışma yaşayıp yaşamadıkları hakkında bilgi sağlayan bir gösterge olarak düşünülebilir. Yapılan sıralamalar arasında çok büyük farklar olduğunda, bu durumun üst yönetim tarafından araştırılması grup kararının verilmesinde karar vericilerin objektiflik düzeylerinin değerlendirilmesi açısından yararlı bilgiler sağlayabilir.

5. SONUÇ

İşletmelerde, gerek ürünlerin gerekse hizmetlerin kalitesinin artırılabilmesi ve sürdürülebilmesi için tedarikçiler ile ilişkilerin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Zamanında ve istenilen özelliklerde ürünlerin tedarik edilmesiyle üretimde aksamalar ve hatalar azaltılabilmektedir. Bu nedenle tedarik zincirinin her bir halkasının birbiri ile iyi ilişkiler kurması gerekmektedir. İşletmelerin mevcut tedarikçilerinin performansları hakkında düzenli bilgi edinilmesi oldukça önemlidir. Dolayısıyla tedarikçilerin değerlendirilmesi problemi ile sıklıkla karşı karşıya kalınmaktadır. Tedarikçi değerlendirme süreci bir çok kriterli karar sürecidir. Nitel ve Nicel karakterli olabilen pek çok kriterin aynı anda karara katılımını gerektirmektedir. Böyle

bir karar sürecinde karar vericilerin de bireyler olmasından kaynaklanan bir belirsizlik ortaya çıkmaktadır.

Karar vericiler, kriterleri ve alternatifleri değerlendirirken kesin sayılar yerine sözel değerlendirmeler yapmayı tercih etmektedirler. Bu nedenle, bu çalışmada, özellikle birden çok karar vericinin bulunduğu karar ortamlarında, nitel ve nicel kriterlerin bir arada karar sürecine katılımını sözel değerlendirmelerin yapılması ile sağlayan Bulanık TOPSIS algoritması kullanılmıştır.

Yapılan çalışmada, bir ekmek fabrikasının mevcut tedarikçileri, karar vericiler tarafından belirlenen on adet karar kriteri için sözel değişkenler kullanılarak değerlendirilmiştir. Söz konusu sözel değerlendirmeler üçgen bulanık sayılar ile ifade edilmiş ve tedarikçilerin sıralanması bulanık TOPSIS algoritması kullanılarak yapılmıştır.

Algoritmanın uygulanması sonucu, karar vericiler için en önemli kriterlerin ürünün kalitesi, ödeme koşulları, esneklik ve ürün fiyatları olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, söz konusu kriterler açısından yüksek performans gösteren tedarikçilerin sıralamada daha üst basamaklarda yer alması kaçınılmazdır. Değerlendirmeler birinci ve ikinci karar vericiler için ayrı ayrı yapılmış ve ayrıca grup kararı da belirlenmiştir. Birinci karar verici için en yüksek performans gösteren tedarikçi TD₂ iken, ikinci karar verici için en iyi tedarikçi TD₅ olarak belirlenmiştir. Her iki karar vericinin ortak değerlendirmeleri sonucu oluşan grup kararında ise en iyi performans gösteren tedarikçi TD₅'tir.

Ayrıca, birinci ve ikinci karar vericinin yaptığı sözel değerlendirmeler sonucu oluşan sıralamalar kullanılarak hesaplanan $r_s = 0.80$ sıra korelasyon katsayısı ise, karar vericilerin sıralamaları arasında yüksek derecede pozitif yönlü bir ilişki bulunduğu anlamına gelmektedir.

KAYNAKÇA

- Akman, G., Alkan, A. (2006), Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5 (9), 23-46.
- Amin, Saman, Hassanzadeh, Razmi Jafar (2009), An Integrated Fuzzy Model For Supplier Management: A Case Study Of ISP Selection And Evaluation, *Expert Systems With Applications*, 36, 8639-8648.
- Bector, C.R., Chandra, S. (2005), Fuzzy Mathematical Programming And Fuzzy Matrix Games, *Studies In Fuzziness And Soft Computing*, **Springer**, Germany.
- Chen, Chen-Tung (2000), Extensions Of The TOPSIS For Group Decision Making Under Fuzzy Environment, *Fuzzy Sets And Systems*, 114, 1-9.

- Chen, Chen-Tung (2001), A Fuzzy Approach To Select The Location Of The Distribution Center, *Fuzzy Sets And Systems*, 118, 65-73.
- Chen, Chen-Tung, Lin, Ching-Torng, Hwang, Sue-Fn (2006), A Fuzzy Approach For Supplier Evaluation And Selection In Supply Chain Management, *International Journal Of Production Economics*, 102, 289-301.
- Chu, Ta-Chung (2002), Facility Location Selection Using Fuzzy TOPSIS Under Group Decisions, International Journal Of Uncertainty, *Fuzziness And Knowledge-Based Systems*, 10 (6), 687-701.
- Chu, T.C. (2002), Selecting Plant Location Via A Fuzzy TOPSIS Approach, The *International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 20, 859-864.
- Chu, T.C., Lin, Y.C. (2003), A Fuzzy TOPSIS For Robot Selection, *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 21, 284-290.
- Dağdeviren, Metin, Eren, Tamer (2001), Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0 – 1 Hedef programlama Yöntemlerinin Kullanılması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 41-52.
- Dağdeviren, Metin, Yavuz, Serkan, Kılınç, Nevzat (2008), Weapon Selection Using The AHP And TOPSIS Methods Under Fuzzy Environment, *Expert Systems With Applications*, 36 (4), 8143-8151.
- Ding, Ji-Feng (2011), An Integrated Fuzzy TOPSIS Method For Ranking Alternatives And Its Application, *Journal Of Marine Science And Technology*, 19 (4), 341-352.
- Eleren, Ali (2007), Kuruluş Yeri Seçiminin Fuzzy TOPSIS Yöntemi İle Belirlenmesi: Deri Sektörü Örneği, *Akdeniz İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13, 280-295.
- Hohle, Ulrich , Rodahaugh, Stephen E. (1999), *Mathematics Of Fuzzy Sets, Logic, Topology And Measure Theory*, Kluwer Academic Publishers, USA.
- Jahanshahloo, G.R., Lotfi Hosseinzadeh F., Izadikhah M. (2006), Extension Of The TOPSIS Method For Decision Making Problems With Fuzzy Data, *Applied Mathematics And Computation*, 181,1544-1551.
- Kahraman, C., Cebeci, U., Ulukan, Z. (2003), Multi-Criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP, *Logistics Information Management*, 16 (6), 382–394.
- Liou, T.S., Wang, M.J. (1992), Ranking Fuzzy Numbers With Integral Value, *Fuzzy Sets and Systems*, 50, 247-255.
- Liu, Fuh-Hwa, Franklin, Hai-Hui (2005), The Voting Analytic Hierarchy Process Method For Selection Supplier, *International Journal Of Production Economics*, 97, 308-317.
- Massad, Eduardo, Ortega Neil R. S. (2008), *Fuzzy Logic in Action: Applications in Epidemiology and Beyond*, Studies in Fuzziness and Soft Computing, Springer, Berlin.

- Özdemir, Ali İhsan, Seçme, Neşe Yalçın (2009), İki Aşamalı Stratejik Tedarikçi Seçiminin Bulanık TOPSIS Yöntemi İle Analizi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1 (2), 79-112.
- Razmi, Jafar-Songhori, Mahsen Jafari, Khakbaz, Mohammad Hossein (2009), An Integrated Fuzzy Group Decision Making/Fuzzy Linear Programming (FGDMLP) Framework For Supplier Evaluation And Order Allocation, *International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 43, 590-607.
- Ross, Timothy J. (2004), *Fuzzy Logic With Engineering Applications*, John Wiley & Sons Ltd., USA.
- Seçme, Neşe, Bayraktaroğlu, Ali, Kahraman, Cengiz (2009), Fuzzy Performance Evaluation in Turkish Banking Sector Using Analytic Hierarchy Process And TOPSIS, *Expert Systems With Applications*, 36, 11699-11709.
- Serper, Özer (2010), *Uygulamalı İstatistik*, 6. Baskı, Ezgi Kitabevi, Bursa.
- Sofyalıoğlu, Çiğdem (2009), Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci İle Uygun Altı Sigma Metodolojisinin Seçimi, *Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 16 (2), 1-17.
- Timor, Mehpare (2011), Analitik Hiyerarşi Proses, Türkmen Kitabevi, İstanbul.
- Tiryaki, F., Ahlatcıoğlu, M. (2005), Fuzzy Stock Selection Using A New Fuzzy Ranking And Weighting Algorithm, *Applied Mathematics And Computation*, 170 (1), 144-157.
- Torfi, Fatameh, Farahani, Reza, Rezapour, Shabnam (2010), Fuzzy AHP To Determine The Relative Weights Of Evaluation Criteria And Fuzzy TOPSIS To Rank The Alternatives, *Applied Soft Computing*, 10 (2), 520-528.
- Tsaur, Sheng, Chang, Te Yi, Chang, Hua (2002), The Evaluation Of Airline Service Quality By Fuzzy MCDM, *Tourism Management*, 23, 107-115.
- Wang, Ying-Ming, Elhag, Taha M.S. (2006), Fuzzy TOPSIS Method Based On Alpha Level Sets With An Application To Bridge Risk Assessment, *Expert Systems With Applications*, 31, 309-319.
- Ulucan, Aydın (2004), *Yöneylem Araştırması: İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme*, Siyasal Kitabevi, Ankara.
- Yılmaz, Zekai (2004), *Sayısal Yöntemler, Ekin Kitabevi, Bursa*.
- Yoon, K.P., Hwang, C.L. (1981), *Multiple Attribute Decision Making: Methods And Applications*, Springer-Verlag, Berlin.
- Zadeh, Lotfi A. (1965), Fuzzy Sets, *Information And Control*, 8, 338-353.
- Zhang, Guangquan, Lu, Jie (2003), An Integrated Group Decision Making Method Dealing With Fuzzy Preferences For Alternatives And Individual Judgements For Selection Criteria, *Group Decision And Negotiation*, 12, 501-515.
- Zhang, Huaguang, Liu, Derong (2006), *Fuzzy Modeling And Fuzzy Control*, Control Engineering Book Series, Birkhauser, Boston.