

Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü

Performance Measurement of Logistics Firms with Multi-Criteria Decision Making Methods

Süleyman ÇAKIR¹, Selçuk PERÇİN²

ÖZET

Günümüz yoğun rekabet ortamında kaynaklarını optimal şekilde kullanmak zorunda olan işletmeler belirledikleri hedeflere ulaşma derecelerini görebilmek için düzenli olarak performans ölçümü yapmalıdır. Stratejik bir performans ölçümü ise aynı endüstri dalında faaliyet gösteren işletmelerin birbirleriyle karşılaştırılmasını gerektirir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, literatürde yaygın olarak kullanılan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleri yardımıyla 2011 yılı için "FORTUNE Türkiye" dergisinin açıkladığı ilk 500 firma listesinde yer alan 10 lojistik firmasının performans ölçümünü gerçekleştirmektir. Üç aşamada gerçekleştirilen uygulamanın ilk aşamasında literatür ve veri elverişliliği dikkate alınarak belirlenen değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıkları objektif bir ÇKKV tekniği olan CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) yöntemiyle hesaplanmıştır. Elde edilen ağırlıklar yardımıyla ikinci aşamada SAW (Simple Additive Weighting), TOPSIS (The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ve VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemleri kullanılarak firmalar performanslarına göre sıralanmıştır. Üçüncü aşamada ise bir veri birleştirme (data fusion) tekniği olan Borda Sayım (Borda Count) yöntemiyle söz konusu üç yöntemle elde edilen sıralamalardan yararlanılarak bütünlük tek bir sıralama elde edilmiştir. Uygulama sonucunda çalışmada kullanılan bütünlük modelin performans ölçümü amacıyla kullanılacak uygun bir yöntem olduğu ve uygulayıcılara tatminkâr sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada kullanılan bütünlük yöntemle ilgili literatürde başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Performans ölçümü, ÇKKV teknikleri, lojistik sektörü

ABSTRACT

In today's competitive environment firms that have to use their resources optimally, should regularly carry out performance measurement in order to see the degree of achieving their goals. A strategic performance measurement necessitates inter-comparison of the firms operating in the same industry. Accordingly, the aim of this study is to conduct the performance measurement of 10 logistics firms taking place among the best 500 firms the Journal of FORTUNE Turkey explained for the year 2011 via Multi-Criteria Decision Making (MCDM) techniques. In the first stage of the three-stage study, the weights of the criteria that were determined considering the literature and data availability calculated using the CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) method, an objective MCDM technique. In the second stage, by performing SAW (Simple Additive Weighting), TOPSIS (The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) and VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) methods with the help of the weights obtained, firms are ranked with respect to their performances. In the third stage, a combined ranking is obtained by utilizing the three rankings of the mentioned methods via the Borda Count method, a data fusion technique. As a result of the application, it is revealed that the combined method used in the study is a convenient method for performance measurement and yields satisfactory results. Another study applying the integrated method used in this study is not met in the literature.

Keywords: Performance measurement, MCDM techniques, logistics sector

1. GİRİŞ

Günümüz yoğun rekabet ortamında varlığını sürdürmek isteyen firmalar tüm enerjilerini müşteri memnuniyeti, düşük maliyet ve süreçlerin iyileştirilmesine yöneltmek durumundadır. Bu süreçte her firma kendisi için standartlar ve hedefler oluşturmalı ve bunlara ulaşma derecelerini de düzenli olarak belirlemelidir. Ayrıca her işletmenin yöneticiler, ortaklar, hissedarlar, kredi kuruluşları, tedarikçiler, müşteriler ve yatırımcılar gibi paydaşlardan oluşan ve ilgili işletmenin sektöründeki göreceli konumunu bilmek

isteyen çıkar grupları bulunmaktadır. Bir firmanın hedeflerini ne kadar başarabildiğini ve sektördeki göreceli konumunu öğrenebilmenin en sağlıklı yöntemi performans ölçümüdür. Performans ölçümü, firmaların mevcut durumlarını görmenin yanında rekabet avantajı sağlama ve farklılaşma amacına hizmet eden oldukça önemli bir araçtır (Alfaro vd. 2007:641). Stratejik bir performans değerlendirme için endüstrideki diğer firmalarla karşılaştırma yapılmalıdır. Bu sayede ilgili firmanın diğer firmalara göre güçlü ve zayıf yönlerini görebilmesi mümkün olacaktır.

¹ Arş.Gör., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, suleyman.cakir@erdogan.edu.tr

² Doç.Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, spercin@ktu.edu.tr

Literatürde performans ölçümünde genellikle bilançolardaki finansal rasyolara dayalı oran analizinin veya regresyon analizinin kullanıldığı görülmektedir. İki finansal değişken arasındaki ilişkiyi gösteren oran analizlerinin, kolay hesaplanabilmesi ile sektörel karşılaştırma yapılabilmesi gibi avantajlarına rağmen, tek boyutlu olmaları ve firmalar arası karşılaştırmalarda sadece grup ortalamasını dikkate alması gibi kısıtları bulunmaktadır. Regresyon analizi gibi parametrik yöntemlerde ise bağımlı değişken olarak tek bir çıktı değişkeni kullanılabilirdiğinden analizde yer alan çıktı faktörlerinin tek bir değere indirgenme zorunluluğu bulunmaktadır. Belirtilen kısıtlar nedeniyle söz konusu yöntemler günümüz dinamik iş çevresinde artık uygun teknikler olarak kabul edilmemektedir (Deng, 2000:964). Oran analizlerinin ve parametrik yöntemlerin yukarıda bahsedilen kısıtları nedeniyle son yıllarda performans ölçümünde parametrik olmayan tekniklerin kullanıldığı çalışma sayısının hızla arttığı görülmektedir.

Parametrik olmayan yöntemler arasında en çok tercih edilen analiz yöntemi ise Charnes vd. (1978) tarafından geliştirilen bir etkinlik ölçüm tekniği olan Veri Zarflama Analizi (VZA)' dir. Parametrik yöntemlerin aksine çok girdili-çok çıktıli üretim yapan firmalarda performans kıyaslamasına olanak tanıyan VZA günümüzde neredeyse tüm imalat ve hizmet endüstrilerinde uygulama alanı bulmaktadır. Bununla birlikte VZA' nin temel uygulanma amacı işletmeleri performanslarına göre sıralamaktan daha çok ilgili işletmelerin etkin olup olmadıklarını belirleyerek, etkisizlik durumunda bunun nedenlerini saptamaktır (Stewart, 1996).

Performans ölçümünde kullanılan diğer bir alternatif yöntem ise Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleridir. Performans ölçümünde genellikle birbiriyle çelişen subjektif ve objektif çok sayıda değerlendirme kriteri kullanıldığından son yıllarda ÇKKV tekniklerinin kullanıldığı çalışma sayısında artış görülmektedir. ÇKKV yöntemleri karar vericilerin yargılarını dikkate alması bakımından subjektif, matematiksel algoritmaya dayalı olmaları bakımından objektif analiz yöntemleri olarak değerlendirilmektedir. Günümüz modern işletmelerinin çok boyutlu olmaları nedeniyle firmalar arası performans kıyaslamasında ÇKKV tekniklerinin kullanılmasının uygulamada basit ve etkili olacağı düşünülmektedir.

ÇKKV tekniklerinin uygulandığı karar verme ve performans ölçüm problemlerinde karşılaşılan en önemli zorluklardan birisi değerlendirme kriterlerinin ağırlıklandırılmasıdır. Literatürde kriter ağırlıklandırma amacıyla geliştirilen yöntemler subjektif, objektif ve bütünlük olmak üzere üç kategoriye ay-

ılmaktadır (Wang ve Luo, 2010:1). Subjektif yöntemlerde karar vericilerin tercih ve yargılarına dayalı olarak değerlendirme kriterleri ağırlıklandırılmaktadır. Bu yöntemlere örnek olarak Delphi (Hwang ve Lin, 1987), Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) (Saaty, 1980), Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler (Chu vd., 1979) ve LINMAP (Linear Programming Techniques for Multi-dimensional Analysis of Preferences) (Srinivasan ve Shocker, 1973) yöntemleri verilebilir. Uygulamada tecrübe gerektirmesi ve analiz sonuçlarını doğrudan etkilemesi nedeniyle karar vericiler ve uygulayıcılar kriterleri kolaylıkla ağırlıklandıramamaktadır. Ayrıca elde edilen ağırlıkların ekonomik bir anlamı bulunmamakta, sadece karar verme problemini modellemeye yardımcı olmaktadır (Opricovic ve Tzeng, 2007:518).

Subjektif ağırlıklandırmanın etkilerini minimize etmek amacıyla araştırmacılar tarafından literatürde bazı objektif ağırlıklandırma teknikleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlere örnek olarak Shannon' un Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi (Shannon, 1948), CRITIC Yöntemi (Diakoulaki vd. 1995) ve Çok Hedefli Programlama (Choo ve Wedley, 1985) verilebilir. Bu yöntemlerin ortak noktası karar vericilerin subjektif yargılarına başvurmadan sadece elde edilen veriyi kullanarak ve matematiksel programlama tekniklerinden yararlanarak kriterlerin ağırlıklandırılmasıdır. Literatürde yer alan diğer ağırlıklandırma yaklaşımı olan bütünlük (integrated) modellerde ise hem karar vericilerin yargıları hem de karar matrisinin sayısal verileri bütünlük bir biçimde kullanılarak ağırlıklandırma yapılmaktadır. Bu yöntemlere örnek olarak, Ma vd. (1999)'nin geliştirdiği subjektif ve objektif bütünlük yaklaşım, Fan vd. (2002) tarafından geliştirilen bütünlük yaklaşım ile Wang ve Parkan (2006)'ın bütünlük modeli verilebilir.

ÇKKV tekniklerinin performans ölçümü amacıyla kullanıldığı alanlardan biri de lojistik sektördür. Lojistik firmalarının performans ölçümü ile ilgili literatür incelendiğinde yapılmış çalışmaların büyük çoğunluğunun üçüncü parti lojistik (3PL) hizmet sağlayıcı seçimini konu edindiği görülmektedir. Bu çalışmalarda belirlenen değerlendirme (performans) kriterlerine göre ÇKKV teknikleri kullanılarak alternatif firmalar arasından en uygunu seçilmektedir. Literatürde 3PL firmalarında sadece performans ölçümünü amaçlayan çalışmaların ise nispeten az sayıda olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların büyük çoğunluğunda analiz yöntemi olarak VZA kullanılmıştır. Söz konusu çalışmalara örnek olarak, Min ve Joo (2006), Hamdan ve Rogers (2007), Wang vd. (2007), Zhou vd. (2008), Min ve Joo (2009) ile Wanke (2009)' in çalışmaları verilebilir.

Bu çalışmada ise literatürde yer alan boşluk dik-kate alınarak lojistik firmalarının performans ölçümü bir ÇKKV problemi olarak ele alınmıştır. Uygulamada, "FORTUNE Türkiye" dergisinin 2011 yılı için açıkladığı ilk 500 firma arasında yer alan 10 lojistik firmasının performans ölçümü gerçekleştirilmiştir. Üç aşamada gerçekleştirilen uygulamanın ilk aşamasında literatür ve veri elverişliliği dikkate alınarak belirlenen değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıkları objektif bir ÇKKV tekniği olan CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) yöntemiyle belirlenmiştir. İkinci aşamada, ilk aşamada elde edilen ağırlıklar yardımıyla SAW (Simple Additive Weighting), TOPSIS (The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ve VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemleri kullanılarak firmalar performanslarına göre sıralanmıştır. Üçüncü aşamada ise bir veri birleştirme (data fusion) tekniği olan Borda Sayım yöntemiyle söz konusu üç yöntemle elde edilen sıralamalar kullanılarak bütünleşik tek bir sıralama elde edilmiştir. Uygulama sonucunda çalışmada kullanılan bütünleşik modelin performans ölçümünde kullanılacak bir yöntem olduğu ve uygulayıcılara tatminkâr sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada kullanılan bütünleşik yöntemle ilgili literatürde başka bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çalışmanın geriye kalan bölümleri aşağıdaki gibi organize edilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde metodoloji başlığı altında kullanılan teknikler tanımlanmıştır. Üçüncü bölümde çalışmada yapılan uygulamaya yer verilmiştir. Dördüncü bölümde ise çalışmayla ilgili genel bir değerlendirme yapılmıştır.

2. METODOLOJİ

Bu bölümde çalışmada kullanılan CRITIC, SAW, TOPSIS, VIKOR ve Borda Sayım yöntemlerine ilişkin bilgi verilmiştir.

2.1. CRITIC Yöntemi

Diakoulaki vd. (1995), sekiz adet Yunan eczacılık firmasının performansını ölçtükleri çalışmada kullandıkları üç değerlendirme kriterini ağırlıklandırmak amacıyla CRITIC, Standart Sapma (SD) ve Ortalama Ağırlıklar (MW) yöntemlerini geliştirmiştir. CRITIC yönteminde, karar matrisi analitik olarak incelenerek değerlendirme kriterlerinde bulunan bilginin çıkarılması amaçlanmaktadır. Literatürde CRITIC yönteminin kullanıldığı az sayıda çalışma bulunmaktadır. Deng vd. (2000), Çin tekstil endüstrisinde faaliyet gösteren yedi firmanın performansını ölçtükleri çalışmada CRITIC, Entropi Ağırlık, SD ve MW yöntemleriyle değerlendirme kriterlerini ağırlıklandırdıktan sonra firmaları TOPSIS yöntemiyle performanslarına göre sıralamıştır. Bir diğer çalışmada ise Wang ve Luo

(2010) Çin' deki 16 belediyeyi beş ekonomik gösteregeye dayalı olarak karşılaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada değerlendirme kriterlerini CRITIC ve diğer bazı ÇKKV teknikleriyle ağırlıklandırarak elde ettikleri sonuçları karşılaştırmıştır. CRITIC Yöntemi'nin algoritması aşağıda gösterildiği gibidir (Diakoulaki vd. 1995; Jahan vd., 2011).

Adım 1: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

İlk aşamada, m sayıda alternatif ve n sayıda değerlendirme kriterinden oluşan karar matrisi aşağıdaki formüller kullanılarak normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n \quad \text{fayda kriteri için} \quad (1)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n \quad \text{maliyet kriteri için} \quad (2)$$

Adım 2: Korelasyon Katsayı Matrisinin Oluşturulması

Değerlendirme kriterleri arasındaki ilişkinin derecesini ölçmek üzere doğrusal korelasyon katsayılarından (ρ_{jk}) oluşan $R = (\rho_{jk})_{m \times m}$ matrisi oluşturulur.

$$\rho_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j) - (r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 - \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}} \quad (j, k = 1, \dots, n) \quad (3)$$

Bu aşamada alternatif sayısının nispeten yetersiz olduğu durumlarda parametrik olmayan Spearman sıralama korelasyon katsayıları tercih edilebilir.

Adım 3: C_j değerlerinin hesaplanması

CRITIC Yöntemi ÇKKV problemlerindeki bilgiyi değerlendirme kriterlerinde bulunan zıtlık yoğunluğu (contrast intensity) ve çelişkilere (conflicts) elde etmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, her iki özelliği birleştiren ve j. kriterde bulunan toplam bilgiyi ifade eden C_j değerleri aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - \rho_{jk}) \quad j = 1, \dots, n \quad (4)$$

Yukarıdaki formülde yer alan σ_j , j. değerlendirme kriterinin standart sapmasını göstermektedir.

4. Adım: Kriter ağırlıklarının hesaplanması

Değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları aşağıda Eşitlik (5) ile gösterilen normalizasyon işlemiyle hesaplanır.

$$w_j = c_j / \sum_{k=1}^n (c_k) \quad j = 1, \dots, n \quad (5)$$

2.2. SAW (Basit Toplamlı Ağırlıklandırma)Yöntemi

Churchman ve Ackoff (1954) tarafından portföy seçim problemine uygulanarak literatüre kazandırılan SAW Yöntemi, literatürde Ağırlıklı Toplam Model (Weighted Sum Model) olarak da bilinmektedir. Matematiksel basitliği nedeniyle ÇKKV literatüründe en fazla kullanılan tekniklerden biri olan SAW Yönteminin algoritması aşağıdaki gibidir (Fishburn, 1967; Yeh, 2003; Tzeng ve Huang, 2011).

Adım 1: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

SAW Yönteminde ilk aşamada m sayıda alternatif ve n sayıda değerlendirme kriterinden oluşan karar matrisi aşağıdaki eşitlik yardımıyla normalize edilir.

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} & i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \text{ fayda kriteri için} \\ \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} & i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \text{ maliyet kriteri için} \end{cases} \quad (6)$$

Adım 2: Alternatiflerin Tercih Değerlerinin Hesaplanması

Her bir alternatifin toplam tercih değerleri aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır.

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad i = 1, \dots, m \quad (7)$$

Buradaki (w_j) notasyonu j kriterine verilen önem ağırlığını göstermektedir. Daha yüksek (V_i) değeri (A_i) alternatifinin daha fazla tercih edileceği anlamına gelmektedir. SAW yönteminde tüm kriterlerin karşılaştırılabilir (aynı ölçüm biriminde) sayısal verilerden oluşmasına dikkat edilmelidir.

2.3. Borda Sayım Yöntemi

Sosyal seçim teorisindeki oylama yöntemlerinden biri olan Borda Sayım yöntemi Jean-Charles de Borda (1784) tarafından geliştirilmiştir. Modern seçim sistemlerinin gelişiminde önemli payı olan Borda Sayım yöntemi adayları (alternatifleri) seçmenlerin (karar vericilerin) bireysel tercihlerinin toplamına göre sıralamayı amaçlayan bir tekniktir (Lamboray, 2007). Buna ek olarak Borda Sayım yöntemi, iki veya daha fazla sıralama biçimini daha rasyonel tek bir sıralamaya indirgeyen veri birleştirme tekniklerinden biridir (Nuray ve Can, 2006: 598). Bu yöntemde seçmenlerin en az tercih ettiği alternatife genelde sıfır puan, bir sonrakine 1 puan ve en çok tercih edilen alternatife de (n-1) puan (n alternatif sayısını göstermek üzere) atanmaktadır. Daha sonra alternatifler elde ettikleri Borda skorlarına göre sıralanmaktadır. B_k^i , k. sınıflayıcı (seçmen) tarafından belirlenen i. sınıfın sırasını göstermek üzere i sınıfının Borda skoru aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$B(i) = \sum_{k=1}^K B_k^i \quad (8)$$

Burada kullanılan sınıflayıcı ifadesi karar vericilerin yanında herhangi bir nesne ya da yöntemi de (bu çalışmada olduğu gibi) kapsamaktadır.

2.4. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS Yöntemi uzlaşık çözüm kavramına dayalı olarak en iyi alternatifi seçmek amacıyla Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen bir ÇKKV tekniğidir. TOPSIS Yönteminin temel ilkesi, uygulama sonucu seçilen alternatifin pozitif ideal çözümden en kısa Öklid mesafesinde, negatif ideal çözümden ise en uzak Öklidmesafesinde olmasıdır (Opricovic ve Tzeng, 2004: 448). Pozitif ideal çözüm, ele alınan problemle ilgili toplam faydayı maksimize ederken aynı zamanda toplam maliyeti minimize eden çözümdür. Tersine olarak, negatif ideal çözüm faydayı minimize ederken toplam maliyeti maksimize eden çözümdür (Yousefi ve Hadi-Vencheh, 2010: 8546).

TOPSIS yöntemi rasyonelliği ve kolay kavranabilirliği, hesaplamadaki basitliği ve değerlendirme kriterlerinin ağırlıklandırılmasına imkan vermesi nedeniyle literatürde en çok kullanılan tekniklerden biridir (Deng vd. 2000: 965). TOPSIS Yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Jahanshahloo vd. 2006; Chamodrakas vd. 2011).

Adım 1: Karar matrisinin normalize edilmesi

ÇKKV probleminde m sayıda alternatif, n sayıda kriterden oluşan karar matrisi aşağıdaki eşitlikler yardımıyla normalize edilir. Literatürde farklı normalizasyon teknikleri de önerilmektedir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij})^2}} \quad (i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n) \text{ fayda kriteri için} \quad (9)$$

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij})^2}} \quad (i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n) \text{ maliyet kriteri için} \quad (10)$$

$$R = (r_{ij})_{m \times n} \begin{matrix} C_1 & \dots & C_j & \dots & C_n \\ \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ x_{m1} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (11)$$

Adım 2: Ağırlıklandırılmış normalize matrisin düzenlenmesi

Her bir değerlendirme kriterinin önem ağırlığı (w_j) ile kriterlerin normalize karar matrisindeki değerlerinin (r_{ij}) çarpılmasıyla elde edilen ağırlıklandırılmış normalize matrise (V) ait notasyon aşağıdaki gibidir.

$$V = [v_{ij}]_{m \times n} \quad (i=1, \dots, m; j=1, \dots, n) \quad (12)$$

$$v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j \quad (13)$$

Adım 3: Pozitif ve negatif ideal çözüm noktalarının hesaplanması

Pozitif ideal çözüm noktası olan A^+ , ağırlıklandırılmış normalize matristeki en iyi performans skorlarını gösterirken, negatif ideal referans noktası olan A^- , aynı matristeki en kötü performans skorlarını ifade etmektedir.

$$A^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+) \quad (14)$$

$$v_j^+ = \left\{ \left(\max_{i \in N} v_{ij}, j \in N \right) \quad i = 1, \dots, m \right\} \quad (15)$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) \quad (16)$$

$$v_j^- = \left\{ \left(\min_{i \in N} v_{ij}, j \in N \right) \quad i = 1, \dots, m \right\} \quad (17)$$

Adım 4: Pozitif ve negatif ideal çözüm noktalarına olan uzaklıkların hesaplanması

Alternatiflerin pozitif ideal çözüm noktalarına olan Öklid mesafelerini gösteren D_i^+ değerleri ve negatif ideal çözüm noktalarına olan uzaklıklarını belirten D_i^- değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$D_i^+ = \sqrt{(v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (18)$$

$$D_i^- = \sqrt{(v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (19)$$

Adım 5: İdeal çözüm noktasına olan göreceli yakınlığın hesaplanması

Yakınlık katsayısı C_i^* , i alternatifinin pozitif ideal çözüm noktasına olan yakınlığını göstermekte olup aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad C_i \in [0,1] \quad i = 1, \dots, m \quad (20)$$

Adım 6: Alternatiflerin sıralanması

Beşinci adımda elde edilen yakınlık katsayıları her bir alternatifin tercih sıralamasını göstermektedir. Buna göre en yüksek C_i^* değerine sahip alternatif en çok tercih edilen ya da en iyi performansı gösteren alternatif olarak değerlendirilir.

2.5. VIKOR Yöntemi

Yu (1973) ve Zeleny (1982) tarafından temelleri atılan uzlaşık çözüm (compromise solution), birbiriy-le çelişen kriterlerin yer aldığı bir karar verme probleminde ortak bir konsensüs ile anlaşmaya varmak anlamına gelmekte ve ideale en yakın uygun çözümü vermektedir (Opricovic ve Tzeng, 2004: 447). ÇKKV literatüründeki uzlaşık çözüm tekniklerinden biri olan VIKOR yöntemi Opricovic (1998) tarafından önerilmiş

olup ÇKKV literatüründe ilk kez Opricovic ve Tzeng'in (2004) çalışmasında kullanılmıştır. VIKOR Yöntemiyle elde edilen uzlaşık çözüm $\min_j S_j$ ile gösterilen çoğunluğun maksimum grup faydasını ve $\min_j R_j$ ile ifade edilen, karşıt görüştekilerin minimum bireysel pişmanlığını sağladığından karar vericiler açısından tatmin edici bir çözüm olmaktadır (Opricovic ve Tzeng, 2003). VIKOR yönteminin algoritması aşağıdaki gibidir (Opricovic ve Tzeng, 2007).

Adım 1: Kriterlerin en iyi (f_i^*) ve en kötü (f_i^-) değerlerinin hesaplanması

$$f_i^* = \max_j f_{ij}, f_i^- = \min_j f_{ij} \quad i=1, \dots, n \text{ fayda kriteri için} \quad (21)$$

$$f_i^* = \min_j f_{ij}, f_i^- = \max_j f_{ij} \quad i=1, \dots, n \text{ maliyet kriteri için} \quad (22)$$

Adım 2: S_j ve R_j ($j=1, \dots, J$) değerlerinin hesaplanması

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (23)$$

$$R_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (24)$$

Eşitlik (23)'te yer alan w_i notasyonu karar vericiler tarafından belirlenen kriterlerin önem ağırlıklarını ifade etmektedir.

Adım 3: Q_j ($j=1, \dots, J$) değerlerinin hesaplanması

$$Q_j = v(S_j - S^*) / (S^- - S^*) + (1-v)(R_j - R^*) / (R^- - R^*) \quad (25)$$

Yukarıdaki formülde yer alan $S^* = \min_j S_j$, $S^- = \max_j S_j$; $R^* = \min_j R_j$, $R^- = \max_j R_j$ ifade etmektedir. Aynı denklemdeki v ise maksimum grup faydasını verecek stratejiye verilen ağırlığı ifade ederken $(1-v)$ değeri de bireysel pişmanlığın ağırlığını göstermektedir. Uygulamada genellikle ($v = 0,5$) olarak tercih edilmektedir.

Adım 4: Uzlaşık Çözüm için Alternatiflerin Sıralanması

S_j , R_j ve Q_j değerlerinin azalan şekilde sıralanmasıyla alternatifler için üç ayrı sıralama elde edilir. VIKOR Yönteminde alternatiflerin önem sıralaması için Q_j değerleri esas alınmaktadır. En küçük Q_j değerine sahip alternatif en iyi seçenek olarak kabul edilir.

Adım 5: Uzlaşık çözümün (en iyi alternatifin) bulunması

Minimum Q_j değerine sahip alternatif eğer aşağıdaki iki koşulu sağlıyorsa uzlaşık çözüm olarak önerilir.

Koşul 1 (C1): Kabul edilebilir avantaj

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq DQ \quad (26)$$

$$DQ = (1/J-1) \quad (27)$$

Yukarıdaki notasyonda yer alan A_2 , en küçük ikinci Q değerine sahip olan alternatifi, J ise alternatif sayısını göstermektedir.

Koşul 2(C2): Karar vermede kabul edilebilir istikrar

Önerilen uzlaşık çözüm (A_i) S ve/veya R değerlerine göre yapılan sıralamalardan en az birinde en iyi değere sahip olmalıdır.

Yukarıda açıklanan iki koşuldan birinin sağlanamaması halinde aşağıda belirtilen uzlaşık çözüm seti önerilmektedir.

- Koşul 2 sağlanamazsa A_1 ve A_2 alternatifleri
- Koşul 1 sağlanamazsa A_1, A_2, \dots, A_M alternatifleri

A_M alternatifi maksimum M için aşağıdaki ilişkinin sağlanması sonucu elde edilir.

$$Q(A_M) - Q(A_1) < DQ \quad (28)$$

Bu eşitlikte alternatiflerin pozisyonu "yakınlık" kriterine göredir. Q değerlerine göre yapılan uzlaşık sıralamaya göre en iyi alternatif, minimum Q değerine sahip alternatiflerden biridir.

3.UYGULAMA

Bu çalışmada ÇKKV teknikleri kullanılarak lojistik firmalarının performansını ölçmek amaçlanmıştır. Günümüz modern işletmeleri sürdürülebilir rekabet avantajı için hayati önemde olan lojistik faaliyetlerinin etkinliğini sürekli olarak artırmak durumundadır. Bu amaçla firmalar kendi temel yeteneklerine odaklanmakta ve lojistik faaliyetlerini dış kaynak kullanımı (outsourcing) olarak ifade edilen üçüncü parti lojistik

(3PL) sağlayıcılarına yaptırmaktadırlar (Liu ve Lyons, 2011:547). Dış kaynak kullanımı firmalara önemli maliyet avantajları sunmanın yanında talep yönetimi, nakliye/dağıtım yönetimi, stok yönetimi, gümrükleme ve müşteri hizmetleri gibi kritik alanlarda rekabet üstünlüğü sağlayabilmektedir (Ellinger vd. 2008:353). Lojistik firmalarının kıyaslama amaçlı performans ölçümünün iki boyutlu fayda sağlaması beklenmektedir. İlk olarak ilgili firmaların hedeflerine ulaşabilme derecelerini ve sektördeki rekabet gücünü görmeyi sağlayacaktır. İkinci olarak lojistik faaliyetlerini dış kaynak kullanma yoluyla yürüten firmalara seçim yapabilme amacıyla karşılaştırma imkânı verecektir.

Bu çalışmada "FORTUNE Türkiye" dergisinin gelecektekiler olarak her yıl hazırladığı ve Türkiye'de imalat, ticaret, hizmet ve inşaat sektörlerini kapsayan "FORTUNE Türkiye 500" sıralamasına göre ilk 500 firma arasında yer alan lojistik işletmelerinde performans ölçümü yapılmıştır.

3.1. Veri ve Örneklem

FORTUNE dergisinin ilk 500 firmayı belirlemede temel aldığı ölçüt ilgili firmaların net satış rakamlarıdır. Çalışmada kullanılan veriler FORTUNE dergisinin internet sitesinden (<http://www.fortuneturkey.com/fortune500-2011/>) derlenen ikincil verilerdir. Çalışmanın yapıldığı tarih itibarıyla ile derginin en son 2011 yılı için yaptığı sıralama esas alınmıştır. Bu sıralamaya göre depolama, taşımacılık ve lojistik hizmetler alt sektöründe 10 adet firma yer almaktadır. Kullanılan performans değerlendirme kriterleri Tablo 1' de verilmektedir.

Tablo 1: Performans Değerlendirme Kriterleri

Kriterler	Açıklama	Birimi
Özkaynaklar	İlgili firmanın 2011 yılında sahip olduğu Özkaynakların toplam değeri	TL
Aktifler	İlgili firmanın 2011 yılında sahip olduğu Aktiflerin toplam değeri	TL
Kaldıraç Oranı	İlgili firmanın 2011 yılında toplam borçlarının toplam aktiflerine oranı	(%)
Çalışan Sayısı	İlgili firmanın 2011 yılındaki toplam çalışan sayısı	Adet
Net Satışlar	İlgili firmanın 2011 yılında elde ettiği net satışların (brüt satışlar-satıştan indirimler) toplam tutarı	TL
Esas Faaliyet Kâr Marjı	İlgili firma için 2011 yılı (Esas Faaliyet Kârı *100)/(Net Satışlar) oranı	(%)

Söz konusu performans değerlendirme kriterlerinin belirlenmesinde literatürde yer alan çalışmalar dikkate alınmakla beraber veri elverişliliği en önem-

li belirleyici olmuştur. Uygulamada kullanılan veriler Tablo 2' de görülmektedir.

Tablo 2: Uygulamada Kullanılan Veriler

Kod	Firma Adı	Özkaynaklar	Aktifler	Kaldıraç oranı	Çalışan Sayısı	Net Satışlar	EFKM
F1	Netlog Lojistik Hizm. A.Ş.	52402758	232807621	0,775	2554	670303455	-0,498
F2	Omsan Lojistik A.Ş.	184181424	313734047	0,413	1250	529708627	11,789
F3	Horoz Lojistik Kargo Hiz.Tic. AŞ	-47970575	130981553	1,366	1136	523236074	10,174
F4	Ekol Lojistik A.Ş.	149018889	323696292	0,540	2130	509199165	1,712
F5	Borusan Lojistik Dağ. Taş. ve T. AŞ	161689304	533916631	0,697	726	500466669	6,848
F6	MarsLojistikUlus.Taş.Ti c.AŞ	102606589	152081391	0,325	522	317044786	13,954
F7	Reysaş Taşım. ve Loj.Tic. A.Ş.	191115407	432155734	0,558	448	249329323	17,897
F8	Taha Kargo Dış Tic. Ltd. Şti.	7224794	34476543	0,790	102	222755227	0,497
F9	Alişan Uluslararası Taş. ve Tic. A.Ş.	55193590	188894374	0,708	750	220669982	6,561
F10	Sürat Kargo Loj. ve Dağ.Hizm. A.Ş.	23029780	50950804	0,548	2938	180425847	7,520

3.2.CRITIC Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Uygulamanın ilk aşaması performans değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesidir. Bu

amaçla objektif bir ağırlık belirleme tekniği olan CRITIC Yöntemi kullanılmıştır.Uygulama sonucu elde edilen ağırlık değerleri Tablo 3'te gösterildiği gibidir.

Tablo 3: Değerlendirme Kriterlerinin Ağırlıkları

Kriterler	Özkaynaklar	Aktifler	Kaldıraç Oranı	Çalışan Sayısı	Net satışlar	EFKM
Ağırlık	0.2264	0.1585	0.1231	0.2115	0.1454	0.1352

3.3. SAW, TOPSIS ve VIKOR Yöntemleriyle Performans Ölçümü

Uygulamanın ikinci aşamasında CRITIC Yöntemiyle elde edilen ağırlıklar kullanılarak SAW, TOPSIS ve VIKOR yöntemleriyle firmaların performansı ölçülmüştür.

3.3.1. SAW Uygulaması

SAW Yöntemiyle yapılan uygulamada ilk olarak eşitlik (6) yardımıyla kriterler normalize edilmiştir. Normalizasyon işlemi net satışlar ve EFKM fayda kriteri olarak, diğer dört kriter ise maliyet kriteri olarak değerlendirilmiştir.Daha sonra ise eşitlik (7) kullanılarak alternatiflerin performans değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5'te sunulmaktadır.

3.3.2.TOPSIS Uygulaması

TOPSIS Yöntemiyle yapılan analizde değerlendirme kriterleri eşitlik (9-10) kullanılarak normalize edildikten sonra diğer aşamalar izlenerek firmalar ideal çözüm noktasına olan göreceli yakınlıklarına göre sıralanmaktadır. Elde edilen yakınlık skorları ve firmaların performans sıralamaları Tablo 5'te görülmektedir.

3.3.3.VIKOR Uygulaması

VIKOR Yöntemi uygulamasında kriterlerin en iyi (f_i^*) ve en kötü (f_i^-) değerlerinin belirlenmesinden sonra her bir alternatif için S_j , R_j ve Q_j skorları hesaplanmıştır. S_j ve R_j skorlarının hesaplanmasında ağırlık değerleri olarak CRITIC Yöntemiyle elde edilen skorlar kullanılırken, Q_j değerlerinin hesaplanmasında literatürdeki genel uygulama benimsenerek ($v = 0,5$) olarak alınmıştır. İlgili skorlar Tablo 4'te görülmektedir.

Tablo 4: Uzlaşık Çözüm için Sıralama Skorları

		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
S_j	Değer Sıralama	0,5415 6	0,2847 2	0,6165 8	0,4564 5	0,2691 1	0,4260 4	0,2856 3	0,7234 9	0,6045 7	0,7812 10
R_j	Değer Sıralama	0,1585 4	0,0932 1	0,1706 6	0,1395 3	0,0952 2	0,1633 5	0,1946 7	0,2115 9	0,2078 8	0,2264 10
Q_j	Değer Sıralama	0,5110 6	0,0152 2	0,6297 7	0,3564 3	0,0074 1	0,4161 5	0,3965 4	0,8876 9	0,7576 8	1,000 10

Uzlaşık çözümün belirlenebilmesi için Q_j skorlarına göre yapılan sıralamanın kabul edilebilir avantaj ve karar vermede kabul edilebilir istikrar koşullarını aynı anda karşılaması gerekmektedir. Minimum Q_j değerine sahip F5 için; $=0,0152 - 0,0074 < 0,111(1/10-1)$ olduğundan birinci koşul olan kabul edilebilir avantaj kuralı karşılanmamaktadır. İkinci koşula göre F5 firmasının S_j ve R_j skorlarına göre sıralamalarından herhangi birinde en iyi skora sahip olması gerekmektedir. Tablo 4'e göre F5 en küçük S_j skoruna (0,2691) sahip olduğundan karar vermede istikrar koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda sadece birinci koşul sağlanmadığından uzlaşık çözüm olarak Eşitlik (28) ile gösterilen ilişkiyi sağlayan alternatifler araştırılmalıdır. Buna göre

$$Q(A_2) - Q(A_1) = 0,0079 < 0,111$$

$$Q(A_3) - Q(A_1) = 0,3490 > 0,111$$

olduğundan uzlaşık çözüm olarak {F5, F2} alternatifleri önerilmelidir.

3.4. Borda Sayım Uygulaması

Uygulamanın üçüncü ve son aşamasında Borda Sayım algoritması kullanılarak bir önceki aşamada elde edilen üç sıralama listesinden bütünleşik tek bir performans sıralaması oluşturulmuştur. Buna göre, sıralamada en son sırada yer alan firmaya sıfır, ilk sıradakine dokuz puan verilerek her bir firma için yeniden üçer kez puanlama yapılmıştır. Daha sonra firmaların her üç yöntemle elde ettiği puanlar toplanarak en yüksek puana sahip firma birinci sırada olmak üzere tüm firmalar toplam puanlarına göre sıralanmıştır. Elde edilen skorlar ve firmaların sıralaması Tablo 5'te görüldüğü gibidir.

Tablo 5: SAW, TOPSIS ve VIKOR Analiz Sonuçları ve Firma Sıralamaları

Yöntem		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
SAW	Skor	0,411	0,645	0,333	0,500	0,629	0,521	0,649	0,299	0,325	0,248
	Sıralama	6	2	7	5	3	4	1	9	8	10
TOPSIS	Skor	0,487	0,581	0,431	0,519	0,605	0,401	0,577	0,146	0,311	0,368
	Sıralama	5	2	6	4	1	7	3	10	9	8
VIKOR	Skor	0,511	0,015	0,630	0,356	0,007	0,416	0,397	0,888	0,758	1,000
	Sıralama	6	2	7	3	1	5	4	9	8	10
Borda Sayım	Skor	13	24	10	18	25	14	22	2	5	2
	Sıralama	6	2	7	4	1	5	3	9	8	10

Tabloya göre F5 firması TOPSIS ve VIKOR Yöntemlerine göre en iyi performansı gösteren firma olurken SAW yöntemine göre üçüncü sırada yer almıştır. F2 firması ise her üç yöntemle göre ikinci en iyi performans gösteren firma olmuştur. Genel olarak, her üç yöntemin birbirinden farklı sıralamalar verdiği söylenebilir. Borda Sayım Yöntemine göre yapılan bütünleşik sıralamaya göre ise F5 firması en yüksek Borda sayısına (25) sahip olduğu için en iyi performansı gösteren firma olurken onu F2 ve F7 firmaları takip etmektedir. Borda Sayım sıralamasında F8 ve F10 firmalarının aynı skora sahip olduğu görülmektedir. Bu gibi durumlarda beraberliği bozan (tie-breaking) stratejiler uygulanmaktadır. Burada "son sırada en az yer alan adayın seçilmesi" stratejisi (O'Neill, 2004) izlenmiş olup F8 firması F10 firmasına nazaran daha az sayıda (bir kez) son sırada yer aldığından daha başarıyla bulunmuştur.

4. SONUÇ

Günümüz koşullarında firmalar rekabet avantajı sağlayabilmek için kalite, maliyet, hız ve esneklik gibi rekabet önceliklerinde rakiplerinin önünde yer almak zorundadırlar. Bu bağlamda kıyaslama (benchmarking), endüstrideki en iyi uygulamalardan öğ-

renerek firmanın performansını artırmak amacına hizmet eden bir katalizör işlevi görmektedir. Bu çalışmada FORTUNE 500 firmaları arasında yer alan 10 adet lojistik firmasında kıyaslama yoluyla performans ölçümü yapılmıştır. Performans ölçüm probleminin birbiriyle çelişen çok kriterli yapısı dikkate alınarak uygulamada ÇKKV tekniklerinin kullanılması uygun görülmüştür. Çalışmada kullanılan bütünleşik yöntemin aşağıda belirtilen avantajlara sahip olduğu düşünülmektedir.

1- Uygulanan melez modelin performans ölçümünde kullanılabilecek bir yöntem olduğu ve uygulayıcılara tatmin edici sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır.

2- Uygulamada kullanılan teknikler kavramsal basitlik ve hesaplamadaki kolaylık avantajları nedeniyle performans ölçümü için tercih edilebilecek rasyonel yöntemlerdir.

3- Kriter ağırlıklarının objektif bir ağırlık belirleme yöntemi olan CRITIC yöntemiyle hesaplanmasıyla karar vericilerin önyargılarını içeren subjektiflikten kaçınılmıştır.

4- Uygulamada birden fazla ÇKKV yöntemi kullanılarak her bir yöntemin avantajlı yönlerinden yararlanılmış ve sıralama sonuçlarını karşılaştırma imkânı elde edilmiştir.

5- Borda Sayım tekniği ile üç sıralama listesi bütünleştirilerek daha rasyonel tek bir sıralama elde edilmiştir.

6- Kullanılan bütünleşik model performans ölçümü yanında karar verme problemlerinin çözümünde de kullanılabilir ideal bir modeldir.

Yukarıda bahsedilen avantajlı yönlerinin yanında bu çalışmanın bazı kısıtları da mevcuttur. Öncelikle, kullanılan performans kriterlerinin belirlenmesinde veri elverişsizliği nedeniyle yalnızca finansal kriterler dikkate alınmış, performans ölçümünde finansal olmayan kriterlere (firmanın ünü, marka değeri vb.) yer

verilmemiştir. Bu nedenle çalışma sonuçları ilgili firmaların performansını tam olarak yansıtmamaktadır. Ayrıca birçok endüstride, kriter ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında karar vericilerin subjektif yargıları da dikkate alınabilmektedir. Dolayısıyla performans ölçümünde objektif ve subjektif kriterlerin birlikte değerlendirilmesi gerekir. İleriki çalışmalarda bahsedilen kısıtlar dikkate alınarak farklı değerlendirme kriterleriyle ilgili firmaların performansı ölçülebilir. Bu amaçla karar vericilerin subjektif yargılarını dikkate alan bulanık ÇKKV modelleri kullanılarak performans ölçümü gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Alfaro, J., Ortiz, A. ve Poler, R. (2007) "Performance Measurement System for Business Processes" *Production Planning Control*, 18(8): 641-654.
- Borda, J.C. (1784) *Memoire Sur Les Elections Au Scrutin*. Paris, Histoire de l'Academie Royale des Sciences.
- Chamodrakas, I., Leftheriotis, I. ve Martakos, D. (2011) "In-Depth Analysis and Simulation Study of an Innovati ve Fuzzy Approach for Ranking Alternatives in Multiple Attribute Decision Making Problems Based on TOPSIS" *Applied Soft Computing*, 11(1):900-907.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1978) "Measuring the Efficiency of Decision Making Units" *European Journal of Operational Research*, 2:429-444.
- Choo, E.U. ve Wedley, W.C. (1985) "Optimal Criterion Weights in Repetitive Multicriteria Decision-Making" *Journal of Operational Research Society*, 36 (11):983-992.
- Chu, A.W., Kalaba, R.E. ve Spingarn, K. (1979) "A Comparison of Two Methods for Determining The Weights of Belonging to Fuzzy Sets" *Journal of Optimization Theory and Applications*, 27(4):531-538.
- Churchman, C.W. ve Ackoff, R.L. (1954) "An Approximate Measure of Value" *Journal of Operations Research Society of America*, 2(1):172-87.
- Deng, H., Yeh, C.H. ve Willis, R.J. (2000) "Inter-Company Comparison Using Modified TOPSIS with Objective Weights" *Computers & Operations Research* 27:963-973.
- Diakoulaki D., Mavrotas G. ve Papayannakis, L. (1995) "Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The Critic Method" *Computers & Operations Research*, 22:763-770. IN
- Ellinger, A.E., Ketchen, D.J., Hult, G.M., Elmadağ, A.B. ve Richey, R.G. (2008) "Market Orientation, Employee Development Practices, and Performance in Logistics Service Provider Firms" *Industrial Marketing Management*, 37:353-366.
- Fan, Z.P., Ma, J. ve Zhang, Q. (2002) "An Approach to Multiple Attribute Decision Making Based on Fuzzy Preference Information on Alternatives" *Fuzzy Sets and Systems*, 131:101-106.
- Fishburn, P.C. (1967) *Additive Utilities with Incomplete Product Set: Applications to Priorities and Assignments*, Baltimore, MD ORSA Publication.
- Hamdan, A. ve Rogers, K.J. (2007) "Evaluating the Efficiency of 3PL Logistics Operations" *International Journal of Production Economics*, 113(1):235-244.
- Hwang, C.L. ve Yoon, K. (1981) *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, A State-of-the-Art Survey*, New York, Springer-Verlag.
- Hwang, C.L., ve Lin, M.J. (1987) *Group Decision Making Under Multiple Criteria: Methods and Application*, New York, Springer-Verlag.
- Jahan, A., Mustapha, F., Sapuan, S.M., Ismail, Y. ve Bahraminasab, M. (2012) "A Framework For Weighting of Criteria in Ranking Stage of Material Selection Process" *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 58:411-420.
- Jahanshahloo, G.R., Lotfi, F.H. ve Izadikhah, M. (2006) "An Algorithmic Method to Extend TOPSIS for Decision-Making Problems with Interval Data" *Applied Mathematics and Computation*, 175(2):1375-1384.
- Lamboray, C. (2007) "A Comparison Between the Prudent Order and the Ranking Obtained with Borda's, Copeland's, Slater's and Kemeny's Rules" *Mathematical Social Sciences*, 54(1):1-16.
- Liu, C.H. ve Lyons, A.C. (2011) "An Analysis of Third-Party Logistics Performance and Service Provision" *Transportation Research Part E*, 47:547-570.
- Ma, J., Fan, Z.P. ve Huang, L.H. (1999) "A Subjective And Objective Integrated Approach to Determine Attribute Weights, *European Journal of Operational Research*, 112:397-404.
- Nuray, R. ve Can F. (2006) "Automatic Ranking of Information Retrieval Systems Using Data Fusion" *Information Processing and Management: an International Journal*, 42(3):595-614.
- Min, H. ve Joo, S.J. (2006) "Benchmarking the Operational Efficiency of Third Party Logistics Providers Using Data Envelopment Analysis" *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(3):259-265.
- Min, H. ve Joo, S.J. (2009) "Benchmarking Third-Party Logistics Providers Using Data Envelopment Analysis: An Update" *Benchmarking: An International Journal*, 16(5):572-587.
- O'Neill, J.C. (2004) "Tie-Breaking with the Single Transferable Vote" *Voting Matters*, 18(14):14-17.
- Opricovic, S. (1998) *Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems*, Belgrade, Faculty of Civil Engineering.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G.H. (2003) "Defuzzification with in a Multicriteria Decision Model" *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 11(5):635-652.

Opricovic, S. ve Tzeng, G.H. (2004) "Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS" *European Journal of Operational Research*, 156(2):445-455.

Opricovic, S. ve Tzeng, G.H. (2007) "Extended VIKOR Method in Comparison with Outranking Methods" *European Journal of Operational Research*, 178:514-529.

Saaty, T.L. (1980) *The Analytic Hierarchy Process*, New York, McGraw-Hill.

Sherman, D.H.(1984) "Hospital Efficiency Measurement and Evaluation: Empirical Test of New Technique" *Medical Care*, 22(10):922-938.

Shannon, C.E.(1948) "A Mathematical Theory of Communication" *Bell Systems and Technology Journal*, 27: 379-423.

Srinivasan, V. ve Shocker, A.D. (1973) "A Composite Criterion Using Pairwise Judgments" *Psychometrika*, 38(4):473-493.

Stewart, T.J. (1996) "Relationships Between Data Envelopment Analysis and Multi-criteria Decision Analysis" *Journal of Operational Research Society*, 47(5):654-665.

Tzeng, G.H. ve Huang, J.J. (2011) *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, CRC Press, Taylor & Francis Group, A Chapman&Hall.

Wang, Y.M. ve Parkan, C. (2006) "A General Multiple Attribute Decision-Making Approach For Integrating Subjective Preferences and Objective Information" *Fuzzy Sets and Systems*, 157:1333-1345.

Wang, Y.M. ve Luo, Y. (2010) "Integration of Correlations with Standard Deviations for Determining Attribute Weights in Multiple Attribute Decision Making" *Mathematical and Computer Modeling*, 51(1-2):1-12.

Wanke, P.F. (2009) "Determinants of Scale Efficiency in the Brazilian 3PL Industry: A 10-Year Analysis" *International Journal of Production Research*, 50(9):2012.

Yeh, C.H. (2003) "The Selection of Multi-attribute Decision Making Methods for Scholarship Student Selection" *International Journal of Selection and Assessment*, 11(4):289-296.

Yousefi, A. ve Hadi-Vencheh, A. (2010) "An Integrated Group Decision Making Model and Its Evaluation by DEA for Automobile Industry" *Expert Systems with Applications*, 37: 8543-556.

Yu, P.L. (1973) "A Class of Solutions for Group Decision Problems" *Management Science* 19(8):936-946.

Zeleny, M.(1982) *Multiple Criteria Decision Making*, New York, McGraw-Hill.

Zhou, G., Min H., Xu, C. ve Cao, Z. (2008) "Evaluating the Comparative Efficiency of Chinese Third-Party Logistics Providers Using Data Envelopment Analysis" *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(4):262-279.

