

İKİ AŞAMALI STRATEJİK TEDARİKÇİ SEÇİMİNİN BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

*Yrd. Doç. Dr. Ali İhsan ÖZDEMİR**

*Arş. Gör. Neşe Yalçın SEÇME***

ÖZET

İşletmeler açısından tedarikçi seçiminin uzun süreli işbirliği içinde olması son derece önemli bir karardır. Günümüz rekabet ortamında bu kararın verilmesi işletmede karar sahibi olan kişilerin grupça değerlendirmesi bakımından önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions) yöntemi uygulanmıştır. Bu amaçla Türkiye’de faaliyet gösteren bir mobilya fabrikasının mevcut tedarikçilerinin değerlendirmesi yapılarak, hangi tedarikçileri ile işbirliği içinde olacağı bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda işletmenin belirlediği üç tedarikçisinin yakınlık indeksi bakımından sırası tedarikçi 1, tedarikçi 3 ve tedarikçi 2 şeklinde olduğu analizler sonucunda tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tedarikçi seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık kümeler, Bulanık TOPSIS.

Abstract

It is very important decision for businesses to select supplier by a long-term cooperation way. Today’s competition environment, making this desicion in groups show importance in terms of decision makers evolution. For this reason fuzzy TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions) method which is

* Erciyes Üniversitesi, İ.İ.B.F., İşletme Bölümü, ozdemira@erciyes.edu.tr

** Nevşehir Üniversitesi, İ.İ.B.F., İşletme Bölümü, nyalcin@nevşehir.edu.tr

one of the multi-criteria decision making methods, is used in this study. For his purpose, one of the biggest Turkish furniture companies' suppliers are evaluated by fuzzy Topsis method to determine which supplier should be selected for cooperation. As a result of the study, Three suppliers are selected and ranking of them are determined as Supplier 1, Supplier 3 and Supplier 2.

Keywords: Supplier selection, Multi-criteria desicion, Fuzzy logic, Fuzzy TOPSIS

GİRİŞ

Çok kriterli karar verme yöntemi, çok kriter bakımından bir dizi mevcut alternatiften bir ya da daha fazla alternatifin sıralanmasında çok geniş kullanım alanına sahiptir. Karar verme problemi tüm uygun alternatiflerden en iyi seçeneği bulmaya yönelik olan bir süreçtir. Hemen hemen tüm problemlerde alternatiflerin karşılaştırması için kriterlerin çok olması yaygınlaşmış durumdadır. Yani birçok problem için karar vericiler çok kriterli karar verme problemini çözmek isterler.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin bir araştırması Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında sunulmuştur. Bu yöntemler arasında yer alan TOPSIS (İdeal Çözüme Benzerlik bakımından Sıralama Performansı Tekniği) yöntemi ise ilk kez Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilmiştir. Bu tekniğin altında yatan temel düşünce, pozitif – ideal çözüme en yakın alternatiflerin seçilmesi ve böylece çözümün fayda kriterlerini maksimize ederken maliyet kriterlerini de minimize etmesidir. Aynı şekilde negatif – ideal çözüme en uzak kriterlerin seçilerek maliyet kriterlerini maksimize ederken fayda kriterlerini de minimize eden çözümlerin elde edilmesini sağlamaktır.

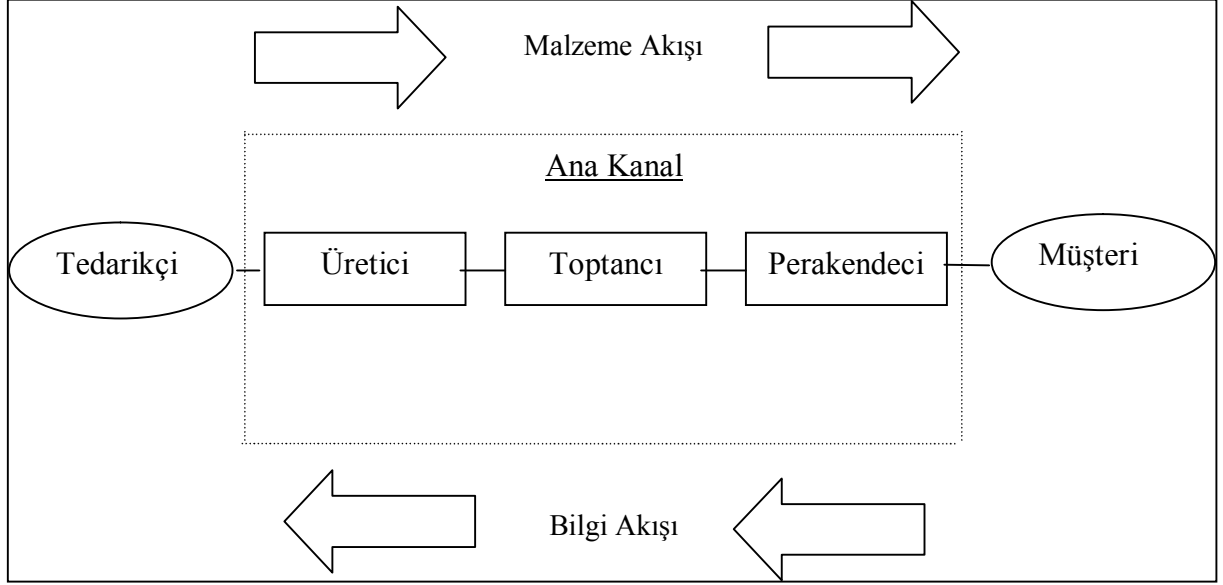
TOPSIS yöntemini de içeren klasik çok kriterli karar verme yöntemlerinde kriterlerin dereceleri de ağırlıkları da kesin olarak bilinir. Oysaki insan yargılarını içeren tercihler genellikle belirsiz olduğundan ve kesin sayısal bir değerle tahmin edilemediğinden dolayı birçok durumda gerçek yaşamı modellemede kesin veri yetersizdir. Daha gerçekçi bir yaklaşım ise, dilsel değişkenler vasıtası

ile problemde yer alan kriterlerin derecelerinin ve ağırlıklarının değerlendirilmesi yani sayısal ifadelerin yerine dilsel değerlendirmelerin kullanılabilmesidir. Bu dilsel ifadeler (örneğin düşük, orta, yüksek v.b.) yargıların doğal gösterimi olarak görülebilir. Bu karakteristikler karar vericilerin tercih yapısını dikkate almada bulanık küme teorisinin yeterliliğini belirtir. Bulanık küme teorisi insanın subjektif yargıları ile ilişkili olan kavramların belirsizliğini ölçmeye yarar. Ayrıca grupça karar vermeden dolayı, değerlendirme dilsel değişkenlerin değerlendirmeci kişinin görüşünden farklı olur ve kişinin değerlendirmesi belirsiz, bulanık bir çevrede oluşur (Saghafian ve Hejazi, 2005).

Bu çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren bir mobilya fabrikasının satın alma bölümünden bir grup ile stratejik tedarikçi seçimi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Gerçek yaşamı ifade etmede daha yeterli olabilme bakımından karar vericilerin kararları belirsizlik altında dilsel ifadelerle yapılmıştır. Bu ifadeler hem ağırlıkların belirlenmesinde hem de kriterlerin kendini oluşturan alt kriterleri bakımından performans değerlendirmesinde kullanılmıştır. Aralıkların nasıl belirlendiği ve her bir aralığa karşılık gelen sözel ifadelerin ne anlama geldiği ve nasıl kullanıldığı çalışmanın yöntem kısmında bahsedilmiştir.

1. TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİ

Son zamanlarda tedarik zinciri yönetimi ve tedarikçi seçimi işletme yönetimi literatüründe çok önemli yere sahip olmuştur. 1990’larda birçok üretimi yönetim performanslarını ve rekabetlerini arttırmak için tedarikçileri ile işbirliğine içine girmişlerdir (Ittner vd., 1999; Shin vd., 2000). Bir tedarik zincirinde malzeme akışı Şekil 1’deki gibi gösterilebilir. Satınalma fonksiyonu işletmelerde/organizasyonlarda stratejik bir konu olarak görülebilir. Özellikle de imalat işletmelerinde alıcı ve tedarikçi ilişkisi çok önemlidir. Alıcı ve tedarikçiler arasındaki ilişki uzun dönemli olduğunda, bir işletmenin tedarik zinciri o işletmenin rekabetçileri için çok güçlü rakiplerden birini oluşturur (Briggs, 1994; Choi ve Hartley, 1996).



Şekil 1. Klasik Tedarik Zinciri Yönetimi Elemanları (Chuang; Shaw 2000, 150)

Diğer taraftan, bir tedarikçi iyi yönetilen ve kurulan tedarik zincirinin bir parçası olduğunda, bu uzun süreli ilişki tedarik zincirinin bütününe rekabetçiliği üzerinde sürekli bir etkiye sahip olur. Bu nedenle, tedarikçi seçimi problemi etkili bir tedarik zinciri sisteminin kurulması için en önemli konulardan biri olur (Chen vd., 2006). Tedarikçi seçim sürecinin tüm amacı, alınan riskin azaltılması, alıcıların tüm değerinin maksimize edilmesi ve alıcılar ile tedarikçiler arasında yakınlığın ve uzun süreli ilişkinin kurulmasıdır (Monczka vd., 1998).

Tedarikçi seçimi problemi tipik olarak bilinen çok kriterli seçim problemlerinden biridir. Tedarikçi seçiminde ve değerlendirmesinde çok sayıda farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemlerden bazıları; kategorik metot, ağırlıklı nokta metodu (Timmerman, 1986), matris yaklaşımı (Gregory, 1986), tedarikçi performansı matris yaklaşımı (Soukup, 1986), tedarikçi profil analizi (Thompson, 1990), analitik hiyerarşi prosesi (AHP) (Narasimhan,

1983; Nydick ve Hill, 1999) ve çok amaçlı programlamadır (Bufa ve Jackson, 1983; Sharma ve Benton, 1989; Weber ve Ellram, 1993; Ghodsypour ve OBrien, 2001; Feng vd., 2001). Tedarikçi seçiminde bahsedilen bu yöntemlerden AHP yöntemi, çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir. Bu çalışmada kullanılan ve çok kriterli karar verme probleminde kullanılan bir diğer yöntem ise TOPSIS yöntemidir.

TOPSIS yönteminin diğer doğrusal ağırlıklandırma ve AHP yöntemlerinden farkının altında yatan esas, pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme ise en uzak olan en uygun çözümün belirlenmesidir. Bu mesafelerin iki yönlü olması ile ele alınan konu bakımından sadece maksimize edilecek şeyler değil aynı zamanda da minimize edilmesi gereken durumlar da göz önünde bulundurularak en uygun seçim yapılır. Bu yöntem ayrıca sezgisel, anlaması ve uygulaması kolay olan bir yöntemdir. Bu açıdan bakıldığında bu yöntemin tedarikçi seçiminde kullanılabilir alternatif bir yöntem olduğu açıkça görülmektedir.

Doğrusal ağırlıklandırma tekniği olan TOPSIS yönteminin klasik versiyonu ilk kez Chen ve Hwang (1992) tarafından Hwang ve Yoon'un (1981) yaptığı çalışmaya atıfta bulunularak öne sürülmüştür. Bundan sonra, bu yöntem farklı alanlardaki birçok konuda çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için adapte edilerek yaygın kullanım alanına sahip olmuştur. Bu çalışmalara örnek olarak; Tsaur ve Chang (2002) tarafından hava endüstrisinde servis kalitesinin değerlendirmesinde, Deng vd. (2000) tarafından iç şirket karşılaştırmasında, Wang ve Liang (2004) tarafından bütünleşik üretim planlamasında bir uygulamada, Chu (2002) tarafından tesis yeri seçimi probleminde ve Abo-Sina ve Amer (2005) tarafından büyük ölçekli doğrusal olmayan programlamada, Parkan ve Wu (1999) tarafında robot tasarımından dercelemede, Jee ve Kang (2000) tarafından malzemelerin seçiminde kullanılmıştır. Wang vd. tarafından (2007) sübjektif ve objektif ağırlıklarda bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. TOPSIS yönteminin bulanık çevrede grup karar verme problemi için genel uzantısı Chen (2000) tarafından yayınlanmıştır. Bulanık TOPSIS yöntemi Kahraman vd. (2007)

tarafından yeni ürün girişimi yaklaşımı için iki aşamalı çok kriterli karar verme yaklaşımı olarak kullanılmıştır.

Zanakis vd. (1998) ile Triantaphyllou ve Lin (1996) TOPSIS yöntemini diğer çok kriterli grup karar verme yöntemleri ile kıyaslayarak bu yöntemin aşağıda yer alan pozitif özelliklerine değinmişlerdir:

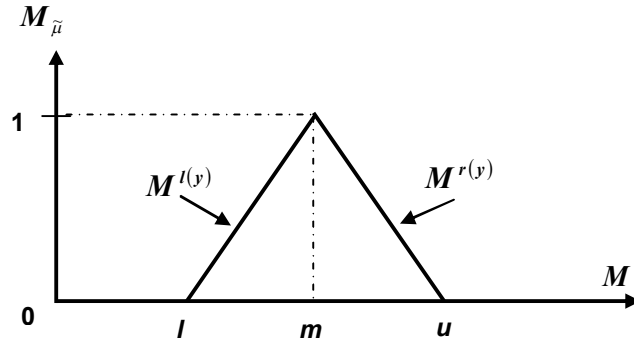
- Performans çok sayıdaki alternatifte az da olsa bağlı olup, sıralama (derece) farklılıkları çok sayıdaki alternatif ve kriterin artan değeri için daha az bir genişlikte büyütülebilir.
- TOPSIS yönteminin sıra dönüşüm konusunu belirtmede en iyi yöntemlerden birisi olduğu kanıtlanmıştır. Bu, optimal olmayan bir alternatif öne sürüldüğünde alternatiflerin sıralanmasındaki değişimdir. Bu tutarlı özellik pratik uygulamalarda oldukça önemlidir. Ayrıca TOPSIS üst sıra dönüşümü, çok sayıdaki alternatifin duyarsızlığı olarak kanıtlanmıştır ve en kötü performansı sadece çok sınırlı kriter olması durumunda söz konusudur.

2. BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ

2.1. Bulanık Kümeler Teorisi

Bulanık küme kuramının amacı belirsizlik ifade eden, tanımlanması güç veya anlaması zor olan kavramlara üyelik derecesi atayarak onlara belirlilik getirmektir. Belirlilik getirme yaklaşımı iki değeri kümeler kuramının, çok değeri kümeler kuramına dönüşümü ile sağlanır (Türkşen, 1985). Bulanık bir küme üyelik derecesi sürekli olan nesnelerin bir sınıfıdır.

Bulanık kümelerin nicel anlamlı üyelik fonksiyonları bulanık sayılar ya da bulanık aralık olarak görülebilir. Bulanık sayıları bu şekilde görmemiz için, bulanık sayıların “verilen gerçel sayıya yakın sayılar” veya “gerçel sayıların verilmiş bir aralığı civarındaki sayılar” örneğinde olduğu gibi yaklaşık sayılar ya da aralıkların sezgisel kavramalarını yakalamaları gerekir. Üçgensel ve yamuksal bulanık sayılar uygulamada en çok kullanılan ve bulanık sayılar içinde en önemli olan sayılardır. Bu çalışmada kullanılan sayılar üçgensel bulanık sayılardır (ÜBS). Bir ÜBS'nin üyelik fonksiyonu \tilde{M} olarak ifade edilmekte ve Şekil 1'de gösterilmektedir. Bir ÜBS basitçe $(l/m, m/u)$ ya da (l, m, u) olarak ifade edilir. l, m ve u parametreleri sırası ile; en küçük olası değer, en çok beklenen değer ve en büyük olası değeri ifade eden bulanık bir olayı tanımlar.



Şekil 2. Üçgensel bir üyelik fonksiyonu, \tilde{M}

Her bir ÜBS'nin sol ve sağ tarafının doğrusal gösterimi vardır ve üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\mu(x|\tilde{M}) = \begin{cases} 0, & x < l \\ (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m, \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u, \\ 0, & x > u \end{cases}$$

2.2. Bulanık TOPSIS

TOPSIS yöntemi, n – boyutlu alanda m noktalı geometrik bir sistem olarak m alternatifli çok kriterli bir karar verme problemidir. Alternatif seçim kavramına dayalı olan bu yöntem pozitif – ideal çözüme en yakın mesafeye ve negatif – ideal çözüme de en uzak mesafeye sahiptir. TOPSIS yönteminde, pozitif – ideal çözüme benzerlik ve negatif – ideal çözüme uzaklık olarak adlandırılan bir indeks tanımlanır. Bu tanımlama ile yöntem ideal çözüme maksimum benzerlikte bir alternatifi seçer (Yoon ve Hwang, 1995).

Literatürde geliştirilen bazı bulanık TOPSIS yöntemleri mevcuttur. Bu yöntemler arasındaki farklılıklar hesaplama tekniklerinden kaynaklanmaktadır. Bazı yazarlar üçgensel bulanık sayıları kullanırken bazıları ise yamuksal bulanık sayıları kullanmışlardır. Örneğin Chen ve Hwang niteliklerin ağırlıklandırılmasında yamuksal bulanık sayıları kullanmışlar ve sıralama yönteminde ise Lee ve Li'nin (1988) genelleştirilmiş ortalama yöntemini kullanarak doğrusal normalizasyon yapmışlardır. Liang (1999) kriterlerin ağırlıklandırılmasında yamuksal bulanık sayıları kullanmış ve sıralama yönteminde ise Chen'nin (1985) küme maksimizasyonu ve küme minimizasyonu yöntemini kullanarak Manhattan mesafesi ile normalizasyon yapmıştır. Chen (2000) tarafından ise ağırlıklandırılmalar üçgensel bulanık sayılarla yapılmış ve sıralama yöntemi olarak pozitif – ideal çözümlerin ve negatif –

ideal çözümlerin sırası ile (1,1,1) ve (0,0,0) olduğu kabul edilerek doğrusal normalizasyon işlemi kullanmıştır. Chu (2002) tarafından geliştirilen bulanık TOPSIS yönteminde ise kriterlerin ağırlıklandırılmasında üçgensel bulanık sayılar kullanılmış ve sıralama yöntemi olarak Liou ve Wang'ın (1992) $\alpha=1/2$ ile toplam integral değerinin sıralanmasını kullanmışlar ve de modifiye Manhattan mesafesi ile normalizasyon yapmışlardır. Chu ve Lin (2003) tarafından ise kriterlerin ağırlıklandırılmasında üçgensel bulanık sayılar kullanılmış ve sıralama yöntemi olarak ise Kaufmann ve Gupta'nın (1988) kaldırma yönteminin ortalamasını kullanarak vektör normalizasyonu yapmışlardır.

Tedarikçi seçiminde etkili olan ve ayrıca belirsizlik ve kesinsizlik açısından kullanılan çok güçlü araçlardan biriside bulanık küme teorisi ve bulanık mantığın altında yatan dilsel düşüncenin ifade edilmesidir. Bulanık küme teorisi ilk kez 1965 yılında L. A. Zadeh tarafından "Fuzzy Sets and Systems" adlı makale ile ortaya atılmıştır. Bulanık TOPSIS yönteminde bulanıklığın kullanılması ile kriterlerin karşılıklı olarak kıyaslanması olmaksızın kriterlerin sıralanmasında (derecelendirilmesinde) ve ağırlıklandırılmasında kullanılan dilsel ifadelerin düz olması yöntemin uygulamasını kolaylaştırmaktadır.

Bu çalışmada Chen (2000) tarafından geliştirilen bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin işleyişi adım adım aşağıda açıklanmıştır.

Bulanık TOPSIS yönteminin adımları:

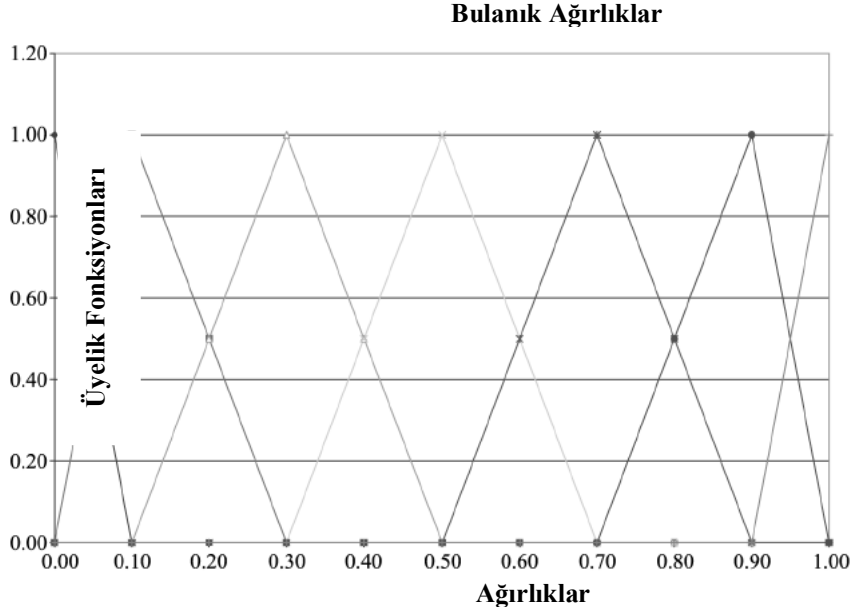
Adım1: Başlangıçta m adet alternatif (tedarikçi) $A_i=(1,2,3,\dots,m)$ n adet seçim kriterine $C_j=(1,2,3,\dots,n)$ karşılık değerlendirilir. Sübjektif değerlendirmeler karar vericiler tarafından dilsel terimlerin kullanılmasıyla; ağırlık vektörü $W=(w_1,w_2,\dots)$ ile karar matrisi $X=\{x_{ij} , i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n\}$ belirlenir. Ağırlık vektörü W, problem için n adet seçim kriterinin $C_j=(1,2,3,\dots,n)$ göreceli önemini belirtir. Karar matrisi $X=\{x_{ij}, i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n\}$ seçim kriteri C_j

bakımından A_i alternatifinin fayda oranlarını gösterir. Verilen bir ağırlık vektörü ve karar matrisi kullanılarak problemin amacı doğrultusunda tüm alternatifler bakımından sıralama elde edilir. Bir alternatif değerlendirme probleminde karar matrisinin ve ağırlık vektörünün gösterimi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$X = \begin{array}{c|cccc} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \hline A_1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ A_2 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{array}$$

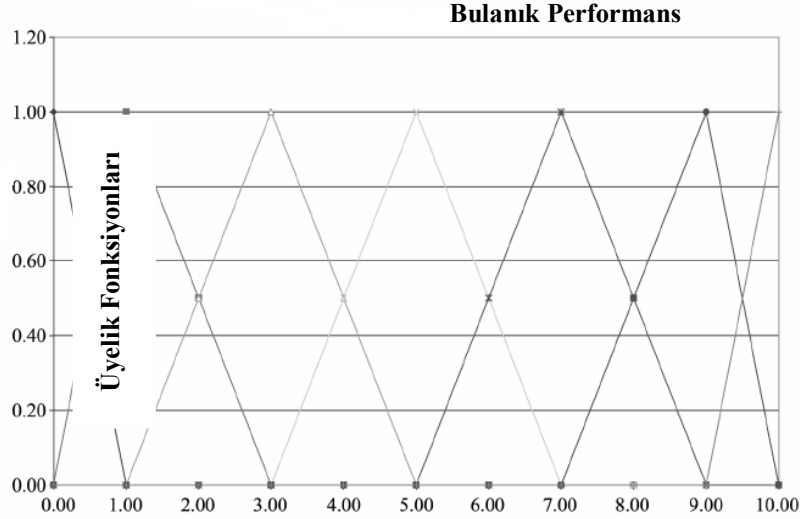
$$W = [w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_n]$$

Her bir kriter için kendi kriterine ait alt kriterleri bakımından ağırlık değerleri hesaplanır. Hesaplanan bu değerler seçim kriterlerinin ağırlıkları olarak elde edilir. Kullanılan sayılar üçgensel bulanık sayı olduğundan elde edilen ağırlıklarda üçgensel bulanık sayı olarak ifade edilir. Bu çalışmada bulanık ağırlıklara karşılık gelen üyelik fonksiyonları 7 ölçekte olup sırasıyla “çok düşük (0, 0, 0.1), düşük (0, 0.1, 0.3), orta derecede düşük (0.1, 0.3, 0.5), orta (0.3, 0.5, 0.7), orta derecede yüksek (0.5, 0.7, 0.9), yüksek (0.7, 0.9, 1), çok yüksek (0.9, 1, 1)” şeklinde aşağıda Şekil 3’de gösterildiği gibi ifade edilmiştir.



Şekil 3: Bulanık Ağırlıklar

Ağırlık vektöründen sonra karar matrisi elde edilir. Karar matrisi her bir kriterin alternatifler bakımından değerlendirilmesi sonucu elde edilen matristir. Bu matriste yapılan değerlendirmeler performans açısından yapılır ve her bir kriterin her bir alternatif bakımından kendine ait olan alt kriterleri açısından değerlendirilir. Bu çalışmada yapılan bulanık performans değerlendirmesi şu ölçüğe göre belirlenmiştir: “çok zayıf (0, 0, 1), zayıf (0, 1, 3), orta derecede zayıf (1, 3, 5), orta (3, 5, 7), orta derecede iyi (5, 7, 9), iyi (7, 9, 10), çok iyi (9, 10, 10)”. Her bir bulanık performansa karşılık gelen üyelik fonksiyonları ise aşağıda Şekil 4’de gösterilmiştir.



Şekil 4: Bulanık Performans Değerlendirmesi

Adım 2: Bulanık performans değerlendirme bakımından yapılan alternatif değerlendirmeler sonucunda toplam ağırlıklar elde edilir. Elde edilen bu değerler normalizasyon işlemine tabii tutulur. Normalizasyon, her bir kriteri [0,1] aralığına indirmek için yapılan ve sonuçların karşılaştırmasına imkan sağlayan matematiksel bir işlemdir. Bulanık bir normalize karar matrisinin matematiksel gösterimi aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$R = \begin{array}{c|ccc} & C_1 & C_j & C_n \\ \hline A_1 & r_{1,1} & r_{1,j} & r_{1,n} \\ A_i & r_{i,1} & r_{i,j} & r_{i,n} \\ A_m & r_{m,1} & r_{m,j} & r_{m,n} \end{array}$$

$$r_{i,j} = \frac{x_{i,j}}{u_j^+} = \left(\frac{l_{xij}}{u_j^+}, \frac{m_{xij}}{u_j^+}, \frac{u_{xij}}{u_j^+} \right) j \in B$$

$$r_{i,j} = \frac{l_j^-}{x_{i,j}} = \left(\frac{l_j^-}{u_{ij}^+}, \frac{l_j^-}{m_{ij}^+}, \frac{l_j^-}{l_{ij}^+} \right) j \in C$$

$$u_j^+ = \max(u_{i,j}) \forall i = 1, \dots, m \quad j \in B$$

$$l_j^- = \min(l_{i,j}) \forall i = 1, \dots, m \quad j \in C$$

Yukarıda görülen normalizasyon işlemine ait olan eşitlikler fayda ve maliyet olmak üzere iki durum için ele alınmıştır. Ele alınan kriterin özelliğine göre (fayda ya da maliyet olması bakımından) yukarıdaki işlemler yapılır.

Adım 3: Normalizasyon işleminden sonra her bir kriter adım 3’de elde edilen ağırlığı ile normalizasyon sonucu ortaya çıkan değerleriyle çarpılarak ağırlıklı normalizasyon değerler elde edilir. Böylece ağırlıklı normalize matris olan R matrisi oluşur. Bu matrisin matematiksel ifadesi ise aşağıdaki gibidir:

$$V = \begin{array}{c|ccc} & C_1 & C_j & C_n \\ \hline A_1 & v_{1,1} & v_{1,j} & v_{1,n} \\ & & & \\ A_i & v_{i,1} & v_{i,j} & v_{i,n} \\ & & & \\ A_m & v_{m,1} & v_{m,j} & v_{m,n} \end{array}$$

$$v_{i,j} = r_{i,j} \otimes w_j \quad \forall i = 1, \dots, m; \quad \forall j = 1, \dots, n$$

Bu matriste yer alan her bir eleman v_{ij} $[0,1]$ aralığında yer alır.

Adım 4: Bu adımda bulanık pozitif ideal çözüm A^+ ile bulanık negatif ideal çözüm A^- belirlenir. İdeal çözümlerin elde edilmesine yönelik matematiksel eşitlikler ise aşağıda verilmiştir:

$$A^+ = (v_1^+; v_2^+, \dots, v_n^+)$$

$$A^- = (v_1^-; v_2^-, \dots, v_n^-)$$

$$v_j^+ = \begin{cases} (1,1,1) & j \in B \\ (0,0,0) & j \in C \end{cases}$$

$$v_j^- = \begin{cases} (0,0,0) & j \in B \\ (1,1,1) & j \in C \end{cases}$$

Pozitif – ideal çözüm için ve negatif – ideal çözüm için fayda ve maliyet kriterleri açısından belirlenen yapıların bulanık olarak ifadesinin birbirinden farklı olduğu yukarıda görülmektedir.

Adım 5: Bulanık pozitif ve negatif ideal çözümlerin elde edilmesinden sonra n boyutlu ayırma mesafeleri elde edilir. Bu ayırma mesafeler her bir kriterin ($i=1,2,\dots,m$) bulanık pozitif ideal çözümüne A^+ (d_{i+}) ve bulanık negatif ideal çözümüne A^- (d_{i-}) uygulanarak aşağıdaki hesaplamalarla elde edilir.

$$d_{i+} = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}; v_j^+) = \sum_{j=1}^n$$

$$\sqrt{\frac{1}{3} * \left[(l_{i,j} - l_j^+)^2 + (m_{i,j} - m_j^+)^2 + (u_{i,j} - u_j^+)^2 \right]}$$

$$d_{i-} = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}; v_j^-) = \sum_{j=1}^n$$

$$\sqrt{\frac{1}{3} * \left[(l_{i,j} - l_j^-)^2 + (m_{i,j} - m_j^-)^2 + (u_{i,j} - u_j^-)^2 \right]}$$

$$d_{i+} \in R^+$$

$$d_{i-} \in R^-$$

Ayırma mesafeleri sonucu elde edilen değerler bulanık sayılar olmayıp gerçek sayıları ifade etmektedir.

Adım 6: Son adımda her bir kriter için yakınlık indeksi C_i hesaplanır.

Bu indeksin hesaplaması ise aşağıdaki gibidir:

$$C_i = \frac{d_{i-}}{d_{i+} + d_{i-}}$$

$$C_i \in [0,1]$$

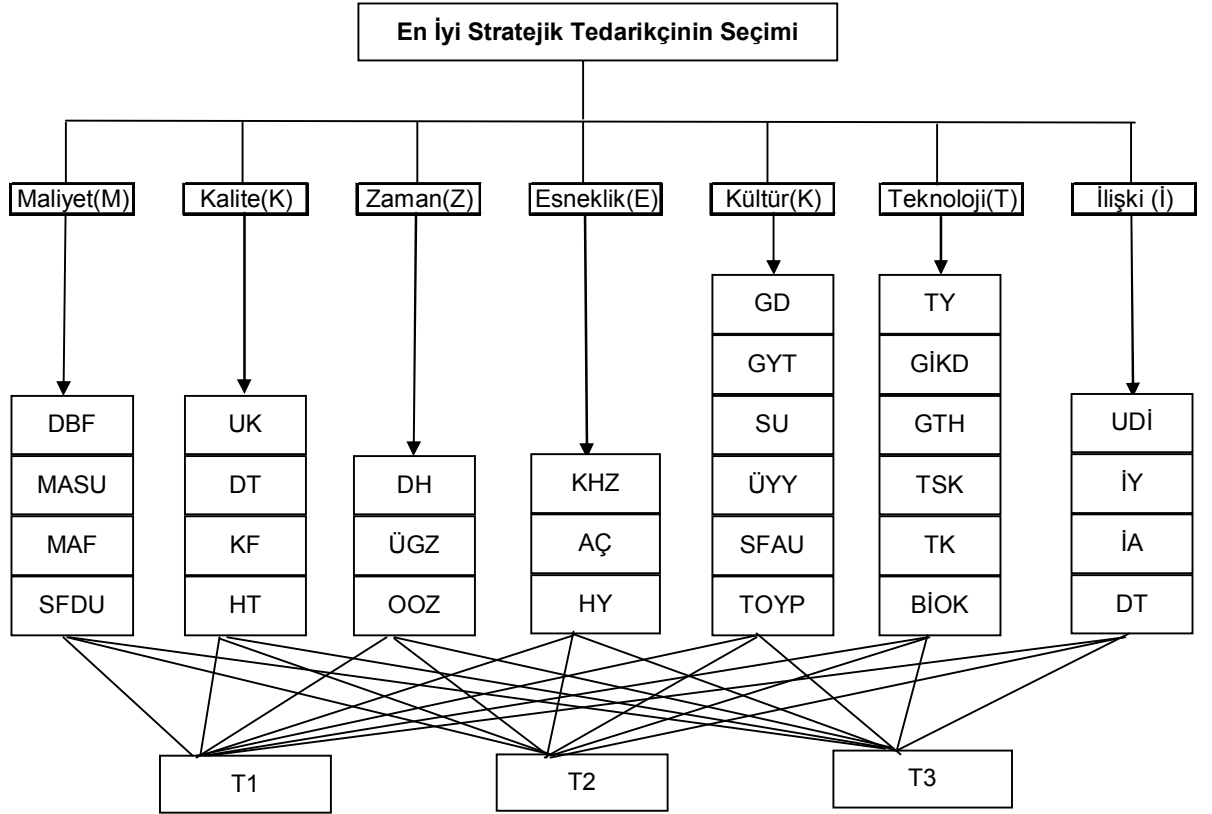
Elde edilen C_i değeri, eğer 0 ise kesinlikle d_{i-} 'nin 0 olması sonucunda elde edilir ki bu da $A_i=A^-$ anlamındadır ve aynı şekilde C_i eğer 1 ise $d_{i+}=0$ olduğu içindir ki bu da $A_i=A^+$ olduğu anlamındadır.

Sonuç olarak elde edilen en iyi alternatif (A_{opt}) ise C_i değeri 1'e en yakın olan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenmiş olur. Bu durum aşağıdaki matematiksel ifade ile gösterilir:

$$A_{opt} = \{A_i^* \mid i^* = 1, \dots, m \mid C_{i^*} \geq C_i \forall i = 1, \dots, m\}$$

3. UYGULAMA ÖRNEĞİ

Ele alınan uygulama örneği Türkiye’de önde gelen bir mobilya fabrikasında yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda Sarkis ve Talluri (2002) tarafından bir araya getirilen 7 temel kriter grubu kullanılarak işletmenin 3 tedarikçisinin değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışma işletmenin satın alma bölümünden sorumlu yetkili kişilerinin verdiği karar neticesinde işletme bünyesinde önemli bir maliyet unsuru olan, ürün estetiği üzerinde etkili ve tüm ürünlerde kullanılabilen girdi olan mobilya aksesuarları tedarikçilerinin değerlendirilmesi üzerine yapılmıştır. Karar-vericiler işletmede yönetim işlerinde yetki sahibi olan kişilerden oluşan bir uzman gruptur. Bu grup tarafından değerlendirilen kriterler ve bu kriterlere ait alt kriterleri gösteren hiyerarşik yapı Şekil 5’te görölmektedir.



Şekil 5: Tedarikçi Seçim Probleminin Hiyerarşisi

Toplam olarak 7 temel kriter 1. seviyede bulunmaktadır. Bu kriterlerin her birine ait alt kriterlerde temel kriterin altında yani 2. seviyede sıralanmıştır.

Bu temel kriterlerden ilk dört kriter (maliyet, kalite, zaman, esneklik) işletme için stratejik ölçümleri ifade ederken, geriye kalan üç kriter ise (kültür, teknoloji ve ilişkiler) operasyonel (işlemsel) faktörleri içermektedir. Hiyerarşik ağacın 2. seviyesinde yer alan alt kriterlerin ifadeleri aşağıda verilmiştir (Sarkis and Talluri 2002, 22):

Maliyet alt kriterleri:

DBF: Düşük Başlangıç Fiyatı
MASU: Maliyet Analizi Sistemine Uyum
MAF: Maliyet Azaltma Faaliyetleri
SFDU: Sektörel Fiyat Davranışlarına Uyum

Kalite alt kriterleri:

UK: Uygunluk Kalitesi
DT: Dağıtımda Tutarlılık
KF: Kalite Felsefesi
HT: Hızlı Tepki/Cevap

Zaman alt kriterleri:

DH: Dağıtım Hızı
ÜGZ: Ürün Geliştirme Zamanı
OOZ: Ortak Oluşturma Zamanı

Esneklik alt kriterleri:

KHZ: Kısa Hazırlık Zamanı
AÇ: Anlaşmazlık Çözme
HY: Hizmet Yeterliliği

Kültür alt kriterleri:

GD: Güven Duygusu
GYT: Gelecek için Yönetimin Görünümü /Tutumu

SU: Stratejik Uyum

ÜYY: Üst Yönetim Yeterliliği
SFAU: Seviyeler ve Fonksiyonlar Arasındaki Uyumluluk
TOYP: Tedarikçinin Organizasyon Yapısı ve Personeli

Teknoloji alt kriterleri:

TY: Teknolojik Uyumluluk
GİKD: Gelecekteki İmalat Kabiliyetlerini Değerlendirme
GTH: Gelişmede Tedarikçinin Hızı

TSK: Tedarikçinin Tasarım Kabiliyeti

TK: Teknik Kabiliyet

BİO: Bugünkü İmalat Olanakları/ Kabiliyetleri

İlişki alt kriterleri:

UDİ: Uzun Dönemli İlişki

İY: İlişki Yakınlığı

İA: İletişimde Açıklık

DT: Dürüstlükte Tanınma

Bulanık TOPSIS yöntemine ilişkin gerekli açıklamalar yukarıda adım adım verilmiştir. Ele alınan uygulama problemi açısından yapılan hesaplamalar aşağıda tablolar halinde hesaplama sonuçları ile verilmiştir. Yukarıda verilen tüm kriterler alternatiflerin değerlendirilmesi açısından fayda kriteri olarak ele alınmıştır. Maliyet kriterinin fayda kriteri olarak ele alınması maliyet kriterini oluşturan alt kriterlerden kaynaklanmaktadır. Maliyet kriterinde yer alan alt

kriterler tamimiyle işletme açısından fayda yaratacak kriterler olduğundan maliyet kriteri de diğer kriterler gibi bir fayda kriteri gibi düşünülerek analizler yapılmıştır.

Aşağıda Tablo 1–7’de temel kriterlerin alt kriterleri bakımından ağırlıklarının hesaplanmasında hangi dilsel ifadelerin kullanıldığı ve hesaplamalar sonucu ortaya çıkan ağırlıkları gösteren matrisler verilmiştir:

Tablo 1: Maliyet kriterine ait bulanık ağırlık matrisi

Alt kriterler	l	m	u	
DBF	0,1	0,3	0,5	OD
MASU	0	0,1	0,2	D
MAF	0,3	0,5	0,7	OD
SFDU	0	0,1	0,3	D
AĞIRLIK	0,1	0,25	0,425	

Tablo 2: Kalite kriterine ait bulanık ağırlık matrisi

Alt kriterler	l	m	u	
UK	0,9	0,9	1	ÇY
DT	0	0,1	0,3	D
KF	0	0	0,1	ÇD
HT	0	0	0,1	ÇD
AĞIRLIK	0,225	0,25	0,375	

Tablo 3: Zaman kriterine ait bulanık ağırlık matrisi

Alt kriterler	l	m	u	
DH	0,9	1	1	ÇY
ÜGZ	0	0,1	0,3	D
OOZ	0	0	0,1	ÇD
AĞIRLIK	0,3	0,3667	0,4667	

Tablo 4: Esneklik kriterine ait bulanık ağırlık matrisi

Alt kriterler	l	m	u	
KHZ	0,9	1	1	ÇY
AÇ	0	0,1	0,3	D
HY	0	0,1	0,3	D
AĞIRLIK	0,3	0,4	0,5333	

Tablo 5: Kültür kriterine ait bulanık ağırlık matrisi

Alt kriterler	l	m	u	
GD	0	0,1	0,3	D
GYT	0	0,1	0,3	D
SU	0	0,1	0,3	D
ÜYY	0	0	0,1	ÇD
SFAU	0	0	0,1	ÇD
TOYP	0,3	0,5	0,7	O
AĞIRLIK	0,05	0,1333	0,3	

Tablo 6: Teknoloji kriterine ait bulanık ağırlık matrisi

Alt kriterler	l	m	u	
TY	0	0	0,1	ÇD
GİKD	0	0,1	0,3	D
GTH	0,1	0,3	0,5	OD
TSK	0,3	0,5	0,7	O
TK	0	0,1	0,3	D
BİOK	0	0,1	0,3	D
AĞIRLIK	0,0667	0,1833	0,3667	

Tablo 7: ilişki kriterine ait bulanık ağırlık matrisi

Alt kriterler	l	m	u	
UDİ	0	0,1	0,3	D
İY	0	0,1	0,3	D
İA	0,9	1	1	ÇY
DT	0	0,1	0,3	D
AĞIRLIK	0,225	0,325	0,475	

Bu tablolar sonucu elde edilen ağırlık matrisi üçgensel bulanık sayılarla şu şekilde elde edilir:

$$W=\{(0.1, 0.25, 0.425), (0.225, 0.25, 0.375), (0.3, 0.3667, 0.4667), (0.3, 0.4, 0.5333), (0.05, 0.1333, 0.3), (0.0667, 0.1833, 0.3667), (0.225, 0.325, 0.475)\}$$

Her bir kriter açısından ağırlıkların elde edilmesinden sonra her bir kriter için ağırlıklı normalizasyon değerlerini gösteren matrisler aşağıda her bir kriter için tablolar halinde aşağıda verilmiştir:

Tablo 8: Maliyet kriterine ait ağırlıklı normalizasyon hesabı

MALİYET				
T1 TOPLU	1,75	2,75	4,25	
T1 NORMALİZE	0,2121	0,3333	0,5152	
T1 AĞIRLIKLI	0,0212	0,0833	0,2189	
DBF	0	1	3	Z
MASU	0	1	3	Z
MAF	0	0	1	ÇZ
SFDU	7	9	10	İ
T2 TOPLU	0	0	1	
T2 NORMALİZE	0	0	0,1212	
T2 AĞIRLIKLI	0	0	0,0515	
DBF	0	0	1	ÇZ
MASU	0	0	1	ÇZ
MAF	0	0	1	ÇZ
SFDU	0	0	1	ÇZ
T3 TOPLU	5,25	7	8,25	
T3 NORMALİZE	0,6364	0,8485	1	
T3 AĞIRLIKLI	0,0636	0,2121	0,425	
DBF	7	9	10	İ
MASU	7	9	10	İ
MAF	7	9	10	İ
SFDU	0	1	3	ÇZ

Tablo 9: Kalite kriterine ait ağırlıklı normalizasyon hesabı

KALİTE				
T1 TOPLU	1,25	2,75	4,5	
T1 NORMALİZE	0,2381	0,5238	0,8571	
T1 AĞIRLIKLI	0,0536	0,131	0,3214	
UK	1	3	5	OZ
DT	3	5	7	O
KF	1	3	5	OZ
HT	0	0	1	ÇZ
T2 TOPLU	2,75	4	5,25	
T2 NORMALİZE	0,5238	0,7619	1	
T2 AĞIRLIKLI	0,1179	0,1905	0,375	
UK	1	3	5	OZ
DT	0	0	1	ÇZ
KF	1	3	5	OZ
HT	9	10	10	Çİ
T3 TOPLU	1,25	2,75	4,5	
T3 NORMALİZE	0,2381	0,5238	0,8571	
T3 AĞIRLIKLI	0,0536	0,131	0,3214	
UK	1	3	5	OZ
DT	3	5	7	O
KF	1	3	5	OZ
HT	0	0	1	ÇZ

Tablo 10: Zaman kriterine ait ağırlıklı normalizasyon hesabı

ZAMAN				
	l	m	u	
T1 TOPLU	3	5	7	
T1 NORMALİZE	0,4286	0,7143	1	
T1 AĞIRLIKLI	0,1286	0,2619	0,4667	
DH	1	3	5	OZ
ÜGZ	5	7	9	Oİ
OOZ	3	5	7	O
T2 TOPLU	1,6667	3,6667	5,6667	
T2 NORMALİZE	0,2381	0,5238	0,8095	
T2 AĞIRLIKLI	0,0714	0,1921	0,3778	
DH	1	3	5	OZ
ÜGZ	1	3	5	OZ
OOZ	3	5	7	O
T3 TOPLU	0,3333	1	2,3333	
T3 NORMALİZE	0,0476	0,1429	0,3333	
T3 AĞIRLIKLI	0,0143	0,0524	0,1556	
DH	1	3	5	OZ
ÜGZ	0	0	1	ÇZ
OOZ	0	0	1	ÇZ

Tablo 11: Esneklik kriterine ait ağırlıklı normalizasyon hesabı

ESNEKLİK				
	l	m	u	
T1 TOPLU	4,3333	6	7,3333	
T1 NORMALİZE	0,5909	0,8182	1	
T1 AĞIRLIKLI	0,1773	0,3273	0,5333	
KHZ	1	3	5	OZ
AÇ	3	5	7	O
HY	9	10	10	ÇY
T2 TOPLU	1,3333	2,6667	4,3333	
T2 NORMALİZE	0,1818	0,3636	0,5909	
T2 AĞIRLIKLI	0,0545	0,1455	0,3152	
KHZ	1	3	5	OZ
AÇ	0	0	1	ÇZ
HY	3	5	7	O
T3 TOPLU	1,3333	2,6667	4,3333	
T3 NORMALİZE	0,1818	0,3636	0,5909	
T3 AĞIRLIKLI	0,0545	0,1455	0,3152	
KHZ	1	3	5	OZ
AÇ	3	5	7	O
HY	0	0	1	ÇZ

Tablo 12: Kùltür kriterine ait ağırlıklı normalizasyon hesabı

KÙLTÜR				
	l	m	u	
T1 TOPLU	2	3,5	5,3333	
T1 NORMALİZE	0,3636	0,6364	0,9697	
T1 AğIRLIKLI	0,0182	0,0848	0,2909	
GD	0	1	3	Z
GYT	3	5	7	O
SU	3	5	7	O
ÜYY	3	5	7	O
SFAU	3	5	7	O
TOYP	0	0	1	ÇZ
T2 TOPLU	3	4,1667	5,5	
T2 NORMALİZE	0,5455	0,7576	1	
T2 AğIRLIKLI	0,0273	0,101	0,3	
GD	0	0	1	ÇZ
GYT	3	5	7	O
SU	3	5	7	O
ÜYY	3	5	7	O
SFAU	0	0	1	ÇZ
TOYP	9	10	10	Çİ
T3 TOPLU	1,6667	2,3333	3,5	
T3 NORMALİZE	0,303	0,4242	0,6364	
T3 AğIRLIKLI	0,0152	0,0566	0,1909	
GD	7	9	10	İ
GYT	0	0	1	ÇZ
SU	0	0	1	ÇZ
ÜYY	0	0	1	ÇZ
SFAU	3	5	7	O
TOYP	0	0	1	ÇZ

Tablo 13: Teknoloji kriterine ait ağırlıklı normalizasyon hesabı

TEKNOLOJİ				
	l	m	u	
T1 TOPLU	2,1667	3,8333	5,6667	
T1 NORMALİZE	0,3714	0,6571	0,9714	
T1 AĞIRLIKLİ	0,0248	0,1205	0,3562	
TY	0	0	1	ÇZ
GİKD	3	5	7	O
GTH	3	5	7	O
TSK	3	5	7	O
TK	1	3	5	OZ
BİOK	3	5	7	O
T2 TOPLU	3,3333	4,5	5,8333	
T2 NORMALİZE	0,5714	0,7714	1	
T2 AĞIRLIKLİ	0,0381	0,1414	0,3667	
TY	9	10	10	Çİ
GİKD	0	0	1	ÇZ
GTH	3	5	7	O
TSK	3	5	7	O
TK	5	7	9	Oİ
BİOK	0	0	1	ÇZ
T3 TOPLU	1	1,6667	3	
T3 NORMALİZE	0,1714	0,2857	0,5143	
T3 AĞIRLIKLİ	0,0114	0,0524	0,1886	
TY	0	0	1	ÇZ
GİKD	3	5	7	O
GTH	0	0	1	ÇZ
TSK	0	0	1	ÇZ
TK	0	0	1	ÇZ
BİOK	3	5	7	O

Tablo 14: İlişki kriterine ait ağırlıklı normalizasyon hesabı

İlişki				
	l	m	u	
T1 TOPLAM	1,5	2,5	4	
T1 NORMALİZE	0,1765	0,2941	0,4706	
T1 AĞIRLIKLI	0,0397	0,0956	0,2235	
UDİ	3	5	7	O
İY	0	0	1	ÇZ
İA	0	0	1	ÇZ
DT	3	5	7	O
T2 TOPLU	0	0	1	
T2 NORMALİZE	0	0	0,1176	
T2 AĞIRLIKLI	0	0	0,0559	
UDİ	0	0	1	ÇZ
İY	0	0	1	ÇZ
İA	0	0	1	ÇZ
DT	0	0	1	ÇZ
T3 TOPLU	6	7	8,5	
T3 NORMALİZE	0,7059	0,8235	1	
T3 AĞIRLIKLI	0,1588	0,2676	0,475	
UDİ	3	5	7	O
İY	9	9	10	Çi
İA	9	9	10	Çi
DT	3	5	7	O

Yukarıda her bir kriter için alternatifler bakımından ağırlıklı normalizasyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen karar matrisi ile birlikte ayırım noktalarının pozitif ve negatif ideal sonuca göre elde edilmesi sonucu oluşan değerler aşağıda Tablo 15’de gösterilmiştir.

Tablo 15. Alternatiflerin bulanık olmayan pozitif ve negatif ideal sonuçları

	MALİYET			KALİTE			ZAMAN			ESNEKLİK			KÜLTÜR			TEKNOLOJİ			İLİŞKİ			
T1	0,0212	0,0833	0,21894	0,0536	0,131	0,3214	0,1286	0,2619	0,4667	0,1773	0,3273	0,5333	0,0182	0,0848	0,2909	0,0248	0,1205	0,3562	0,0397	0,0956	0,2235	
T2	0	0	0,05152	0,1179	0,1905	0,375	0,0714	0,1921	0,3778	0,0545	0,1455	0,3152	0,0273	0,101	0,3	0,0381	0,1414	0,3667	0	0	0,0559	
T3	0,0636	0,2121	0,425	0,0536	0,131	0,3214	0,0143	0,0524	0,1556	0,0545	0,1455	0,3152	0,0152	0,0566	0,1909	0,0114	0,0524	0,1886	0,1588	0,2676	0,475	
A+	1	1	1	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	0	0	0	
A1+	0,896			0,8389			0,7277			0,6701			0,8764			0,8444			0,8837			TOPLAM
A2+	0,9831			0,7798			0,7963			0,8353			0,8649			0,8294			0,9817			5,7373
A3+	0,7806			0,8389			0,9278			0,8353			0,9155			0,919			0,7117			6,0705
A1-	0,1358			0,2028			0,3178			0,3755			0,1753			0,2176			0,1422			5,9289
A2-	0,0297			0,2522			0,2481			0,2029			0,1834			0,228			0,0323			1,5669
A3-	0,2767			0,2028			0,0951			0,2029			0,1153			0,1132			0,3279			1,1766
																						1,3338

Elde edilen sonuçlara göre her bir alternatif için yakınlık indeksleri hesaplanmıştır. Buna göre her bir alternatif bakımından hesaplanan C_i değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 16. Yakınlık indeksi tablosu

Alternatifler	d_i^+	d_i^-	C_i	Sıralama
T1	5,7373	1,5669	0,2145	1
T2	6,0705	1,1766	0,1624	3
T3	5,9289	1,3338	0,1836	2

Elde edilen sonuçlara göre tedarikçi 1 (T1) ilk sırada, tedarikçi 3 (T3) ikinci sırada ve tedarikçi 2 (T2) ise son sıra yer almaktadır.

4. SONUÇ

Çok kriterli karar problemlerinin grupça değerlendirilerek yapılması günümüz rekabet ortamında işletmeler açısından çok önemlidir. Bu bakımdan işletmelerin herhangi bir konuda yaptığı tercihlerin belirli bir uzman grup tarafından dikkate alınması ve karar verilen konuların çok nitelikli olarak ele alınması, probleme yaklaşımın daha gerçekçi olmasını sağlamaktadır. Bu gibi problemlerin üstesinden gelmek için ise çok kriterli grupça karar vermede geliştirilen yöntemlerin kullanılması önemlidir. Bu yöntemlerden birisi de bu çalışmada kullanılan TOPSIS tekniğidir. Genellikle bu problemlerin yapısı gereği insan yargılarını içermesinden dolayı bulanık küme teorisi ile ilişkilendirmek gerçek yaşamı yansıtmaya bakımından önemlidir. Bu nedenle de bu çalışmada bulanık TOPSIS yöntemi bir mobilya fabrikasının stratejik tedarikçilerinin seçiminde kullanılmıştır. Satın alma bölümünde yer alan kişilerin subjektif değerlendirmeleri sonucunda her bir kriter

kendi alt kriteri bakımından hem ağırlıklandırılmış hem de performans bakımından değerlendirmesi üçgensel bulanık sayılar kullanılarak yapılmıştır.

TOPSIS yöntemi kriterlerin birbirleriyle kıyaslanmasını dikkate almaz. Fakat bu yöntemde dikkat edilecek nokta, ele alınan kriterin elde edilecek sonuç üzerinde fayda ya da maliyet yaratma özelliğinin olmasına dikkat edilmesidir. TOPSIS yöntemi bu doğrultuda elde edilen sonuçları pozitif – ideal ve negatif – ideal çözümlere yakınlık bakımından analiz eder. Bu iki yakınlık ölçütü dikkate alınarak alternatifler bakımından elde edilen yakınlık indeksleri sonucu en büyük olandan en küçük olana doğru bir sıralama elde edilir. Bu sıralama ile tüm alternatifler ele alınan konu bakımından derecelenerek en iyi alternatif belirlenmiş olur. Bu çalışmaya göre tedarikçi 3 işletme açısından en ideal işletme olarak tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Abo-Sina, M.A., Amer, A.H. (2005) “Extensions of TOPSIS for multiobjective large-scale nonlinear programming problems”, Applied Mathematics and Computation, Vol.162, Issue 1, pp.243-256.
- Briggs, P., 1994, “Vendor assessment for partners in supply”, European Journal of Purchasing & Supply Management 1, 49–59.
- Bufa, F. P. ve W. M. Jackson., 1983, “A goal programming model for purchase planning”, Journal of Purchasing and Materials Management, 19(3), pp.27–34.
- Chen, C.T., 2000, “Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment”, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 114, pp. 1-9.
- Chen, C.T., C.T. Lin ve S.F. Huang, 2006, “A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management”, International Journal of Production Economics, Vol.102, pp.289-301.
- Chen, S.H., 1985, Ranking fuzzy numbers with maximizing set and minimizing set, Fuzzy Sets and Systems 17, pp.113–129.
- Chen, S.J. ve Hwang, C.L., 1992, Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications, Springer-Verlag, Berlin.
- Choi, T.Y., Hartley, J.L., 1996, “An exploration of supplier selection practices across the supply chain”, Journal of Operations Management 14, 333–343.
- Chu, T.-C. ve Lin, Y.-C., 2003, “A fuzzy TOPSIS method for robot selection”, International Journal of Advanced Manufacturing Technology 21, pp.284–290.
- Chu, T.-C., 2002, “Facility location selection using fuzzy TOPSIS under group decisions, International Journal of Uncertainty”, Fuzziness and Knowledge-Based Systems 10, pp.687–701.
- Chuang, M.; Shaw W., 2000 “Distinguishing the Critical Success Factors Between E-Commerce, Enterprise Resource Planning and

Supply Chain Management” Proceeding of International Engineering Management Conference, August 2000, New Mexico, pp.146-151.

Deng, H., Yeh, C.H., Willis, R.J., 2000, “Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights”, *Computers & Operations Research*, 27, pp. 963-973.

Feng, C. X., J., Wang ve J. S. Wang, 2001, “An optimization model for concurrent selection of tolerances and suppliers”, *Computers & Industrial Engineering*, 40, pp.15–33.

Ghodsypour S. H. ve C. OBrien, 2001, “The total cost of logistics in supplier, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint”, *International Journal of Production Economics* 2001;73:15–27.

Gregory, R. E., 1986, “Source selection: a matrix approach”, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 22(2):24–9.

Hwang, C.L., Yoon, K., 1981, “Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications”, Springer, Berlin Heidelberg.

Ittner, C.D., Larcker, D.F., Nagar, V., Rajan, M.V., 1999, “Supplier selection, monitoring practices, and firm performance”, *Journal of Accounting and Public Policy* 18, 253–281.

Jee, D. ve Kang, K., 2000, “A method for optimal material selection aided with decision making theory”, *Materials and Design*, Vol. 21, pp. 199-206.

Kahraman, C., G. Büyüközkan ve N.Y. Ateş, 2007, “A two phase multi-attribute decision-making approach for new product introduction”, *Information Sciences*, Vol.177, pp.1567–1582.

Kaufmann A., M.M. Gupta, 1988, *Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science*, North Holland.

Lee, E.S, ve Li, R.L., 1988, “Comparison of fuzzy numbers based on the probability measure of fuzzy events”, *Computer and Mathematics with Applications* 15, pp.887–896.

- Liang, G.-S., 1999, "Fuzzy MCDM based on ideal and anti-ideal concepts", *European Journal of Operational Research* 112, pp. 682–691.
- Liou, T.S. ve Wang, M.J.J., 1992, Ranking fuzzy numbers with integral value, *Fuzzy Sets and Systems* 50, pp.247.
- Monczka, R., Trent, R., Handfield, R., 1998. *Purchasing and Supply Chain Management*. South-Western College Publishing, New York.
- Narasimhan R., 1983, "An analytical approach to supplier selection", *Journal of Purchasing and Materials Management*, 19(4), pp.27–32.
- Nydick, R.L. ve R. P. Hill, 1992, "Using the analytical hierarchy process to structure the supplier selection procedure", *Journal of Purchasing and Materials Management*, pp.28(2):31–6.
- Parkan, C. ve Wu, M., 1999, "Decision-making and performance measurement models with applications to robot selection", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 36, pp. 503-23.
- Saghafian, S. ve Hejazi, S. R., 2005, "Multi – criteria Group Decision Making Using A Modified Fuzzy TOPSIS Procedure", *International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, and International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce*, IEEE.
- Sarkis, J., and Talluri, S. 2002 "A Model for strategic supplier selection" *The Journal of Supply Chain Management*, Winter 2002, pp.18-28.
- Sharma D. ve W. C. Benton, 1989, Srivastava R. competitive strategy and purchasing decisions. *Proceedings of the annual national conference of the decision sciences institute*, p. 1088–1090.
- Shin, H., Collier, D.A., Wilson, D.D., 2000, "Supply management orientation and supplier/buyer performance", *Journal of Operations Management* 18, 317–333.
- Soukup, W. R., 1986, "Supplier selection strategies", *Journal of Purchasing and Materials Management*, 23(2), pp.7–12.

- Thompson, K. N., 1990, "Supplier profile analysis", *Journal of Purchasing and Materials Management*, 26(1), pp.11–8.
- Timmerman E., 1986, "An approach to vendor performance evaluation", *Journal of Purchasing and Materials Management*, 26(4): 2–8.
- Triantaphyllou, E. ve Lin, C.T., 1996, "Development and evaluation of five fuzzy multiattribute decision making methods", *International Journal of Approximate Reasoning*, Vol. 14, pp. 281-310.
- Tsuar, S.H., Chang, T.Y., Yen, 2002, C.H., "The evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM", *Tourism Management*, 23, pp. 107–115.
- Türkşen, İsmail Burhan; "Bulanık Kümeler Kuramı ve Uygulamaları", *Yöneylem Araştırması Dergisi*, Cilt 4, Sayı 1, 1985, s.1-15.
- Wang, R.C., Liang, T.F., "Application of fuzzy multi-objective linear programming to aggregate production planning", *Computers & Industrial Engineering*, 2004, 46, pp. 17–41.
- Wang, T., Lee, H. ve Wu, C., 2007, "A Fuzzy TOPSIS Approach with Subjective Weights and Objective Weights" *Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Applied Computer Science*, Hangzhou, China. April 15-17.
- Weber C. A. ve L. M. Ellram, 1993, "Supplier selection using multi-objective programming: a decision support system approach", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 23(2), pp.4–14.
- Yoon, K.P., ve Hwang, C.L., 1995, *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*, Sage Publications, Thousand Oaks.
- Zanakis, S.H., Solomon, A., Wishart, N. and Dublsh, S., 1998, "Multi-attribute decision making: a simulation comparison of select methods", *European Journal of Operational Research*, Vol. 107, pp. 507-29.