

BULANIK TOPSIS YÖNTEMİYLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Necdet ÖZÇAKAR

İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi

H. Handan DEMİR

İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi

ÖZET

Tedarik zinciri yönetiminin önemli bir halkasını oluşturan tedarikçi seçimi, işletmelerin aldığı stratejik kararlardan biridir. Bu çalışmanın amacı, bir gıda işletmesindeki karar vericilerle yapılan mülakatlar sonucu elde edilen bilgilerden hareketle, belirsizlik ortamında, işletme için uygun olan tedarikçi kriterlerini göz önüne alarak, alternatifler arasından yapılacak tedarikçi seçimini bulanık ÇKKV yöntemlerinden biri olan bulanık TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirmektir. Bulanık TOPSIS yöntemi ideal çözümün, bulanık pozitif ideal çözüme en yakın ve bulanık negatif ideal çözümden en uzak mesafede olması prensibine dayanır. Yöntemin uygulamasında üç karar verici önce tedarikçi seçiminde dikkate alınacak olan altı karar kriterinin önem ağırlıklarını belirlemekte, sonra da bu karar kriterlerine göre dört tedarikçi alternatifini dilsel değişkenlerle değerlendirmektedirler. Bu değerlendirmeler daha sonra üçgen bulanık sayılara dönüştürülerek ve bulanık TOPSIS yönteminin adımları uygulanarak, alternatifler için sonuçta hesaplanan yakınlık katsayılarına göre tercih sıralaması oluşturulmaktadır. Böylece, işletmelere birçok açıdan avantaj sağlayan, bilimsel ve kolay uygulanabilir bir yöntem olan bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak, tedarikçi seçimi için bulanık ortamlarda grup kararı alınabileceği gösterilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Bulanık TOPSIS, Tedarikçi Seçimi, Üçgen Bulanık Sayılar.

SUPPLIER SELECTION BY USING THE FUZZY TOPSIS METHOD

ABSTRACT

Supplier selection, which forms a significant ring of the supply chain management, is one of the strategic decisions made by businesses. The purpose of this study is to make the supplier selection which is about to be made among alternatives, by the fuzzy TOPSIS method which is one of the MCDM methods, considering the supplier criteria convenient for businesses, in the fuzzy environment, considering the information obtained from the interview which is made with the decision makers of a food company. Fuzzy TOPSIS method is based on the principal that the ideal solution is within the closest distance with the fuzzy positive ideal solution and it is within the furthest distance with the fuzzy negative ideal solution. In the application of the methods, firstly three suppliers choose the appropriate linguistic variables for the importance weights of the six decision criteria,

which are supposed to be taken into consideration in the supplier selection and then they evaluate the alternatives with linguistic variables with respect to the criteria. Later, a preference ordering is constituted according to the proximity coefficients, which are finally calculated for the alternatives, by converting these evaluations into triangular fuzzy numbers and applying the steps of the fuzzy TOPSIS method. By this way, using the fuzzy TOPSIS method, which provides advantages for businesses from many aspects and which is a scientific and easily applicable method, it is depicted that group decisions could be made in fuzzy environments for the supplier selection.

Key words: Fuzzy TOPSIS, Supplier Selection, Triangular Fuzzy Numbers.

GİRİŞ

Günümüzde yaşanan hızlı değişimler, işletmelerin içinde bulunduğu ortamı belirsiz bir hale getirmiştir. Bu belirsizlik ortamında işletmeler faaliyetlerini sürdürürken birçok karar verme problemi ile karşılaşmaktadırlar. Tedarikçi seçimi kararı işletmelerin bu belirsizlik ortamında vermek zorunda olduğu önemli kararlardan biridir (Demir, 2010, s:1).

Tedarikçi seçiminden, işletmelerin istenilen hammadde veya yarı mamulü, istenilen miktarda, istenilen kalitede, uygun fiyattan temin edebilecekleri tedarikçileri belirlemesi amaçlanmaktadır (Kağnıcıoğlu, 2007, s:2). Tedarikçi seçimi problemi, çok sayıda kriterin dikkate alınmasını gerektiren çok kriterli zor bir karar verme problemidir. Bu yapısıyla, problemin doğru bir şekilde çözülmesi, karar sürecinde bilimsel yöntemlerin kullanılması ile mümkün olabilir (Dağdeviren ve Eraslan, 2008, s:69).

Tedarikçiden alınan hammaddenin kalitesi ve maliyeti, tedarikçinin teslim tarihi, değişen taleplere karşı tedarikçi esnekliği ve tedarikçinin sağladığı hizmetler, üretilen üründeki müşteri memnuniyetine etki eden önemli faktörlerdir.

Değişen dünyada artık firmaların tek başına kendi aralarında rekabetten söz edilmesi oldukça zordur. Rekabetin artık firmaların içinde yer aldığı tedarik zincirleri arasında olduğu görülmektedir (Özdemir, 2004, s:89). Bu nedenle, son zamanlarda tedarik zinciri yönetimi literatüründe tedarik zinciri üyelerinin performanslarının değerlendirilmesi konusunda yapılan çalışmalar ve araştırmalar önemli bir yer tutmaktadır (Akman ve Alkan, 2006, s:23 -46).

Tedarik zincirini etkin yönetebilen firmaların hem pazar paylarını, hem de karlılıklarını arttırdığı; yaygın olarak kabul edilmektedir (Akdeniz ve Turgutlu, 2007, s:1).

Tedarik zinciri içinde sınırların ortadan kalkması ile oluşturulacak bir zincir yönetiminin koordinasyonu ile işletmelerin tek tek amaçlarını eniyilemek yerine zincirin bütününe eniyileme yolu sayesinde bütün zincir üyeleri için daha çok yarar elde etme imkanı doğacaktır (Özdemir, 2004, s:94).

Bir işletme, tedarik merkezi sayısını azaltarak, daha az sayıda tedarikçi ile harcamalarında düzenlemeye, böylece de daha düşük toplam maliyete ulaşabilir. Daha az tedarikçi, aynı zamanda, kilit tedarikçiler ile daha iyi ilişkilerin geliştirilebilmesi anlamına da gelmektedir (Öz ve Baykoç, 2004, s: 279).

Tedarikçi seçimine verilen önem, tedarikçilerle sadece malzeme maliyetine bağlı olmayan uzun dönemli ilişkilerin gelişmesini sağlamakta ve bu ilişkiler uzun dönemde işletmenin rekabet etme gücünü olumlu yönde etkilemektedir (Dağdeviren, Eraslan, Koç, Dizdar, 2005, s: 115).

1. TEDARİKÇİ SEÇİM KRİTERLERİ VE YÖNTEMLERİ

Genellikle tedarikçi değerlendirme aşamasında kullanılan kriterler dört sınıf altında toplanmaktadır. Bunlar; tedarikçi kriterleri, ürün performans kriterleri, servis performans kriterleri, maliyet kriterleridir (Kahraman, Cebeci, Ulukan, 2003, s: 383).

Tedarikçi kriterlerinin belirlenmesiyle ilgili yapılmış en kapsamlı çalışmalardan bir tanesi Dickson'ın 1966 yılında yapmış olduğu çalışmadır (Dickson, G., 1966). Bu çalışmada tedarikçi seçiminde göz önünde bulundurulması gereken 23 temel kriter tanımlamıştır. Dickson'ın tespit ettiği en önemli üç kriter olan kalite, teslimat performansı ve maliyet hemen hemen bütün çalışmalarda yüksek önemli konumunu korumuştur (Türer, Ayvaz, Bayraktar, Bolat, 2008, s:32). Bu üç kritere ilave olarak müşteri memnuniyeti, esneklik, satış sonrası hizmet gibi daha birçok kriter tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Akman ve Alkan, 2006, s:26).

Weber v.d. , 1966'dan 1990'a kadar tedarikçi seçimi ile ilgili literatürde yapılmış olan çalışmaları incelemişler ve fiyat, teslim süresi ve kalite'nin bu çalışmalarda en çok kullanılan kriterler olduğunu tespit etmişlerdir. Verma ve Pulman ise yaptıkları çalışmada bu kriterlerin yanında esneklik kriterinin de son yıllarda tedarikçi seçiminde önem kazanan bir kriter olduğunu belirtmişlerdir (Özel ve Özyörük, 2007, s:416).

Literatürde yer alan tedarikçi değerlendirme ve seçim süreci ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, farklı yöntemlerin uygulandığı dikkati çekmektedir. Bunlardan çok kriterli karar verme yöntemleri, ölçülebilen ve ölçülemeyen birçok faktörü aynı anda değerlendirme imkanı sağlayan ve karar verme sürecine çok sayıda kişiyi dahil edebilen analitik yöntemlerdir (Özcan, Çelebi, Esnaf, 2008, s:256).

Çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü için literatürde birçok yöntem ortaya konulmaktadır. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Topsis, Electre yöntemleri en sık kullanılan ÇKKV yöntemleridir (Demir, 2010, s:38).

Birçok durumda kesin sayılar gerçek dünya olaylarını modellemede yetersiz kalır, çünkü insan tercih ve yargıları genelde belirsizdir ve kesin sayılarla tahmin edilemez (Chen, 2000, s:2). BÇKKV yöntemleri, bulanık veriler içeren problemleri çözmek için önerilmiştir. Son zamanlarda bulanık küme teorisinin uygulandığı yöntemler Topsis, Vikor, Promethee Ve Electre' dir (Arslan ve Aydın, 2008, s. 211). BTOPSIS yöntemi, dilsel belirsizliğin olduğu ve grup kararı vermeyi gerektiren problemlerin çözümünde, karar

verme sürecinde insan yargılarından kaynaklanan belirsizliği ortadan kaldırmak için geliştirilmiş bir ÇKKV yöntemidir (Chen, 2000, s:4).

1989'da Negi doktora tezinde ve 1992 yılında Chen ve Hwang yayınladıkları kitapta bulanık sayıları kullanarak bulanık küme teorisini TOPSIS yöntemine uyarlamışlar, bulanık mantık ve TOPSIS yönteminin birleşimi olan BTOPSIS yaklaşımını ortaya koymuşlardır. Daha sonra BTOPSIS ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Eleren, Ersoy, 2007, s:14). Örneğin, Chen üçgen bulanık sayıları kullanarak BTOPSIS yöntemini insan kaynakları seçimine uygulamıştır (Chen, 2000, s:1-9). Bir başka çalışmada ise, Chen, Lin ve Huang tedarikçi değerlendirme ve seçimi için BTOPSIS yöntemini yamuk bulanık sayılar kullanarak uygulamıştır (Chen, Lin, Huang, 2006, s:289 -301).

2. BULANIK KÜME KAVRAMI

Bulanık kelimesi genel olarak puslu, kesin olmayan, belirsiz gibi bir dizi anlama sahiptir (Şen, 2001, s:26). Bulanık (fuzzy) kavramı ilk olarak Zadeh tarafından 1965'te literatüre kazandırılmıştır. Kesin küme teorisi dilsel değişkenlerin söz konusu olduğu karar verme durumlarında yetersiz kalabilmektedir. Halbuki bulanık kümelerin temelinde olasılık değil olabilirlik yatmaktadır. Böyle durumlarda bulanık küme teorisinden yararlanarak karar vermek daha başarılı sonuçların elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Özçakar, 1995, s:187).

İfade ile yani dilsel olarak tanımlanan değerlerden oluşan değişkene "dilsel değişken" denir. Dilsel değişkenler, kompleks veya net tanımlanamamış ifadelerin tanımlanmasında oldukça kullanışlıdır (Chen, 2000, s:3). Az, orta, çok gibi dilsel ifadelerin kantitatif olarak neye karşılık gelebileceği tam olarak net değildir. Net olmayan bu durumu ifade edebilme kabiliyeti bulanık kümeler ile kolayca sağlanabilmektedir (Seçme ve Özdemir, 2008, s:177).

Aristo mantığı olarak da bilinen ikili mantığı kullanan kesin (klasik) kümelerde bir nesne kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Bulanık kümelerde ise üyeliğin çeşitli dereceleri vardır. Diğer bir ifadeyle nesnelere üyelik dereceleri verilebilir ve nesnelere kümenin kısmen elemanı olabilir (Ecer, 2006, s:78). Klasik küme kavramında, bir kümeye giren öğelerin üyelik dereceleri 1'e, ait olmamaları durumunda ise 0'a eşit varsayılmıştır. İkisi arasında hiçbir üyelik derecesi düşünülemez. Oysa bulanık kümeler kavramında 0 ile 1 arasında değişen, değişik üyelik derecelerinden söz etmek mümkündür. 0 ile 1 arasındaki değişimin, her bir öğe için değerine, üyelik derecesi, bunun bir alt küme içindeki değişimine ise üyelik fonksiyonu adı verilir. Böylece, üyelik fonksiyonu şemsiyesi altında toplanan öğeler önem derecelerine göre birer üyelik derecesine sahiptir (Şen, 2001, s:32).

Kesin kümelerde yer alan evet/hayır, iyi/kötü, doğru/yanlış ifadeleri bulanık kümelerde yerini "kısmen doğru" ve "kısmen yanlış" gibi ifadelere bırakır (Ecer, 2007, s:190). Bulanık küme kavramları, sözelden sayısal geçiş için bir köprü vazifesi görür (Şen,2001, s:132).

2.1. Bulanık Sayı

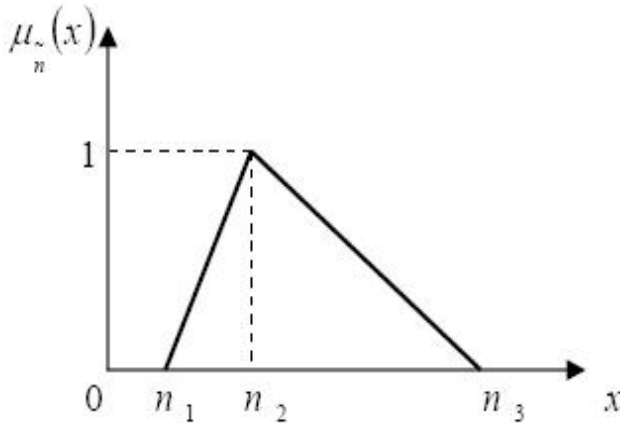
Normal ve konveks olan bulanık kümeye bulanık sayı denir. En sık kullanılan bulanık sayılar üçgen ve yamuk bulanık sayılardır (Ecer,2006, s:81)(Özçakar,1995,s:187). Bulanık sayılar, bulanık kümelerin özel bir alt kümesidir. 5 civarı, hemen hemen 9, yaklaşık olarak 15 vb. gibi kesin olmayan veya yaklaşık sayısal miktarların nitelenmesinde bulanık sayılar oldukça yararlıdır. Bu çalışmada üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır (Öztürk, Ertuğrul, Karakaşoğlu, 2008, s:788).

2.2. Üçgen Bulanık Sayı

İşlem kolaylığı sağlaması nedeniyle en çok kullanılan bulanık sayı türü üçgen bulanık sayılardır. Bir üçgen bulanık sayı Şekil 1’de görüldüğü gibi $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ şeklinde gösterilir. $\mu_{\tilde{n}}(x)$ üyelik fonksiyonu ise aşağıdaki gibi ifade edilir ve Şekil 2’deki gibi gösterilir (Chen, 2000, s:3).

$$\mu_{\tilde{n}}(x) = \begin{cases} 0, & x < n_1, \\ \frac{x - n_1}{n_2 - n_1}, & n_1 \leq x \leq n_2, \\ \frac{n_3 - x}{n_3 - n_2}, & n_2 \leq x \leq n_3, \\ 0, & x > n_3. \end{cases}$$

Şekil 1: \tilde{n} Üçgen Bulanık Sayısı



Şekil 2: \tilde{n} Üçgen Bulanık Sayısı

Üyelik fonksiyonu Şekil 2’de görülen bulanık sayı \tilde{n} bir üçgen bulanık sayıdır. Burada $n_1 \leq n_2 \leq n_3$ tür ve n_1 en küçük olası değeri, n_2 net değeri, n_3 ise en büyük olası değeri göstermektedir (Kaptanoğlu ve Özok, 2006, s:197).

2.3. Üçgen Bulanık Sayılarda Matematik İşlemler

Özellikle çok kriterli bulanık karar verme problemlerinde yaygın bir biçimde kullanılan üçgen bulanık sayılarla temel matematik işlemler şu şekilde yapılır (Mahapatra ve Mahapatra, 2009, s:170):

\tilde{m} ve \tilde{n} ; $\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ şeklinde iki üçgen bulanık sayı olsun. p de pozitif bir doğal sayı ise; temel matematik işlemler aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\tilde{m} (+) \tilde{n} = (m_1, m_2, m_3) (+) (n_1, n_2, n_3) = (m_1+n_1, m_2+n_2, m_3+n_3)$$

$$\tilde{m} (-) \tilde{n} = (m_1, m_2, m_3) (-) (n_1, n_2, n_3) = (m_1-n_1, m_2-n_2, m_3-n_3)$$

$$\tilde{m} (\times) \tilde{n} = (m_1, m_2, m_3) (\times) (n_1, n_2, n_3) = (m_1 n_1, m_2 n_2, m_3 n_3)$$

$$\tilde{m} (\times) p = (m_1, m_2, m_3) (\times) p = (m_1 p, m_2 p, m_3 p)$$

2.4. Bulanık Matris

En az bir elemanı bulanık sayı olan matrise bulanık matris denir. \tilde{x}_{ij} için $(\forall i, j)$ bir bulanık sayıyı temsil etmek üzere \tilde{D} bulanık matrisi aşağıdaki gibi gösterilebilir (Chen, 2000, s:5).

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

Şekil 3: \tilde{D} Bulanık Matrisi

2.5. Vertex Yöntemi

Vertex yöntemi, bulanık sayılar arasındaki uzaklığın bulunmasında yararlanılan bir yöntemdir. $\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ gibi iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık Vertex Yöntemi ile aşağıdaki şekilde hesaplanır (Chen, 2000, s:3):

$$d(\tilde{m} - \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (1)$$

3. BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ

BTOPSIS yönteminin temelini, seçilen alternatifin Bulanık Pozitif İdeal Çözüm'e (BPİÇ) en yakın ve Bulanık Negatif İdeal Çözüm'den (BNİÇ) ise en uzak mesafede olması oluşturur. Pozitif ideal çözüm, fayda kriterlerini maksimize eden ve zarar kriterlerini minimize eden çözüm olarak tanımlanırken, negatif ideal çözüm zarar kriterlerini maksimize eden ve fayda kriterlerini minimize eden çözüm olarak tanımlanabilir (Wang and Lee, 2007, s:1763). Tedarik zinciri sisteminde tedarikçi seçimi aşağıda belirtilen maddelerle tanımlanabilen bir grup çok kriterli karar verme problemidir (Chen ve diğerleri, 2006, s:294).

-K adet karar verici

- A_i ile tanımlanan, m adet mümkün tedarikçiler $A_i = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$

- C_i ile tanımlanan, tedarikçilerin performansının değerlendirilmesinde kullanılan n adet karar kriteri $C_i = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$

- \tilde{x}_{ij} ile tanımlanan, C_j kriterlerine göre A_i alternatiflerinin performans değerleri
- \tilde{w}_j ile tanımlanan, C_j kriterlerinin önem ağırlıkları

BTOPSIS yönteminin en belirgin özelliği karar kriterlerinin farklı önem ağırlığına sahip olabilmelerine imkan tanımasıdır. Karar vericiler karar kriterlerinin önem ağırlıklarını ve bu kriterlere göre alternatifleri değerlendirmek üzere uygun dilsel değişkenler kullanırlar. Bu dilsel değişkenler Tablo 1 ve Tablo 2’de görüldüğü gibi üçgen bulanık sayılarla ifade edilebilirler (Chen, 2000, s:5).

Tablo 1: Karar Kriterlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak Karşılıkları

Çok Düşük (ÇD)	(0.0,0.0,0.1)
Düşük (D)	(0.0,0.1,0.3)
Orta Düşük (OD)	(0.1,0.3,0.5)
Orta (O)	(0.3,0.5,0.7)
Orta Yüksek (OY)	(0.5,0.7,0.9)
Yüksek (Y)	(0.7,0.9,1.0)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9,1.0,1.0)

Kaynak: Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment. Fuzzy Sets and Systems, 114, s. 5.

Tablo 2: Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak Karşılıkları

Çok Kötü (ÇK)	(0,0,1)
Kötü (K)	(0,1,3)
Orta Kötü (OK)	(1,3,5)
Orta (O)	(3,5,7)
Orta İyi (OI)	(5,7,9)
İyi (İ)	(7,9,10)
Çok İyi (Çİ)	(9,10,10)

Kaynak: Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment. Fuzzy Sets and Systems, 114, s. 5.

3.1. Yöntemin Matematiksel İfadesi

Bu çalışmada Chen’in geliştirdiği model esas alınarak bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmıştır (Chen, 2000, s:1-9). Yöntemin matematiksel ifadesi aşağıda verilmiştir.

K tane karar vericiden oluşan, \tilde{w}_j^K , nın K’ inci karar vericinin değerlendirdiği karar kriterinin önem ağırlığını, \tilde{x}_{ij}^K , nın ise i. alternatifin kriter değerini gösterdiği bir grupta, kriterlerinin önem ağırlıkları ve alternatiflerin kriter değerleri sırasıyla;

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{K} [\tilde{w}_j^1(+) \tilde{w}_j^2(+) \cdots \tilde{w}_j^K] \quad (2)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{x}_{ij}^1(+) \tilde{x}_{ij}^2(+) \cdots \tilde{x}_{ij}^K] \quad (3)$$

formülleri kullanılarak hesaplanır.

n kriterli ve m alternatifli bir BÇKKV problemi matrisi ve kriter ağırlığı vektörü:

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}, \tilde{W} = [\tilde{w}_1 \ \tilde{w}_2 \ \dots \ \tilde{w}_n].$$

şeklinde ifade edilebilir.

Burada, $\forall i, j$ için \tilde{x}_{ij} ve $j=1, 2, \dots, n$ için \tilde{w}_j dilsel değişkenler olup, bu dilsel değişkenler, $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ve $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ gibi üçgensel bulanık sayılar ile tanımlanabilir. \tilde{D} Bulanık Karar Matrisi'ni, \tilde{W} ise Karar Kriterlerinin Önem Ağırlıkları Matrisi'ni göstermektedir.

Bulanık karar matrisinin oluşturulmasından sonraki adım, karar matrisinin normalize edilmesidir. Bulanık karar matrisine aşağıda verilen formüller uygulanarak, normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilir. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi \tilde{R} ile gösterilir ve

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

şeklinde ifade edilir.

Karar kriterleri, fayda ve maliyet kriterleri olarak ikiye ayrılabilir. Burada B fayda kriterini ve C maliyet kriterini göstermekte olup,

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right), \quad j \in B, \quad c_j^+ = \max_t c_{tj} \quad (5)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^-}, \frac{a_{ij}}{b_j^-}, \frac{a_{ij}}{c_j^-} \right), \quad j \in C, \quad c_j^- = \min_t c_{tj} \quad (6)$$

formülleri kullanılarak hesaplanır.

Normalize bulanık karar matrisinin oluşturulmasından sonra, her bir karar kriterinin farklı önem ağırlığına sahip olabileceği dikkate alınarak, ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi:

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (7)$$

şeklinde ifade edilir. Bu matrisin elemanları ise,

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot)\tilde{w}_j \quad (8)$$

formülüyle hesaplanır.

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisine göre $\forall i, j$ için \tilde{v}_{ij} elemanları normalize edilmiş pozitif üçgen bulanık sayılardır ve $[0,1]$ aralığında yer alırlar.

Bulanık Pozitif İdeal Çözüm (A^*) ve Bulanık Negatif İdeal Çözüm (A^-);

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*), \quad (9)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-), \quad (10)$$

şeklinde tanımlanır.

Bu tanımlamada Chen' in BTOPSIS modeli gereği; $j = 1, 2, \dots, n$ ve $\tilde{v}_j^* = (1, 1, 1)$, $\tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$ olarak kabul edilir. Diğer bir ifadeyle A^* 'da karar kriteri sayısı kadar $(1, 1, 1)$, A^- 'de karar kriteri sayısı kadar $(0, 0, 0)$ değeri bulunur (Chen, 2000, s:6).

Her alternatifin pozitif ideal çözüm (A^*) ve negatif ideal çözümden (A^-) olan uzaklıkları sırasıyla;

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (11)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (12)$$

formülleri ile hesaplanır. Burada $d(\dots, \dots)$ iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı göstermektedir ve Vertex Yöntemi gereği (1) numaralı formül kullanılarak hesaplanır (Chen, 2000, s:3).

Pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklıklar hesaplandıktan sonra, alternatiflerin sıralamasını belirleyebilmek için her alternatifine ilişkin yakınlık katsayıları (CC_i) hesaplanır. Her alternatifin yakınlık katsayısı:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

formülü ile hesaplanır.

Açıktır ki, CC_i 1'e yaklaştıkça A_i alternatifi BPİÇ' e yaklaşır, BNİÇ' ten uzaklaşır. Bu nedenle, yakınlık katsayısına göre alternatiflerin öncelik sıralamasına karar verilebilir ve mümkün alternatifler seti içinden en iyi olan alternatif seçilebilir (Chen ve diğerleri, 2006, s:295). Yakınlık katsayısı 1'e ne kadar yakınsa adayın tercih edilme şansı o kadar büyüktür (Ecer, 2006, s:87).

Mümkün tedarikçilerin sıralamasına karar verebilmemize rağmen, yakınlık katsayılarına uygun bir şekilde her alternatifin değerlendirme durumunu belirlemek için dilsel değişkenler

kullanmak daha gerçekçi bir yaklaşım olabilir. Her alternatifin değerlendirme durumunu belirlemek için $[0 - 1]$ aralığı beş alt aralığa bölünerek, alternatiflerin durumunu beş sınıfa ayırmak için alt aralıklara göre beş dilsel değişken tanımlanmıştır. Bu beş sınıfın kabul koşulları Tablo 3'te gösterilmektedir (Chen ve diğerleri, 2006, s:295).

Tablo 3: Kabul Koşulları

Yakınlık Katsayısı CC_i	Değerlendirme Durumu
$CC_i \in [0, 0.2)$	Tavsiye edilmez.
$CC_i \in [0.2, 0.4)$	Yüksek risk ile tavsiye edilir.
$CC_i \in [0.4, 0.6)$	Düşük risk ile tavsiye edilir.
$CC_i \in [0.6, 0.8)$	Kabul edilir.
$CC_i \in [0.8, 1.0)$	Kabul edilir ve tercih edilir.

Kaynak: Chen-Tung Chen, Ching-Torng Lin, Sue-Fn Huang, "A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management", International Journal of Production Economics, No:102, 2006, s.296.

Tablo 3'teki kabul koşullarına göre, her alternatifin mevcut durumunu tanımlamak için dilsel değişkenler kullanılabilir. İki alternatifin değerlendirme durumunda aynı sınıfa girmesi halinde, sıralamayı belirlemek için yakınlık katsayılarına bakılır (Chen ve diğerleri, 2006, s:296).

Verilen bilgiler çerçevesinde BTOPSIS yönteminin algoritması adım adım aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Chen, 2000, s:6):

Adım 1: Karar vericilerin oluşturduğu jürinin, alternatiflerin ve seçim kriterlerinin belirlenmesi

Adım 2: Karar vericilerin karar kriterlerini ve karar kriterlerine göre alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

Adım 3: Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesi

Adım 4: Bulanık karar matrisinin ve normalize edilmiş bulanık karar matrisinin oluşturulması

Adım 5: Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin oluşturulması

Adım 6: Bulanık pozitif ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi

Adım 7: Bulanık ideal çözümlerden uzaklıkların hesaplanması

Adım 8: Yakınlık katsayılarının hesaplanması

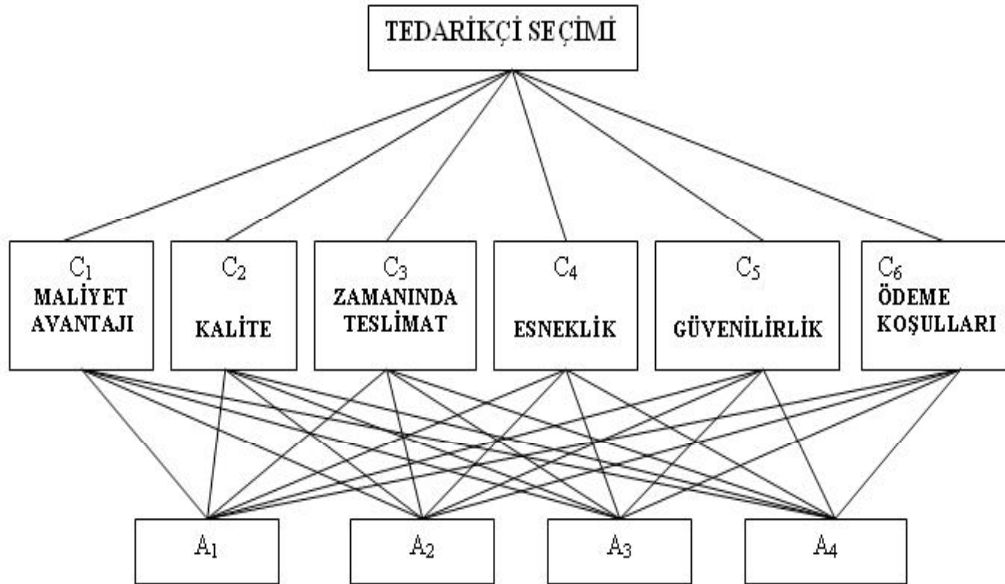
Adım 9: Alternatiflerin sıralanması

4. BİR GIDA İMALATHANESİNDE BULANIK TOPSIS YÖNTEMİYLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Uygulama bir gıda imalathanesinde gerçekleştirilmiştir. İşletmenin mevcut 4 tedarikçi alternatifi arasından, işletme için en uygun olan tedarikçinin seçim kararının, etkili ve uygulanması kolay, çok sayıda kriteri analiz edebilen bir yöntem olan BTOPSIS yöntemi ile verilmesi uygun görülmüştür. Bu çalışmada BTOPSIS yöntemi Chen' in geliştirdiği algoritma esas alınarak uygulanmıştır (Chen, 2000, s:1 -9). Yöntemin algoritması gereği uygulanan işlemler aşağıda adım adım gösterilmiştir:

Adım 1: Karar vericilerin oluşturduğu jürinin, alternatiflerin ve seçim kriterlerinin belirlenmesi.

İşletmede satın alma departmanından sorumlu 3 çalışan, tedarikçi seçim kararı vermek üzere bir araya gelerek jüriyi oluşturmuştur. Literatürden edinilen bilgiler ve jüri üyeleri ile yapılan görüşmeler sonucu oluşan fikirler ışığında, işletmenin yapısına ve hedeflerine uygun olan 6 karar kriteri $C_i = (C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6)$ ile tedarikçi alternatiflerinin $A_i = (A_1, A_2, A_3, A_4)$ değerlendirilmesi uygun bulunmuştur. Bu karar kriterleri; Maliyet Avantajı(C_1), Kalite(C_2), Zamanında Teslimat(C_3), Esneklik(C_4), Tedarikçinin Güvenilirliği(C_5) ve Ödeme Koşulları(C_6)'dır. BTOPSIS yönteminin en önemli aşamalarından biri hiyerarşik yapının doğru belirlenmesidir. Karar probleminin hiyerarşik yapısı Şekil 4'deki gibidir.



Şekil 4: Karar Probleminin Hiyerarşik Yapısı

Adım 2: Karar Vericilerin Karar Kriterlerini ve Karar Kriterlerine Göre Alternatifleri Dilsel Değişkenlerle Değerlendirmesi

Karar vericilerin Tablo 1'de gösterilen dilsel değişkenleri kullanarak kriterlerin önem ağırlıklarını değerlendirme sonuçları Tablo 4'te görülmektedir (Demir, 2010, s:73).

Tablo 4: Karar Vericilerin Karar Kriterlerini

Dilsel Değişkenlerle Değerlendirmesi

Kriterler	Karar Vericiler		
	KV ₁	KV ₂	KV ₃
C1	ÇY	ÇY	ÇY
C2	ÇY	O	OY
C3	O	OD	Y
C4	ÇY	OY	ÇY
C5	OY	ÇY	O
C6	Y	OY	ÇY

KV_i: i. Karar Verici, C_i: i. Karar Kriteri, ÇY: Çok Yüksek, Y: Yüksek, OY: Orta Yüksek, O: Orta, OD: Orta Düşük

Tablo 5: Karar Kriterlerinin Değerlendirme Sonuçlarının Üçgen Bulanık Sayılar Şeklinde İfadesi

Kriterler	Karar Vericiler		
	KV ₁	KV ₂	KV ₃
C1	(0.9, 1.0, 1.0)	(0.9, 1.0, 1.0)	(0.9, 1.0, 1.0)
C2	(0.9, 1.0, 1.0)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)
C3	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.7, 0.9, 1.0)
C4	(0.9, 1.0, 1.0)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.9, 1.0, 1.0)
C5	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.9, 1.0, 1.0)	(0.3, 0.5, 0.7)
C6	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.9, 1.0, 1.0)

KV_i: i. Karar Verici, C_i: i. Karar Kriteri

Tablo 6: Karar Vericilerin Alternatifleri Dilsel Değişkenlerle Değerlendirmesi

Kriterler	Alternatifler	Karar Vericiler		
		KV ₁	KV ₂	KV ₃
C ₁	A ₁	İ	İ	OK
	A ₂	Oİ	OK	ÇK
	A ₃	Çİ	İ	İ
	A ₄	Çİ	Çİ	Çİ
C ₂	A ₁	OK	İ	Oİ
	A ₂	Çİ	Çİ	Çİ
	A ₃	Oİ	Çİ	İ
	A ₄	ÇK	ÇK	K
C ₃	A ₁	Çİ	Çİ	Çİ
	A ₂	Çİ	Çİ	Çİ
	A ₃	Çİ	Çİ	Çİ
	A ₄	Oİ	Çİ	K
C ₄	A ₁	Çİ	İ	Çİ
	A ₂	Çİ	Çİ	Çİ
	A ₃	Çİ	İ	İ
	A ₄	ÇK	Oİ	K
C ₅	A ₁	Çİ	İ	İ
	A ₂	Çİ	İ	İ
	A ₃	Çİ	Çİ	Çİ
	A ₄	İ	İ	Oİ
C ₆	A ₁	Çİ	İ	Çİ
	A ₂	Çİ	İ	Çİ
	A ₃	K	İ	OK
	A ₄	İ	İ	Oİ

KV_i: i. Karar Verici, C_i: i. Karar Kriteri, A_i: i. Alternatif,
 Çİ: Çok İyi, İ: İyi, Oİ: Orta İyi, OK: Orta Kötü, K: Kötü, ÇK: Çok Kötü

Sonuçlar, kriterlerin önem ağırlıkları tablosunun oluşturulması için gereken işlemlerde kullanılmak üzere, Tablo 1'den yararlanılarak, üçgen bulanık sayılara dönüştürülür (Tablo 5). Karar vericilerin Tablo 2'deki dilsel değişkenleri kullanarak her bir kriter göre tedarikçi alternatiflerini değerlendirme sonuçları Tablo 6'da görülmektedir. Değerlendirme sonuçları, bulanık karar matrisinin oluşturulabilmesi için gereken işlemlerde kullanılmak üzere, Tablo 2'den yararlanılarak, üçgen bulanık sayılara dönüştürülür (Tablo 7).

Tablo 7: Alternatiflerin Değerlendirme Sonuçlarının Üçgen Bulanık Sayılar Şeklinde İfadesi

Kriterler	Alternatifler	Karar Vericiler		
		KV ₁	KV ₂	KV ₃
C ₁	A ₁	(7,9,10)	(7,9,10)	(1,3,5)
	A ₂	(5,7,9)	(1,3,5)	(0,0,1)
	A ₃	(9,10,10)	(7,9,10)	(7,9,10)
	A ₄	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)
C ₂	A ₁	(1,3,5)	(7,9,10)	(5,7,9)
	A ₂	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)
	A ₃	(5,7,9)	(9,10,10)	(7,9,10)
	A ₄	(0,0,1)	(0,0,1)	(0,1,3)
C ₃	A ₁	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)
	A ₂	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)
	A ₃	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)
	A ₄	(5,7,9)	(9,10,10)	(0,1,3)
C ₄	A ₁	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)
	A ₂	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)
	A ₃	(9,10,10)	(7,9,10)	(7,9,10)
	A ₄	(0,0,1)	(5,7,9)	(0,1,3)
C ₅	A ₁	(9,10,10)	(7,9,10)	(7,9,10)
	A ₂	(9,10,10)	(7,9,10)	(7,9,10)
	A ₃	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)
	A ₄	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)
C ₆	A ₁	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)
	A ₂	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)
	A ₃	(0,1,3)	(7,9,10)	(1,3,5)
	A ₄	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)

KV_i: i. Karar Verici, C_i: i. Karar Kriteri, A_i: i. Alternatif

Adım 3: Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi

Tablo 8: Karar Kriterlerinin Önem Ağırlıkları

Kriterler	Ağırlıklar
C ₁	(0.90, 1.00, 1.00)
C ₂	(0.57, 0.73, 0.87)
C ₃	(0.37, 0.57, 0.73)
C ₄	(0.77, 0.90, 0.97)
C ₅	(0.57, 0.73, 0.86)
C ₆	(0.70, 0.87, 0.97)

C_i: i. Karar Kriteri

Karar Kriterlerinin Önem Ağırlıkları Tablosu, Tablo 5 kullanılarak, (2) numaralı formül yardımı ile oluşturulur (Tablo 8).

Adım 4: Bulanık Karar Matrisinin ve Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması

Bulanık Karar Matrisi, Tablo 7 kullanılarak, (3) numaralı formül yardımı ile oluşturulur. Bulanık Karar Matrisi Ek-1’de görülmektedir.

Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi lineer normalizasyon yöntemi gereği, (4),(5),(6) numaralı formüller kullanılarak oluşturulur. Her bir fayda kriteri için (5) numaralı formülde üçgen bulanık sayıların üçüncü bileşenlerinin maksimum değeri (c_j^*), maliyet kriteri için ise (6) numaralı formülde üçgen bulanık sayıların ilk bileşenlerinin minimum değeri (a_j^-) kullanılarak normalizasyon gerçekleştirilir. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi Ek-2’de görülmektedir.

Adım 5: Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması

Her karar kriterinin karar vericiler için farklı önem ağırlıklarına sahip olduğu dikkate alınarak, Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi, (7) ve (8) numaralı formüller gereği, Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisindeki her alternatif için kriterlere verilen değerler, buldukları sütundaki kriterin önem ağırlığı ile çarpılarak elde edilir. Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi Ek-3’te görülmektedir.

Adım 6: Bulanık Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerin Belirlenmesi

Bu çalışmada uygulanmakta olan Chen’ in modeline göre, Bulanık Pozitif İdeal Çözüm (A^*) ve Bulanık Negatif İdeal Çözüm (A^-), 6 kriterli karar problemi için $n = 6$ olacağından (9) ve (10) numaralı eşitlikler gereği;

$$A^* = [(1,1,1), (1,1,1), (1,1,1), (1,1,1), (1,1,1), (1,1,1)]$$

$$A^- = [(0,0,0), (0,0,0), (0,0,0), (0,0,0), (0,0,0), (0,0,0)]$$

olarak kabul edilmektedir (Chen, 2000, s:1 -9).

Adım 7: Bulanık İdeal Çözümlerden Uzaklıkların Hesaplanması

Karar probleminde, karar kriteri sayısı 6 olduğundan $n=6$, alternatif sayısı 4 olduğundan $m = 4$ ’tür. Bu sayısal değerler (11) ile (12) numaralı formüllerde kullanılarak, vertex yönteminin öngördüğü (1) numaralı formül yardımıyla alternatifler için BPİÇ ve BNİÇ’ ten olan uzaklıklar hesaplanır. Alternatiflerin tüm kriterler için BPİÇ’ ten olan uzaklıkları Tablo 9’da, BNİÇ’ ten olan uzaklıkları Tablo 10’da görülmektedir.

Tablo 9: Her Kriter İçin A_i ($i=1, 2, 3, 4$) ve A^* Arasındaki Uzaklık

Kriterler	$d(A_1, A^*)$	$d(A_2, A^*)$	$d(A_3, A^*)$	$d(A_4, A^*)$
C_1	0.3748	0.6761	0.1835	0.1097
C_2	0.5654	0.3316	0.4174	0.9457
C_3	0.4853	0.4853	0.4853	0.6697
C_4	0.2217	0.1888	0.2547	0.7566
C_5	0.3810	0.3810	0.3330	0.4437
C_6	0.2601	0.2601	0.6402	0.3631

Tablo 10: Her Kriter İçin A_i ($i=1, 2, 3, 4$) ve A^- Arasındaki Uzaklık

Kriterler	$d(A_1, A^-)$	$d(A_2, A^-)$	$d(A_3, A^-)$	$d(A_4, A^-)$
C_1	0.6786	0.3611	0.8834	0.9410
C_2	0.5030	0.7188	0.6487	0.0874
C_3	0.5676	0.5676	0.5676	0.3766
C_4	0.8381	0.8616	0.8154	0.2813
C_5	0.6820	0.6820	0.7147	0.6299
C_6	0.8130	0.8130	0.4121	0.7293

A_1 alternatifi için BPİÇ' ten olan uzaklık aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$\begin{aligned}
 d_1^* &= \sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.45)^2 + (1-0.70)^2 + (1-0.83)^2]} \\
 &+ \sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.24)^2 + (1-0.46)^2 + (1-0.70)^2]} \\
 &+ \sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.33)^2 + (1-0.57)^2 + (1-0.73)^2]} \\
 &+ \sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.64)^2 + (1-0.87)^2 + (1-0.97)^2]} \\
 &+ \sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.44)^2 + (1-0.68)^2 + (1-0.86)^2]} \\
 &+ \sqrt{\frac{1}{3}[(1-0.58)^2 + (1-0.84)^2 + (1-0.97)^2]}
 \end{aligned}$$

$$= 2.2883$$

BNİÇ' ten olan uzaklık (d_1^-) ise yukarıda görülen hesaplamada 1 görülen yerlere 0 yazılması ile bulunur. Diğer alternatifler için de benzer işlemler tekrarlanarak Tablo 11 oluşturulur.

Tablo 11: Alternatiflerin d_i^* ve d_i^- Değerleri

Alternatifler	d_i^*	d_i^-
A1	2.2883	4.0823
A2	2.3229	4.0041
A3	2.3141	4.0419
A4	3.2885	3.0455

A_i : i.Alternatif, d_i^* : i.Alternatifin BPİÇ' ten Uzaklığı,
 d_i^- : i.Alternatifin BNİÇ' ten Uzaklığı

Adım 8: Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması

BPIÇ ve BNIÇ' ten olan uzaklıklar hesaplandıktan sonra, her alternatifin yakınlık katsayıları (13) numaralı formül kullanılarak hesaplanır.

1. alternatifin yakınlık katsayısı;
 $CC_1 = 4.0823 / (2.2883 + 4.0823)$
 $CC_1 = 0.6408$ olarak hesaplanır.

Adım 9: Alternatiflerin Sıralanması

Yakınlık katsayılarının azalan şekilde sıralanması ile alternatifler için öncelik sıralaması oluşturulur (Tablo 12).

Tablo 12: Alternatiflerin Yakınlık Katsayıları ve Sıralama Tablosu

Alternatifler	CC_i	Sıralama
A1	0.6408	1
A2	0.6328	3
A3	0.6359	2
A4	0.4808	4

A_i : i. Alternatif, CC_i : i. Alternatifin Yakınlık Katsayısı

Tablo 12'de de görüldüğü gibi; yakınlık katsayıları büyükten küçüğe doğru $CC_1 > CC_3 > CC_2 > CC_4$ şeklinde olduğundan, alternatiflerin tercih sıralaması A_1, A_3, A_2, A_4 olarak belirlenir.

Tablo 3'te gösterilen, alternatiflerin kabul koşulları değerlerine bakılarak A_1, A_3, A_2 alternatiflerinin değerlendirme durumunun "Kabul edilir", A_4 alternatifinin değerlendirme durumunun ise "Yüksek risk ile tavsiye edilir" olduğu belirtilebilir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada imalat sektöründe faaliyet göstermekte olan bir gıda işletmesinin tedarikçi seçim probleminin çözümünde BTOPSIS yöntemi karar aracı olarak kullanılmıştır. Böylece tedarikçi firma seçimini sadece geçmiş deneyimlerden yararlanarak sezgisel olarak gerçekleştiren gıda işletmesine seçim problemlerinin çözümünde bilimsel bir yöntem olan BTOPSIS yöntemini kullanması önerilmiştir.

Çalışmada karar vericilerin görüşleri doğrultusunda kullanılan karar kriterlerinin önem ağırlıkları en büyükten en küçüğe doğru maliyet avantajı, esneklik, ödeme koşulları, kalite, tedarikçi güvenilirliği ve zamanında teslimat şeklinde ortaya çıkmıştır.

Uygulamada yer alan dört tedarikçi alternatifi için yakınlık katsayıları incelendiğinde, A_1 alternatifinin en yüksek yakınlık katsayısı değerini alarak ilk sırada yer aldığı

görülmektedir. Ayrıca alternatiflerin yakınlık katsayılarının dar bir aralıkta (0.6408-0.4808) bulunduğu ve yakınlık katsayıları birbirine çok yakın olan alternatiflerin (A_3 ile A_1) olduğu dikkati çekmektedir. Alternatiflerin niteliklerinin birbirine çok yakın olduğu, karar vermenin güç olduğu böyle durumlarda BTOPSIS yöntemi karar verme sürecini kolaylaştırmaktadır.

Çalışma, BTOPSIS yönteminin tedarikçi seçim sürecinde alternatiflerin değerlendirilmesinde ve seçim işleminin gerçekleşmesinde grup kararı verirken yararlanılan bir karar aracı olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

BTOPSIS yöntemi değişik sektörlerde tedarikçi seçim problemine uygulanabileceği gibi, dilsel değişkenlerle değerlendirmenin söz konusu olduğu, alternatiflerin çok sayıda karar kriterine göre değerlendirildiği ve grup kararı verilmesini gerektiren durumlarda işletmenin insan kaynakları yönetimi, pazarlama yönetimi ve yönetim ve organizasyon gibi diğer alanlarında da kullanılabilir.

Ek- 1**Bulanık Karar Matrisi**

Alternatifler	Kriterler					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	(5.0,7.0,8.3)	(4.3,6.3,8.0)	(9.0,10.0,10.0)	(8.3,9.7,10.0)	(7.7,9.3,10.0)	(8.3,9.7,10.0)
A2	(2.0,3.3,5.0)	(9.0,10.0,10.0)	(9.0,10.0,10.0)	(9.0,10.0,10.0)	(7.7,9.3,10.0)	(8.3,9.7,10.0)
A3	(7.7,9.3,10.0)	(7.0,8.7,9.7)	(9.0,10.0,10.0)	(7.7,9.3,10.0)	(9.0,10.0,10.0)	(2.7,4.3,6.0)
A4	(9.0,10.0,10.0)	(0.0,0.3,1.7)	(4.7,6.0,7.3)	(1.7,2.3,4.3)	(6.3,8.3,9.7)	(6.3,8.3,9.7)

A_i: i. Alternatif, C_j: i. Kriter**Ek- 2****Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi**

Alternatifler	Kriterler					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	(0.50,0.70,0.83)	(0.43,0.63,0.80)	(0.90,1.00,1.00)	(0.83,0.97,1.00)	(0.77,0.93,1.00)	(0.83,0.97,1.00)
A2	(0.20,0.33,0.50)	(0.90,1.00,1.00)	(0.90,1.00,1.00)	(0.90,1.00,1.00)	(0.77,0.93,1.00)	(0.83,0.97,1.00)
A3	(0.77,0.93,1.00)	(0.70,0.87,0.97)	(0.90,1.00,1.00)	(0.77,0.93,1.00)	(0.90,1.00,1.00)	(0.27,0.43, 0.60)
A4	(0.90,1.00,1.00)	(0.00,0.03,0.17)	(0.47,0.60,0.73)	(0.17,0.23,0.43)	(0.63,0.83,0.97)	(0.63,0.83,0.97)

A_i: i. Alternatif, C_j: i. Kriter**Ek- 3****Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi**

Alternatifler	Kriterler					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	(0.45, 0.70,0.83)	(0.24,0.46,0.70)	(0.33,0.57,0.73)	(0.64,0.87,0.97)	(0.44,0.68,0.86)	(0.58,0.84,0.97)
A2	(0.18,0.33,0.50)	(0.51,0.73,0.87)	(0.33,0.57,0.73)	(0.69,0.90,0.97)	(0.44,0.68,0.86)	(0.58,0.84,0.97)
A3	(0.69,0.93,1.00)	(0.40,0.63,0.84)	(0.33,0.57,0.73)	(0.59,0.84,0.97)	(0.51,0.73,0.86)	(0.19,0.37,0.58)
A4	(0.81,1.00,1.00)	(0.00,0.02,0.15)	(0.17,0.34,0.53)	(0.13,0.21,0.42)	(0.36,0.61,0.83)	(0.44,0.72,0.94)

A_i: i. Alternatif, C_j: i. Kriter

KAYNAKÇA

Akdeniz, H.Ahmet; Turgutlu, Timur, 2007, “*Türkiye’de Perakende Sektöründe Analitik Hiyerarşik Süreç Yaklaşımıyla Tedarikçi Performans Değerlendirilmesi*”, **Dokuz Eylül Üniversitesi Sos. Bil. Enst. Dergisi**, C:IX, s: 1 -17).

Akman, Gülşen; Alkan, Atakan, 2006, “*Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama*”, **İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, No: 9, s. 23 -46.

Arslan, Güvenç; Aydın, Özlem, 2008, “*On A Software For Fuzzy MCDM*”, **20. EURO Mini Conference**, s. 211 -216.

Chen, Chen-Tung, 2000, “*Extensions Of The TOPSIS For Group Decision-Making Under Fuzzy Environment*”, **Fuzzy Sets and Systems**, C:CXIV, s. 1 -9.

Chen, Chen-Tung; Lin ,Ching-Tornng; Huang, Sue-Fn, 2006, “*A Fuzzy Approach For Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management*”, **Int. J. Production Economics**, C:CII, s. 289 -301

Dağdeviren, Metin; Eraslan, Ergün, 2008, “*Promethee Sıralama Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi*”, **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.**, C:XXIII, No:1, s. 69 -75.

Dağdeviren, Metin; Eraslan Ergün; Koç, Mustafa; Dizdar, Ercüment N., 2005, “*Tedarikçi Seçimi Problemine Analitik Ağ Süreci İle Alternatif Bir Yaklaşım*”, **Teknoloji**, C:VIII, No:2, s. 115 -122.

Demir, H. Handan, 2010, **İmalat Sektöründe Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi**, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Dickson, G., 1966, “*An analysis of vendor selection systems and decisions*”, **Journal of Purchasing**, C:II, s. 28 –41.

Ecer, Fatih, 2006, “*Bulanık Ortamlarda Grup Kararı Vermeye Yardımcı Bir Yöntem: Fuzzy TOPSIS ve Bir Uygulama*”, **İşletme Fakültesi Dergisi**, C:VII, No:2, s. 77 -96.

Ecer, Fatih, 2007, “*Satış Elemanı Adaylarının Değerlendirilmesine ve Seçimine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: Fuzzy TOPSIS*”, **Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, C:VII, No:2, s. 187 -204.

Eleren, Ali; Ersoy, Metin, 2007, “*Mermer Blok Kesim Yöntemlerinin Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Değerlendirilmesi*”, **Madencilik**, C:XLVI, No:3, s. 9 -22.

Kağnıcıoğlu, Celal Hakan, 2007, **Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi**, Eskişehir, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Kahraman, Cengiz; Cebeci, Ufuk; Ulukan, Ziya, 2003, “*Multi-Criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP*”, **Logistics Information Management**, C:XVI, No:6, s. 382 -394.

Kaptanoğlu, Dilek; Özok, Fahri Ahmet, 2006, “*Akademik Performans Değerlendirmesi İçin Bir Bulanık Model*”, **İTÜ Dergisi/d mühendislik**, C:V, No:1, s. 193 -204.

Mahapatra, Sreekumar; Mahapatra, S. S.,2009, “*A Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Approach For Supplier Selection in Supply Chain Management*”, **African Journal Of Business Management**, C:III, No:4, s. 168 -177.

Öz, Erçetin; Baykoç, Ömer Faruk, 2004, “*Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı*”, **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi**, C:XIX, No:3, s. 275 -286.

Özcan, Tuncay; Çelebi, Numan; Esnaf, Şakir, 2008, “*Çok Kriterli Karar Verme Metodolojilerinin Karşılaştırmalı Analizi ve Depo Yeri Seçimi Problemine Uygulanması*”, **VIII. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu**, s. 255 -266.

Özçakar, Necdet, 1995, “*Proje Maliyeti Bütçelemede Bulanık Küme Yaklaşımı*”, **İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi**, C:XXIV, No:2, s. 187 -193.

Özdemir, Ali İhsan, 2004, “*Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları*”, **Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, No: 23, s. 87 -96.

Özel, Bedriye; Özyörük Bahar, 2007, “*Bulanık Aksiyomatik Tasarım İle Tedarikçi Firma Seçimi*”, **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi**, C:XXII, No:3, s. 415 -423.

Öztürk, Ahmet; Ertuğrul, İrfan.; Karakaşoğlu, Nilsen, 2008, “*Nakliye Firması Seçiminde Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Karşılaştırılması*”, **Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, C:XXV, No:2, s. 785 -824.

Seçme, Neşe Yalçın; Özdemir, Ali İhsan, 2008, “*Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi İle Çok Kriterli Stratejik Tedarikçi Seçimi: Türkiye Örneği*”, **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, C:XXII, No:2, s. 175 -191.

Şen Zekai, 2001, **Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri**, İstanbul, Bilge Kültür Sanat.

Türer, Sanem; Ayvaz Berk; Bayraktar, Demet; Bolat, Bersam, 2008, “*Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Bir Yapay Sinir Ağı Yaklaşımı: Gıda Sektöründe Bir Uygulama*”, **Endüstri Mühendisliği Dergisi**, C:XX, No:2, s. 31 -40.

Wang, Yu-Jie; Lee Hsuan-Shih, 2007, “*Generalizing TOPSIS For Fuzzy Multiple-Criteria Group Decision-Making*”, **Computers and Mathematics with Applications**, C:LIII, s. 1762 -1772.