

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE TEDARİKÇİ PERFORMANSI DEĞERLENDİRMEDE TOPLAMSAL BİR YAKLAŞIM

Doç. Dr. Gökhan AKYÜZ*
Arş. Gör. Salih AKA**

ÖZ

İşletmelerin günümüz rekabet koşullarında tedarik zincirlerini yöneterek, tedarik riskini azaltmaları, maliyetlerini düşürmeleri, diğer taraftan iş süreçlerini optimize etmeli ve değişen müşteri taleplerine hızlı cevap verebilmelidirler. Tedarik zincirinin yönetsel etkinliği için yeni tedarikçilerin seçimi kadar mevcut tedarikçilerin performansının değerlendirilmesi ve takibi de önemlidir. Bu çalışmada, yurtiçi ve yurtdışı tedarikçilerle çalışan bir firmanın tedarikçi performansları PSI ve TOPSIS gibi iki farklı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile incelenmiştir. Yaklaşık iki yıllık veri seti kullanılarak firma tarafından hesaplanan beş gösterge ve 19 tedarikçi çalışma kapsamına alınmıştır. TOPSIS için gerekli olan kriterlerin göreceli önem ağırlıkları CRITIC Yöntem ile tespit edilmiştir. PSI ve TOPSIS yöntemleri ile elde edilen iki farklı sıralama sınıfı, Borda Sayım Yöntemiyle tek bir toplamsal sınıf altında birleştirilmiştir. Son olarak bu toplamsal sıralama sınıfı yoluyla tedarikçilerin performansı karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tedarikçi Performansı, PSI, TOPSIS, CRITIC Yöntem, Borda Sayım

JEL Sınıflandırması: M11, M10, L25

AN ADDITIVE APPROACH WITH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHODS ON EVALUATION OF SUPPLIER PERFORMANCE

ABSTRACT

In today's competitive environment, the firms have to reduce their supply risks and costs, on the other hand, they have to optimize business processes, and respond to changing customer demands by managing their supply chains. Evaluations and monitoring of existing supplier performances are as important as selection of new suppliers for managerial effectiveness of supply chain. In this study, supplier performances of an international firm were examined with Multi-Criteria Decision Making methods such as PSI and TOPSIS. Using two-year data set, 19 suppliers and five criteria determined by the firm were included in the study. The relative importance weights of criteria needed for TOPSIS were

*Akdeniz Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, akyuz@akdeniz.edu.tr

** Akdeniz Üniversitesi, SBE, İşletme Anabilim Dalı, salihaka@akdeniz.edu.tr

identified with CRITIC Method. Two different ranking classes identified with PSI and TOPSIS merged under an additive ranking class. Finally, the supplier performances were compared through this additive ranking class.

Keywords: Supplier Performance, PSI, TOPSIS, CRITIC Method, Borda Count Method

JEL Classification: M11, M10, L25

1. GİRİŞ

Küreselleşen pazarlar, yerel, ulusal ve uluslararası düzeyde rekabetçiliğin önemini artırmış; fiyat, kalite, verimlilik, esneklik, güvenilirlik ve hız gibi birçok faktör işletmenin rekabetteki başarısını etkiler konuma gelmiştir. Müşteri ihtiyaçlarının çeşitlenmesi ve üründen beklentilerin artması günümüz işletmelerini daha rekabetçi duruma getirmektedir. Bu durum işletmeler üzerinde bir taraftan müşteri talebini karşılayabilmeleri için üretim sürelerini iyileştirmeleri diğer taraftan rekabetin gerisinde kalmamak için maliyet unsurlarını da azaltmaları yönünde küresel düzeyde bir baskı oluşturmaktadır (Akarte, Surendra, Ravi ve Rangaraj, 2001: 511). İşletmelerin bu baskı ile baş edebilmeleri için sadece iç organizasyonlarında yapacakları düzenlemeler çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Başarının sağlanmasında işletmenin kendi performansının yanı sıra tedarik zincirindeki diğer elemanların (tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar ve perakendeciler) performansı da önemli bir role sahiptir. Üretim faaliyeti her şeyden önce hammaddenin tedariki ile başlamaktadır. Dolayısıyla doğru tedarikçinin seçimi aslında üretim sürecinin çevikliği ve maliyet avantajı üzerinde anahtar rol oynamaktadır (Tahriri, Osman, Ali, Yusuff ve Esfandiary, 2008: 55). İyi bir tedarikçi üretim işletmesinin operasyonel maliyetlerini azaltmasına ve bitmiş ürün kalitesinin iyileştirilmesine doğrudan katkı sunmaktadır. Aynı zamanda bu birliktelik ürün geliştirme zamanının kısaltılmasını ve bekleme sürelerinin azaltılmasını da sağlamaktadır. Tedarikçi ile kurulacak etkin ve uzun vadeli bir ilişkinin hem tedarikçi hem de üretim işletmesi açısından karşılıklı faydaları olacaktır. Etkileşimli bir ilişkinin kurulması sonucunda ortaklar, kaynaklarını maliyet unsurlarıyla heba etmek yerine teknoloji ve yetenek yatırımı doğrultusunda kullanabileceklerdir. Aynı zamanda bilgi paylaşımı yapılarak müşteri talebi geldiği anda üretim sürecinin tedarikçi aşamasından itibaren başlatılması sağlanabilecektir (Lee, 2009: 2879). Bu nedenle, gerek akademik gerekse endüstri çevrelerinde tedarik zinciri yönetimine olan ilgi artmıştır.

Tedarik zinciri, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak üzere hammadde ve malzeme gibi girdilerin elde edilmesi, bu girdilerin nihai ürünlere dönüştürülmesi ve bu ürünlerin müşterilere ulaştırılması faaliyetlerinde yer alan ve birbirleriyle ilişkili olan tüm unsurları içeren bir süreçtir (Akyüz ve Aktan, 2013: 378). Zincirin ilk halkasını oluşturan tedarikçilerin, ürünün kalite düzeyi, teslim tarihi ve fiyatı

üzerinde önemli etkileri olmaktadır. Bu nedenle uygun tedarikçinin seçimi kadar mevcut tedarikçilerin performansının değerlendirilmesi ve takibi de önem arz etmektedir.

Doğru tedarikçi, üretim işletmesinin rekabet gücünü artırmasının yanında risklerden kaynaklı kaybın en aza indirilmesini ve toplam değerini ise en üst düzeye çıkarılmasını sağlamaktadır (Chen, Lin ve Huang, 2006: 290). Bu sebepten çoğu işletme tedarikçi sayısını azaltarak, kalan tedarikçilerine daha fazla sorumluluk vermektedir. Kurulan stratejik ortaklık sonucunda karşılıklı gelişim çabaları paylaşılmaktadır (Araz ve Ozkarahan, 2007: 586).

Bu çalışmada, literatürde nispeten yeni bir yöntem olan Tercih İndeksi (Preference Selection Index – PSI) ve TOPSIS yöntemi kullanılarak yurtiçi ve yurtdışı tedarikçilerle çalışan bir firmanın tedarikçi performansları değerlendirilmiştir. Daha önceki yapılan çalışmalardan farklı olarak yöntemler ile elde edilen iki farklı sıralama sınıfı Borda Sayım yöntemi ile tek bir sıralama sınıfı altında birleştirilmiştir. Çalışmanın birinci bölümünde tedarikçi performansının değerlendirilmesine yönelik literatür taramasına yer verilmiştir. İkinci bölümde uygulama için faydalanılan PSI, TOPSIS, CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) Yöntem ve Borda Sayım Yöntemlerinin algoritma yapısı sunulmuştur. Üçüncü bölümde yöntemlerin uygulama adımları anlatılmış ve elde edilen bulgular tablolarla gösterilmiştir. Sonuç bölümünde ise genel değerlendirmeler yer almaktadır.

2. LİTERATÜR

Tedarikçi seçimi üretim işletmeleri açısından önemlidir fakat doğru tedarikçileri seçmek karar vericiler açısından zaman alan karmaşık bir iştir (Akarte vd., 2001: 512). Öncelikle tedarikçi performanslarının karşılaştırılabilir olması için ortak kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. İlk zamanlarda fiyat unsurunun uygun karşılaştırma kriteri olduğu düşünülürken zamanla bu kriterin tek başına tedarikçi performanslarının değerlendirilmesinde yeterli olmayacağı görülmüştür (Zeydan, Çolpan ve Çobanoğlu, 2011: 2741). Günümüzde tedarikçi performanslarında karşılaştırma yapabilmek için geleneksel kriterlerin yanında teslimat, üretim ve kalite standartlarının gelişmesiyle ortaya çıkan ve genel olarak birbiriyle çelişen çok sayıda kriterin değerlendirilmesi gerekmektedir (Chen vd., 2006: 290).

Literatürde tedarikçi değerlendirme ve seçimi konusundaki ilk çalışmalardan biri 1966 yılında Dickson tarafından yapılmış ve konuya olan ilgi günümüze kadar artarak devam etmiştir. 23 kriterin bulunduğu anket çalışması sonucunda Dickson, en önemli kriterlerin ürün kalitesi, zamanında teslim ve garanti politikası olduğunu belirlemiştir (Ecer ve Küçük, 2008: 356). Weber vd. (1991), 1966 ve 1990 yılları arasında tedarikçi seçimi konusunda yapılmış 74 makaleyi incelemiş ve en çok kullanılan kriterlerin fiyat, teslim süresi ve kalite olduğunu tespit etmişlerdir (Özel ve Özyörük, 2007: 416). Literatürde yapılan çalışmaların büyük bir bölümünde ön plana çıkan kriterler, maliyet, kalite ve

teslimattır (Öz ve Baykoç, 2004: 280). Bu kriterlere ek olarak çok farklı kriterlerin de tedarikçi seçiminde etkili olduğu görülmektedir. Nitekim, son dönemlerde yapılan çalışmalarda, ürün geliştirme, imalat yeterliliği (Akarte vd , 2001), finansal durum (Choy, Lee ve Lo, 2002; Chen vd., 2006; Chen ve Wang, 2009; Büyüközkan ve Ersoy, 2009), ilişkilerin yakınlığı (Chen vd., 2006; Büyüközkan ve Ersoy, 2009; Güneri, Yücel ve Ayyıldız, 2009) ve esneklik (Özel ve Özyörük, 2007; Chen ve Wang, 2009; Bhattacharya, Geraghty ve Young, 2010; Sanayei, Mousavi ve Yazdankhah, 2010) gibi farklı kriterlere de yer verilmiştir.

Tedarikçi performansını değerlendirmede kullanılan analitik modeller basit ağırlıklandırma yöntemlerinden, karmaşık matematiksel programlamaya ve sinir ağları modellerine kadar birçok yöntemi içermektedir. Aşağıdaki tabloda bu literatürden örnekler verilmiştir.

Tablo 1. Tedarikçi Değerlendirme Metodolojilerinden Örnekler

| Metodoloji | Yazarlar |
|--|--|
| Hedef Programlama | Karpak vd (2001); Kasirian ve Yusuff (2013) |
| Bulanık/Klasik Karma Tamsayı Programlama | Kumar vd (2004) |
| Genetik Algoritma | Luo vd (2009) |
| Sinir Ağları | Choy vd (2002); Luo vd (2009); Kuo vd (2010) |
| Veri Zarflama Analizi | Liu vd (2000); Shaen (2006); Kuo vd (2010) |
| Fayda Teorisi | Min (1994) |
| Bulanık/Klasik Analitik Hiyerarşi Prosesi (FAHP/AHP) | Tam ve Tummala (2001) |
| Bulanık/Klasik Analitik Ağ Prosesi (FANP/ANP) | Kasirian ve Yusuff (2013) |
| Bulanık/Klasik VIKOR | Chen ve Wang (2009) |

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, performansları doğrultusunda tedarikçilerin değerlendirilmesi gibi birden fazla nicel veya nitel kriter içeren problemlere uygun çözüm sunabilmektedir. Bu yöntemler kriterlerin performans ölçütlerinin toplamından elde ettikleri değerler üzerinden tedarikçilerin sıralanmasını ve seçimini sağlayabilmektedirler. Bir başka deyişle, ÇKKV yöntemleri birden fazla tedarikçi alternatifinin değerlendirilmesi amacıyla kriterler arasında öncelik yapısını gözeterek bir çıktı üretmekte ve bunu karar vericiye bilgi olarak sunmaktadır.

Seçim sürecinde kullanılan yöntemler de kriterler gibi farklılık göstermektedir. Tam ve Tummala (2001), tedarikçi seçimi için geliştirdikleri modellerin çözümünde Analitik Hiyerarşi Prosesini (AHP) kullanmışlardır. Min (1994), uluslararası tedarikçilerin seçiminde, risk ve belirsizlik içeren nitel ve nicel faktörlerin ağırlıklandırılmasını temel alan çok özellikli fayda teorisini (Multi Attribute Utility Theory-

MAUT) geliştirmiştir. Karpak, Kumcu ve Kasuganti (2001), orijinal ekipman imalatçısı seçim problemini hedef programlama (HP) yaklaşımı ile çözmüşlerdir. Alternatiflerin görece etkinliklerini hesaplayan veri zarflama analizi (VZA), Shaen (2006) tarafından teknoloji tedarikçilerinin seçimi amacıyla kullanılmıştır. Liu, Ding ve Lall (2000), tedarikçi alternatiflerinin değerlendirilmesi için VZA, bu değerlendirme sürecinde faydalanılacak kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi içinse Bulanık AHP tekniğinden faydalanmışlardır.

Tedarikçi seçim problemini yapay zeka modelleri, uzman sistemler ve sezgisel yöntemlerle ele alan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Choy vd. (2002), taşeron imalatta tedarikçileri kıyaslamak ve seçim yapmak için olay tabanlı çıkarsama ve sinir ağlarını kullanmışlardır. Luo, Wu, Rosenberg ve Barnes (2009), çevik tedarik zincirinde tedarikçi seçimi için yapay sinir ağlarını ve genetik algoritmayı; Kuo, Wang ve Tien (2010), yeşil tedarik zincirinde, tedarikçilerin seçimi için VZA, AAP ve yapay sinir ağlarını kullanmışlardır. Tedarikçi seçimine dönük literatürün bir bölümünü de bulanık mantığı farklı yöntemlere entegre eden çalışmalar oluşturmaktadır. Otomotiv sektöründe tedarikçi seçim problemi için Kumar, Vrat ve Shankar (2004), bulanık karma tamsayılı hedef programlama yaklaşımını kullanırken, Chen ve Wang (2009), bilgi sistemleri/bilgi teknolojileri projelerinde taşeron seçimi problemlerini Bulanık VIKOR yöntemi ile çözmüşlerdir.

Yapılan çalışmaların birçoğunda birden fazla çok kriterli karar verme tekniğinin bir arada kullanıldığı görülmektedir. Kasirian ve Yusuff (2013) alternatif tedarikçilerin sıra aralığının belirlenmesi için bir yaklaşım önermişlerdir. Çalışmada modifiye edilmiş hibrid TOPSIS modeli hedef programlama ile birleştirilmiş, elde edilen sonuçlar AHP ve ANP sonuçları ile karşılaştırılarak önerilen modelin etkinliği ölçülmüştür.

3. YÖNTEM

Çalışmanın amacı tedarikçi performanslarını değerlendirebilmek için farklı çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanmak ve elde edilen sıralama sınıflarını tek bir sınıf altında toplayarak karar vericiler için sistematik bir yaklaşım sunmaktır. Bu kapsamda PSI ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. TOPSIS yönteminin ihtiyaç duyduğu kriter ağırlıklandırması için CRITIC yöntemine başvurulurken, elde edilen sıralama sonuçlarını birleştirmek için Borda Sayım yönteminden faydalanılmıştır.

PSI yöntemi, optimal fabrika yerleşim düzeninin belirlenmesi (Maniya ve Bhatt, 2011), alternatif yakıt türlerinin seçimi (Vahdani, Zandieh ve Tavakkoli-Moghaddam, 2011), esnek üretim sistemi içerisinde çeşitli çizelgeleme kombinasyonlarını sıralanması (Joseph ve Sridharan, 2011), malzeme seçim problemi (Jahan, Mustapha, Sapuan, Ismail ve Bahraminasab, 2012), imalat hatlarının performansının gelişimi (Akyüz ve Aka, 2015) gibi problemler için uygun çözümler üretmiştir. TOPSIS,

ürün tasarımı için müşteri ihtiyaçları ve tasarım karakteristiklerinin tespiti (Lin, Wang, Chen ve Chang, 2008), data fabrikası için farklı yerleşim noktalarının değerlendirilmesi (Jahanshahloo, 2009), yatırım fonları performansının değerlendirilmesi (Chang, Lin, Lin ve Chiang, 2010) gibi farklı problem türleri için kullanılmıştır. CRITIC yöntem kriter ağırlıklarının tespiti için analitik bir yaklaşım sunmaktadır. (Deng, Yeh ve Willis, 2000; Hsu, Ou ve Ou, 2015; Lin, Chiang ve Chang, 2007). Borda Sayım yöntemi ise esasen bir sınıflama yöntemi olmasına rağmen çok kriterli karar verme yöntemleriyle elde edilen sonuçların birleştirilmesinde de tercih edilmiştir (Wu, 2011; Hajkowicz ve Wheeler, 2008; Kim ve Chung, 2013).

3.1. Tercih İndeksi Yöntemi (PSI)

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan PSI, Maniya ve Bhatt (2010) tarafından önerilmiş ve ilk olarak malzeme seçim problemine uygulanmıştır. PSI, literatürdeki birçok yöntemin aksine kriterlerin görece önemlerini belirlemeye ihtiyaç duymadan, basit ve sistematik bir hesaplama ile çözüme ulaşmaktadır. Bu özelliğinden dolayı kriterlerin önem düzeylerine karar vermenin zor ve karmaşık olduğu durumlarda kullanışlı bir yöntemdir (Attri ve Grover, 2015: 208).

PSI yönteminde, genel tercih değeri kullanılarak her bir alternatif için tercih indeksi (I_j) hesaplanmakta ve alternatifler bu indeks değere göre sıralanmaktadır. Yöntem, genel olarak aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Maniya ve Bhatt, 2010: 1786; Maniya ve Bhatt, 2011: 543-544):

Adım-1: *Problemi tanımla.* Tedarikçiler ve tedarikçilerin performansını değerlendirmede kullanılacak göstergeler belirlenir.

Adım-2: *Karar matrisini oluştur.* Problemin çözümü karar matrisinin oluşturulması ile başlar. Satırlar tedarikçileri $A=[A_i, i=1, 2, \dots, n]$, sütunlar değerlendirmede kullanılacak göstergeler setini $C=[C_j, j=1, 2, \dots, m]$ ve C_j göstergesi itibarıyla A_i tedarikçisinin performans değerini x_{ij} temsil edecek şekilde karar matrisi oluşturulur (Tablo 2).

Tablo 2. Karar matrisi

| Tedarikçiler (A_i) | Göstergeler (C_j) | | | |
|---------------------------|-----------------------|----------|------|----------|
| | C_1 | C_2 | | C_m |
| A_1 | x_{11} | x_{12} | | x_{1m} |
| A_2 | x_{21} | x_{22} | | x_{2m} |
| | | | | |
| A_n | x_{n1} | x_{n2} | | x_{nm} |

Adım-3: *Karar matrisi normalize edilir.* Çok kriterli karar verme problemlerinde farklı birimlerle ölçülmüş kriterlerle sıkça karşılaşılır. Bu verilerin uyumlu hale getirilmek için matriste yer alan veriler 0-1 arasında standardize edilir. Eğer göstergenin büyük değeri daha iyi temsil ediyorsa (1) numaralı formül ile; küçük değeri daha iyi temsil ediyorsa (2) numaralı formül ile veri normalize edilir.

$$R_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{j,max}}; \forall i, j \quad (1)$$

Burada $x_{j,max} = \max\{x_{ij}\}; \forall i, j$

$$R_{ij} = \frac{x_{j,min}}{x_{ij}}; \forall i, j \quad (2)$$

Burada $x_{j,min} = \min\{x_{ij}\}; \forall i, j$

Adım-4: Tercih varyans değeri (PV_j) belirle. Bu adımda aşağıdaki formül kullanılarak her bir göstergenin varyansı hesaplanır.

$$PV_j = \sum_{i=1}^N [R_{ij} - \bar{R}_j]^2 \quad (3)$$

Burada \bar{R}_j j . göstergenin normalize edilmiş değerlerinin ortalamasıdır ve (4) numaralı formül ile hesaplanır.

$$\bar{R}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_{ij} \quad (4)$$

Adım-5: Genel tercih değerini (Ψ_j) hesapla. Bu adımda her bir göstergenin genel tercih değeri belirlenir. Bunun için tercih değerindeki sapmanın (Φ_j) bulunması gerekir. Sapma (Φ_j), formül (5) ile genel tercih değeri (Ψ_j) ise (6) numaralı formül ile hesaplanır.

$$\Phi_j = |1 - PV_j| \quad (5)$$

$$\psi_j = \frac{\Phi_j}{\sum_{j=1}^M \Phi_j} \quad (6)$$

Burada tüm göstergelerin genel tercih değerleri toplamının “1” olması gerekir ($\sum_j \psi_j = 1$).

Adım-6: Tercih İndeksi (I_i) hesaplanır. Her bir tedarikçinin formül (7) kullanılarak tercih indeksi belirlenir.

$$I_i = \sum_{j=1}^M (R_{ij} \times \psi_j) \quad (7)$$

Tercih İndeksi (I_i), bu çalışmada performans indeksi değerine karşılık gelmektedir. Diğer bir ifadeyle I_i değeri, i . tedarikçinin performans indeksidir. En yüksek değer, performansı en yüksek tedarikçiyi tanımlar. Tercih indekslerinin büyükten küçüğe sıralanması ile tedarikçilerin performans sıralaması da oluşturulmuş olur.

3.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS yöntemi birden fazla alternatifin çoklu kriterler doğrultusunda değerlendirilmesi için bu kriterlerin pozitif ideal ve negatif ideal noktalarını öncelikli olarak belirlemektedir. Sıralama içerisinde

en iyi olarak derecelendirilen alternatifin çözüm değeri pozitif ideale en yakın negatif ideale ise en uzak noktadır. Yönteme dair sıralı çözüm adımları aşağıda yer almaktadır (Mahmoodzadeh, vd. 2007: 138-139):

Adım-1: *Problemi tanımla.* Problemden yer alan alternatifler ve değerlendirme kriterleri tanımlanır.

Adım-2: *Karar matrisini oluştur.* Karar matrisi Tablo 2’de görülmektedir.

Adım-3: *Normalize karar matrisini oluştur.* Karar matrisindeki her bir değer, bu değerlerin toplamının kareköküne bölünerek normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}}} \quad \forall i, j \quad (8)$$

Adım-4: *Normalize edilmiş değerler ağırlıklandırılır.*

$$v_{ij} = w_i \cdot r_{ij} \quad \forall i, j \quad (9)$$

Adım-5: *Her bir kriter için pozitif ideal ve negatif ideal noktaları belirlenir.*

$$A^* = \{v_1^*, \dots, v_n^*\} \text{ kriter için maksimum değer} \quad (10)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} \text{ kriter için minimum değer} \quad (11)$$

Adım-6: *Pozitif ideal ve negatif ideal noktalarına olan uzaklıklar hesaplanır.*

$$D_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad i = 1, \dots, n \quad (12)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i = 1, \dots, n \quad (13)$$

Adım-7: *Alternatifler için göreceli yakınlık tespitiyle sıralama gerçekleştirilir.*

$$C_i^* = \frac{D_i^-}{D_i^* + D_i^-} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (14)$$

3.3. CRITIC Yöntem

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin temel amacı belirlenen ortak kriterler bakımından eldeki alternatifler arasında bir karşılaştırma ve sıralama ilişkisi kurmaktır. Değerlendirme kriterlerinin bu sıralama ve karşılaştırma ilişkisi üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır. Alternatiflerin hizmet ettiği amaç için bir veya birkaç kriterin gerçekleşmesinin diğerlerine göre daha önemli olduğu durumda bu kriterlerin daha öncelikli olması gerekmektedir. Fakat çok kriterli karar verme tekniklerinin birçoğu öncelik ilişkisinin belirlenmesi yeteneğine sahip değildir. Böylesi durumlarda uzman görüşüne başvurularak kriterler arasında bir derecelendirme ilişkisi kurması istenmektedir. Uzman görüşü öznel

yargılar içerdiğinden kriterlerin karşılaştırılmasında yanlı sonuçlar üretilebilmektedir. CRITIC yöntem, kriterlerin önem derecelerinin ağırlıklandırılması için analitik bir çözüm algoritması sunmaktadır. Yöntem, karar matrisi içerisinde kriterlerin birbirleri arasındaki çelişme ve zıtlık yoğunluklarını yorumlayarak kriter ağırlıklarına karar vermektedir. Yöntem şu aşamalardan oluşmaktadır (Diakoulaki, Mavrotas ve Papayannakis, 1995: 765):

Adım-1: Karar matrisi normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j,\min}}{x_{j,\max} - x_{j,\min}}; \forall i, j \quad \text{fayda kriteri}$$

$$r_{ij} = \frac{x_{j,\max} - x_{ij}}{x_{j,\max} - x_{j,\min}}; \forall i, j \quad \text{maliyet kriteri} \quad (15)$$

Adım-2: C_k değeri hesaplanır.

$$C_k = \sigma_k \sum_{j=1}^n (1 - r_{jk}), \quad k = 1, \dots, n \quad (16)$$

Burada,

r_{jk} : j . ve k . Kriter arasındaki korelasyon katsayısı

σ_k : k . Kriterin standart sapması

Adım-3: Kriter ağırlıkları belirlenir.

$$w_k = \frac{C_k}{\sum_{k=1}^n C_k}, \quad k = 1, \dots, n \quad (17)$$

3.4. Borda Sayım Yöntemi

Literatürdeki birden fazla ÇKKV tekniğinin bir arada kullanıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Söz konusu çalışmaların amacı farklı sıralama yöntemleriyle birbirine yakın sonuçlar elde etmektir. Birden fazla yöntem ile en iyi alternatifin tespit edilmesi bir çeşit etkinlik ölçütü olarak görülmektedir. Borda Sayım yöntemi böylesi birden fazla sınıflayıcı tarafından oluşturulmuş sıralamaları birleştirip tek bir sıralama sunmaktadır (Wu, 2011: 12974). Sınıflama performansı için her bir sınıfı eşit önem derecesinde kabul eden bu yöntem uygulanabilirlik açısından da oldukça basittir (Ho, Hull ve Srihari, 1992: 85). Ele alınan sınıf içerisindeki m adet alternatiften en iyi durumdakine $m-1$, ikinci en iyi durumdakine $m-2$ şeklinde birer azalan değerler verilerek en kötü alternatif 0 değerini alacak şekilde puanlama yapılmaktadır. Son olarak tüm sınıflardaki alternatifler için atanan değerler toplanarak Borda skor elde edilir ve sıralama bu değer üzerinde gerçekleştirilmektedir. İlgili matematiksel notasyonlar aşağıda yer almaktadır (Lansdowne ve Woodward, 1996: 27).

Adım-1: Her bir kriter için Borda skor belirlenir.

$$b_i = \sum_{k=1}^n (M - r_{ik}) \quad (18)$$

Burada,

r_{ik} : k . kriter altındaki i . alternatifin sırası

M : Toplam alternatif sayısı

4. UYGULAMA

Uygulama, tekstil sektöründe faaliyet gösteren ve yurtiçi ve yurtdışı tedarikçilerle çalışan bir firmada gerçekleştirilmiştir. Belirli göstergelerle tedarikçilerini takip eden firmanın veri seti kullanılarak tedarikçilerinin performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunun için PSI ve TOPSIS teknikleri ile alternatifler performansları doğrultusunda ayrı ayrı sıralandıktan sonra Borda Sayım metoduyla tüm sıralama sınıfları tek bir toplamsal sıralama sınıfı altında birleştirilmiştir. TOPSIS yönteminde ihtiyaç duyulan göreceli kriter ağırlıkları CRITIC Yöntem analizi ile elde edilmiştir.

Yüze yakın tedarikçisi bulunan firmanın yapılan değerlendirmeler sonucunda yoğun olarak çalıştığı aynı tip pantolon üreten 19 tedarikçisi çalışma kapsamına alınmıştır. Tedarikçilerin performans değerlendirmesinde firmanın yaklaşık iki yıllık veri seti ile hesapladığı aşağıdaki beş göstergenin kullanılması kararlaştırılmıştır.

Tablo 3. Performans Göstergeleri

| Kod | Gösterge Adı | Açıklama |
|----------------|--|---|
| G ₁ | Kalite Kabul Oranı (%) | İlk kalite kontrolde kabul alan ürün yüzdesidir. İki yılda farklı dönemlerde verilen siparişler olması nedeniyle miktar ağırlıklı hesaplanmıştır. Bu oranın <u>yüksek</u> olması istenir. |
| G ₂ | Hata Oranı (%) | Yıkama, fabrika hatası, baskı hatası, dikiş hatası, aksesuar hatası, boyama, etiketleme, temiz görünüm gibi hataları toplamından oluşmaktadır. Bu oranın <u>düşük</u> olması istenir. |
| G ₃ | Mağaza Geri Dönüş Oranı (%) | Mağazalara sevk edilmiş tedarikçi ürününün çeşitli nedenlerle geri iade yüzdesi. Bu oranın <u>düşük</u> olması istenir. |
| G ₄ | Mark-up Oranı | Kar payının incelenmesinde kullanılan bir orandır. Tedarikçiden alınan ürünler için [(Satış gelirleri/Alış maliyetleri)-1] şeklinde hesaplanmıştır. Bu oranın <u>yüksek</u> olması istenir. |
| G ₅ | 15 Gün İçerisinde Sipariş Teslim Oranı (%) | Tedarikçinin verilen siparişi 15 gün içerisinde teslim edebilme oranı. Bu oranın <u>yüksek</u> olması istenir. |

4.1. Tercih İndeksi (PSI) Yöntemi

Adım-1: Alternatif performanslarının karşılaştırılmasında ihtiyaç duyulan kriterler için Tablo 3'deki göstergeler kullanılmıştır.

Adım-2: Tedarikçilere ait gösterge değerlerinin bir araya getirilmesi ile Tablo 4'de verilen karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 4. Tedarikçilerin performans göstergelerinden oluşan karar matrisi

| Tedarikçi | G ₁ (%) | G ₂ (%) | G ₃ (%) | G ₄ | G ₅ (%) | Tedarikçi | G ₁ (%) | G ₂ (%) | G ₃ (%) | G ₄ | G ₅ (%) |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
| T ₁ | 100.0 | 5.00 | 0.52 | 1.71 | 100.0 | T ₁₁ | 66.4 | 9.01 | 0.54 | 1.41 | 78.7 |
| T ₂ | 100.0 | 4.13 | 0.70 | 1.52 | 100.0 | T ₁₂ | 66.1 | 8.67 | 0.41 | 1.49 | 68.5 |
| T ₃ | 100.0 | 1.53 | 0.22 | 1.50 | 18.3 | T ₁₃ | 63.8 | 6.73 | 0.42 | 1.73 | 1.8 |
| T ₄ | 100.0 | 1.00 | 1.14 | 1.39 | 0.0 | T ₁₄ | 62.9 | 8.29 | 0.52 | 1.57 | 42.4 |
| T ₅ | 100.0 | 1.00 | 0.54 | 1.27 | 0.0 | T ₁₅ | 60.1 | 9.15 | 0.53 | 1.49 | 67.3 |
| T ₆ | 86.1 | 1.89 | 0.36 | 1.52 | 70.8 | T ₁₆ | 55.2 | 5.12 | 0.33 | 1.39 | 51.0 |
| T ₇ | 78.8 | 7.35 | 0.42 | 1.72 | 49.6 | T ₁₇ | 52.8 | 5.75 | 0.13 | 1.40 | 0.0 |
| T ₈ | 77.1 | 3.99 | 0.38 | 3.09 | 4.4 | T ₁₈ | 52.3 | 10.56 | 0.75 | 1.42 | 50.3 |
| T ₉ | 77.1 | 5.26 | 0.39 | 1.59 | 85.2 | T ₁₉ | 52.3 | 7.70 | 0.50 | 1.52 | 57.3 |
| T ₁₀ | 75.8 | 6.26 | 1.16 | 1.50 | 76.1 | | | | | | |

Adım-3: G₁, G₄ ve G₅ göstergelerinin yüksek değer alması istendiğinden (1) numaralı formül, G₂ ve G₃ göstergelerinde ise düşük değerler tercih edildiğinden (2) numaralı formül kullanılarak karar matrisi normalize edilmiştir.

Adım-4: (4) numaralı formül ile standardize edilmiş gösterge değerlerinin ortalaması sırasıyla G₁ için 0.751, G₂ için 0.298, G₃ için 0.324, G₄ için 0.515 ve G₅ için 0.485 olarak hesaplanmıştır. (3) numaralı formül kullanılarak her bir göstergenin tercih varyans değeri Tablo 5'deki gibi belirlenmiştir.

Tablo 5. Göstergelerin tercih varyans değerleri

| | G ₁ | G ₂ | G ₃ | G ₄ | G ₅ |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Tercih Varyans Değeri (PV_j) | 0.584 | 1.491 | 0.707 | 0.276 | 2.181 |

Adım-5: (5) ve (6) numaralı formüller ile genel tercih değerleri belirlenmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Göstergelerin genel tercih değerleri

| | G ₁ | G ₂ | G ₃ | G ₄ | G ₅ | Toplam |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| $ 1 - PV_j $ | 0.416 | 0.491 | 0.293 | 0.724 | 1.181 | 3.105 |
| Standardize | 0.134 | 0.158 | 0.094 | 0.233 | 0.380 | 1.000 |

Adım-6: (7) numaralı formül ile tercih indeksleri diğer bir ifadeyle performans indeksleri hesaplanmıştır. Tercih indeksi yoluyla elde edilmiş alternatif sıraları Tablo 7'de görülmektedir.

Tablo 7. Tedarikçilerin performans indeksleri

| Tedarikçi | G ₁ | G ₂ | G ₃ | G ₄ | G ₅ | Tercih İndeksi (I _i) | Sıra |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------------|-----------|
| T ₁ | 0.134 | 0.032 | 0.024 | 0.129 | 0.380 | 0.699 | 1 |
| T ₂ | 0.134 | 0.038 | 0.018 | 0.115 | 0.380 | 0.685 | 2 |
| T ₃ | 0.134 | 0.104 | 0.058 | 0.113 | 0.069 | 0.478 | 9 |
| T ₄ | 0.134 | 0.158 | 0.011 | 0.105 | 0.000 | 0.408 | 15 |
| T ₅ | 0.134 | 0.158 | 0.023 | 0.096 | 0.000 | 0.411 | 14 |
| T ₆ | 0.115 | 0.084 | 0.035 | 0.115 | 0.269 | 0.618 | 3 |
| T ₇ | 0.106 | 0.022 | 0.030 | 0.130 | 0.189 | 0.475 | 10 |
| T ₈ | 0.103 | 0.040 | 0.033 | 0.233 | 0.017 | 0.426 | 13 |
| T ₉ | 0.103 | 0.030 | 0.032 | 0.120 | 0.324 | 0.610 | 4 |
| T ₁₀ | 0.102 | 0.025 | 0.011 | 0.113 | 0.290 | 0.540 | 5 |
| T ₁₁ | 0.089 | 0.018 | 0.023 | 0.106 | 0.299 | 0.536 | 6 |
| T ₁₂ | 0.089 | 0.018 | 0.031 | 0.112 | 0.261 | 0.511 | 7 |
| T ₁₃ | 0.086 | 0.023 | 0.030 | 0.131 | 0.007 | 0.276 | 19 |
| T ₁₄ | 0.084 | 0.019 | 0.024 | 0.119 | 0.161 | 0.407 | 16 |
| T ₁₅ | 0.081 | 0.017 | 0.024 | 0.112 | 0.256 | 0.490 | 8 |
| T ₁₆ | 0.074 | 0.031 | 0.038 | 0.105 | 0.194 | 0.442 | 12 |
| T ₁₇ | 0.071 | 0.027 | 0.094 | 0.106 | 0.000 | 0.298 | 18 |
| T ₁₈ | 0.070 | 0.015 | 0.017 | 0.107 | 0.191 | 0.400 | 17 |
| T ₁₉ | 0.070 | 0.021 | 0.025 | 0.115 | 0.218 | 0.448 | 11 |

PSI yöntemi alternatifler arasında değişkenliğin fazla olduğu göstergelere daha yüksek ağırlık veren bir yöntemdir. Bu nedenle değişkenliğin (varyansın) fazla olduğu G₅ göstergesi en yüksek genel tercih değerini almış; diğer göstergelerin genel tercih değerleri de değişkenlik düzeylerine göre sıralanmıştır.

4.2. CRITIC Yöntem

Adım-1: Karar matrisindeki değerler (15) numaralı formül yoluyla normalize edilmiştir.

Adım-2: C_k değerlerinin hesaplanabilmesi için kriterler arası korelasyon ve standart sapma değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Tablo 8 korelasyon, standart sapma ve C_k değerlerini içermektedir.

Tablo 8. C_k değerleri

| Kriterler | Korelasyon Matrisi | | | | | Standart Sapma | C_k |
|----------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| | G ₁ | G ₂ | G ₃ | G ₄ | G ₅ | | |
| G ₁ | 1,000 | 0,774 | -0,235 | 0,041 | 0,028 | 0,377 | 1,280 |
| G ₂ | 0,774 | 1,000 | -0,007 | 0,064 | -0,350 | 0,305 | 1,072 |
| G ₃ | -0,235 | -0,007 | 1,000 | 0,177 | -0,149 | 0,258 | 1,085 |
| G ₄ | 0,041 | 0,064 | 0,177 | 1,000 | -0,198 | 0,210 | 0,823 |
| G ₅ | 0,028 | -0,350 | -0,149 | -0,198 | 1,000 | 0,348 | 1,625 |

Adım-3: Kriter ağırlıkları (17) numaralı formül yoluyla belirlenmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Kriter ağırlıkları

| Ağırlıklar (w_k) | G ₁ | G ₂ | G ₃ | G ₄ | G ₅ |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 0,217 | 0,182 | 0,184 | 0,140 | 0,276 |

4.3. TOPSIS Yöntemi

Adım-1: Değerlendirme kriterlerini ifade eden performans göstergeleri Tablo 3’de yer almaktadır.

Adım-2: İlgili karar matrisi Tablo 4’de görülmektedir.

Adım-3: Karar matrisindeki değerler (8) numaralı formül yoluyla normalize edilmiştir

Adım-4: Normalize edilmiş değerlerin ağırlıklandırılması için CRITIC yöntem yoluyla elde edilmiş Tablo 9’daki kriter ağırlıklarından faydalanılmıştır.

Adım-5: Her bir kriter için A^* maksimum ve A^- minimum değerler tespit edilmiştir.

Adım-6: Pozitif (D_i^*) ve negatif (D_i^-) ideal noktalar (12) ve (13) numaralı formüller ile belirlenmiştir.

Adım-7: Nihai sıralama gerçekleştirilmiştir. Ağırlıklandırılmış karar matrisi, maksimum-minimum değerler, pozitif-negatif ideal noktalar ve C_i^* değerleri Tablo 10’da görülmektedir.

Tablo 10. TOPSIS yöntemi sonucu elde edilen değerler

| Tedarikçi | Kriterler | | | | | D_i^* | D_i^- | C_i^* | Sıra |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|---------|---------|----------|
| | G ₁ | G ₂ | G ₃ | G ₄ | G ₅ | | | | |
| T ₁ | 0,065 | 0,033 | 0,038 | 0,034 | 0,107 | 0,047 | 0,126 | 0,728 | 1 |
| T ₂ | 0,065 | 0,027 | 0,051 | 0,030 | 0,107 | 0,055 | 0,124 | 0,690 | 4 |
| T ₃ | 0,065 | 0,010 | 0,016 | 0,029 | 0,020 | 0,093 | 0,098 | 0,512 | 9 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| T ₄ | 0,065 | 0,007 | 0,083 | 0,027 | 0,000 | 0,134 | 0,070 | 0,343 | 18 |
| T ₅ | 0,065 | 0,007 | 0,039 | 0,025 | 0,000 | 0,117 | 0,083 | 0,416 | 15 |
| T ₆ | 0,056 | 0,012 | 0,026 | 0,030 | 0,076 | 0,048 | 0,113 | 0,703 | 2 |
| T ₇ | 0,051 | 0,048 | 0,031 | 0,034 | 0,053 | 0,077 | 0,081 | 0,510 | 10 |
| T ₈ | 0,050 | 0,026 | 0,027 | 0,061 | 0,005 | 0,107 | 0,081 | 0,432 | 13 |
| T ₉ | 0,050 | 0,035 | 0,028 | 0,031 | 0,091 | 0,050 | 0,114 | 0,696 | 3 |
| T ₁₀ | 0,049 | 0,041 | 0,084 | 0,029 | 0,082 | 0,093 | 0,088 | 0,486 | 12 |
| T ₁₁ | 0,043 | 0,059 | 0,039 | 0,028 | 0,084 | 0,076 | 0,096 | 0,561 | 5 |
| T ₁₂ | 0,043 | 0,057 | 0,030 | 0,029 | 0,073 | 0,074 | 0,093 | 0,555 | 6 |
| T ₁₃ | 0,041 | 0,044 | 0,030 | 0,034 | 0,002 | 0,119 | 0,060 | 0,336 | 19 |
| T ₁₄ | 0,041 | 0,054 | 0,038 | 0,031 | 0,045 | 0,091 | 0,067 | 0,424 | 14 |
| T ₁₅ | 0,039 | 0,060 | 0,038 | 0,029 | 0,072 | 0,081 | 0,086 | 0,515 | 8 |
| T ₁₆ | 0,036 | 0,034 | 0,024 | 0,027 | 0,055 | 0,075 | 0,089 | 0,541 | 7 |
| T ₁₇ | 0,034 | 0,038 | 0,010 | 0,027 | 0,000 | 0,120 | 0,081 | 0,402 | 16 |
| T ₁₈ | 0,034 | 0,069 | 0,054 | 0,028 | 0,054 | 0,104 | 0,061 | 0,372 | 17 |
| T ₁₉ | 0,034 | 0,051 | 0,036 | 0,030 | 0,061 | 0,081 | 0,080 | 0,495 | 11 |
| A* | 0,065 | 0,007 | 0,010 | 0,061 | 0,107 | | | | |
| A ⁻ | 0,034 | 0,069 | 0,084 | 0,025 | 0,000 | | | | |

4.4. Borda Sayım Yöntemi

Adım-1: PSI ve TOPSIS yöntemleriyle elde edilmiş sıralamalar (18) numaralı formül yoluyla tek bir toplamsal sıralama sınıfı altında toplanmıştır. Yöntemlerle elde edilmiş alternatif sıraları, bu sıralama neticesindeki Borda skorları ve nihai sıralama Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Borda Skor sonucundaki alternatif sırası

| Tedarikçi | PSI Sırası | PSI Skor | TOPSIS Sırası | TOPSIS Skor | Borda Skor | Borda Sayım Sırası |
|-----------------|------------|----------|---------------|-------------|------------|--------------------|
| T ₁ | 1 | 18 | 1 | 18 | 36 | 1 |
| T ₂ | 2 | 17 | 4 | 15 | 32 | 3 |
| T ₃ | 9 | 10 | 9 | 10 | 20 | 9 |
| T ₄ | 15 | 4 | 18 | 1 | 5 | 16 |
| T ₅ | 14 | 5 | 15 | 4 | 9 | 14 |
| T ₆ | 3 | 16 | 2 | 17 | 33 | 2 |
| T ₇ | 10 | 9 | 10 | 9 | 18 | 11 |
| T ₈ | 13 | 6 | 13 | 6 | 12 | 13 |
| T ₉ | 4 | 15 | 3 | 16 | 31 | 4 |
| T ₁₀ | 5 | 14 | 12 | 7 | 21 | 8 |

| | | | | | | |
|-----------------|----|----|----|----|----|--------|
| T ₁₁ | 6 | 13 | 5 | 14 | 27 | 5 |
| T ₁₂ | 7 | 12 | 6 | 13 | 25 | 6 |
| T ₁₃ | 19 | 0 | 19 | 0 | 0 | 19 |
| T ₁₄ | 16 | 3 | 14 | 5 | 8 | 15 |
| T ₁₅ | 8 | 11 | 8 | 11 | 22 | 7 |
| T ₁₆ | 12 | 7 | 7 | 12 | 19 | 10 |
| T ₁₇ | 18 | 1 | 16 | 3 | 4 | 17, 18 |
| T ₁₈ | 17 | 2 | 17 | 2 | 4 | 17, 18 |
| T ₁₉ | 11 | 8 | 11 | 8 | 16 | 12 |

Firmanın tedarikçilerinin yaklaşık iki yıllık performansı değerlendirildiğinde T₁, T₆, T₂ ve T₉ tedarikçilerinin yüksek performans değerleri ile ilk dört sırayı, T₁₃, T₁₈ ve T₁₇'nin ise düşük performans değerleri ile son üç sırayı oluşturdukları görülmektedir. T₁₈ ve T₁₇'in Borda skorları eşit olduğundan birbirlerine göre üstünlükleri yoktur ve 17 ile 18. sırayı paylaşmışlardır. Tüm yöntemlerle elde edilen sıralamalarda T₁ tedarikçisi en iyi performansı sergilemektedir. İki yöntemde de alternatif sıraları değişkenlik göstermektedir. Borda Sayım yöntemi bu farklılık karşısında sıralama sınıflarını tek bir sınıf altında toplayarak uzlaşık bir sonuç sunmaktadır.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, tedarikçi performansının değerlendirilmesinde iki farklı çok kriterli karar verme yöntemi ve bu yöntemlerden elde edilen sonuçları toplamsal bir yaklaşımla birleştirip tek bir sıralama sınıfının elde edildiği bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Tekstil sektöründe faaliyet gösteren vaka konusu firmanın belirlenmiş 19 tedarikçisi beş nicel gösterge ile değerlendirilmiş ve performans sıralaması oluşturulmuştur. Literatürdeki birçok çok kriterli karar verme yönteminin aksine PSI, kriter ağırlıklarına gerek kalmadan sistematik bir yaklaşımla kolayca çözüm üretebilmektedir. Bu yönüyle özellikle kriter ağırlıklarına karar vermenin zor ve karmaşık olduğu problemler için kullanışlı bir yöntemdir. TOPSIS ise PSI yönteminin aksine kriterlerin ağırlıklandırılmasına ihtiyaç duymaktadır. CRITIC yöntem herhangi bir uzman görüşü vb. ek bilgiye gerek kalmaksızın kriter ağırlıkları için analitik bir çözüm üretebilmektedir.

Her iki yöntemde de T₁ tedarikçisi en iyi performansı sergilerken diğer alternatiflerin sıralaması değişkenlik göstermektedir. Borda Sayım yöntemi bu farklılık karşısında sıralama sınıflarını tek bir sınıf altında toplayarak uzlaşık bir sonuç sunmaktadır.

Çalışmada, değerlendirmeler yalnızca nicel göstergeler kullanılarak yapılmıştır. Bu göstergelerin yanı sıra nitel (iletişime açıklık, imaj vb) değerlendirmeler de bir skalaya göre puanlanarak çözüme dahil edilebilir. Bu noktada söz konusu değerlendirmeleri yapabilecek uzman kişilere ihtiyaç vardır. PSI,



kriter ağırlıklarını belirlemeyi gerektiren TOPSIS, VIKOR vb yöntemlerle birlikte ağırlıkları belirlemek amacıyla kullanılabilir bir yöntemdir. Çalışmanın geliştirilebilir yönlerini oluşturan tüm bu hususlar, gelecekte odaklanılacak noktaları oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

- Akarte, M.M., Surendra, N.V., Ravi B. ve Rangaraj N. (2001) “Web based casting supplier evaluation using analytical hierarchy process”, *Journal of the Operational Research Society*, 52: 511-522.
- Akyüz, G. ve Aktan, H. (2013) “Bütünleştirilmiş Bulanık AHP Ve Bulanık TODIM Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi”, 13. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, Sakarya, Türkiye.
- Akyüz, G. ve Aka, S. (2015) “İmalat Performansı Ölçümü İçin Alternatif Bir Yaklaşım: Tercih İndeksi (PSI) Yöntemi”, *Business and Economics Research Journal*, 6(1): 63-77.
- Araz, C. ve Ozkarahan, I. (2007) “Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure”, *International Journal of Production Economics*, 106: 585-606.
- Attri, R. ve Grover, S. (2015) “Application of preference selection index method for decision making over the design stage of production system life cycle”, *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 27: 207-216
- Bhattacharya, A., Geraghty, J. ve Young, P. (2010) “Supplier selection paradigm: An integrated hierarchical QFD methodology under multiple-criteria environment”, *Applied Soft Computing*, 10(4): 1013-1027.
- Büyükoçkan, G. ve Ersoy, M.Ş. (2009) “Applying fuzzy decision making approach to IT outsourcing supplier selection”, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 55: 411-415.
- Chang, C.H., Lin, J.J., Lin J.H. ve Chiang, M.C. (2010) “Domestic open-end equity mutual fund performance evaluation using extended TOPSIS method with different distance approaches”, *Expert Systems with Applications*, 37: 4642-4649.
- Chen, T.C., Lin, C.T. ve Huang S.F. (2006) “A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management”, *International Journal of Production Economics*, 102: 289-301.
- Chen, L.Y. ve Wang, T.C. (2009) “Optimizing partners’ choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR”, *International Journal of Production Economics*, 120(1): 233-242.



- Choy, K.L., Lee, W.B. ve Lo, V. (2002) “An intelligent supplier management tool for benchmarking suppliers in outsource manufacturing”, *Expert Systems with Applications*, 22(3): 213-234.
- 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 and Operation Research*, 22(7): 763-770.
- Ecer, F. ve Küçük, O. (2008) “Tedarikçi seçiminde analitik hiyerarşi yöntemi ve bir uygulama”, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1): 355-369.
- Güneri, A.F., Yücel, A. ve Ayyıldız, G. (2009) “An integrated fuzzy-lp approach for a supplier selection problem in supply chain management”, *Expert Systems with Applications*, 36(5): 9223-9228.
- Hajkovicz, S.A. ve Wheeler, S.A. (2008) “Evaluation of Dairy Effluent Management Options Using Multiple Criteria Analysis”, *Environmental Management*, 41: 613-624.
- Ho, T.K., Hull, J.J. ve Srihari, S.N. (1992) “On Multiple Classifier Systems for Pattern Recognition”, *IEEE Int. Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, The Hague, Netherlands.
- Hsu, L.C., Ou, S.L. ve Ou, Y.C. (2015) “A Comprehensive performance evaluation and ranking methodology under a sustainable development perspective”, *Journal of Business Economics and Management*, 16(1): 74-92.
- Jahan, A., Mustapha, F., Sapuan, S.M., Ismail, M.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. (2009) “An algorithmic method to extend TOPSIS for decision-making problems with interval data”, *Applied Mathematics and Computation*, 175: 1375-1384.
- Joseph, O.A. ve Sridharan, R. (2011) “Ranking of scheduling rule combinations in a flexible manufacturing system using preference selection index method”, *International Journal of Advanced Operations Management*, 3(2): 201-216.
- Karpak, B., Kumcu, E. ve Kasuganti, R.R. (2001) “Purchasing materials in the supply chain: managing a multi-objective task”, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(3): 209–216.
- Kasirian M. N. ve Yusuff, R. M. (2013) “An integration of a hybrid modified TOPSIS with a PGP model for the supplier selection with interdependent criteria”, *International Journal of Production Research*, 51(4): 1037-1054.



- Kim, Y. ve Chung, E.S. (2013) “Assessing climate change vulnerability with group multi-criteria decision making approaches”, *Climatic Change*, 121: 301-315.
- Kumar, M., Vrat, P. ve Shankar, R. (2004) “A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain”, *Computers & Industrial Engineering*, 46(1): 69-85.
- Kuo, R.J., Wang, Y.C. ve Tien, F.C. (2010) “Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection”, *Journal of Cleaner Production*, 18(12): 1161-1170.
- Lansdowne Z.F. ve Woodward B.S. (1996) “Applying the Borda Ranking Method”, *Air Force Journal of Logistics*, 20(2): 27-29.
- Lee, A.H.I. (2009) “A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks”, *Expert Systems with Applications*, 36: 2879-2893.
- Lin, J.J., Chiang, M.C. ve Chang C.H. (2007) “A comparison of usual indices and extended TOPSIS methods in mutual funds’ performance evaluation”, *Journal of Statistics and Management Systems*, 10(6): 869-883.
- Lin, M.C., Wang, C.C., Chen, M.S. ve Chang, C.A. (2008) “Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process”, *Computers in Industry*, 59: 17-31.
- Liu, J., Ding, F.Y. ve Lall, V. (2000) “Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(3): 143-150.
- Luo, X., Wu, C., Rosenberg, D. ve Barnes, D. (2009) “Supplier selection in agile supply chains: An information-processing model and an illustration”, *Journal of Purchasing & Supply Management*, 15(4): 249–262.
- Mahmoodzadeh, S., Shahrabi, J., Pariazar, M. ve Zaeri M.S. (2007) “Project selection by using fuzzy AHP and TOPSIS technique”, *International Journal of Human and Social Sciences*, 1(3): 135-140.
- Maniya, K. ve Bhatt, M.G. (2010) “A selection of material using a novel type decision-making method: Preference selection index method”, *Materials and Design*, 31: 1785-1789.
- Maniya, K.D. ve Bhatt, M.G. (2011) “An alternative multiple attribute decision making methodology for solving optimal facility layout design selection problems”, *Computers & Industrial Engineering*, 61: 542-549.
- Min, H. (1994) “International supplier selection: A multi-attribute utility approach”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24(5): 24-33.



- Öz, E. ve Baykoç, Ö.F. (2004) “Tedarikçi seçimi problemine karar teorisi destekli uzman sistem yaklaşımı”, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(3): 275-286.
- Özel, B. ve Özyörük, B. (2007) “Bulanık aksiyomatik tasarım ile tedarikçi firma seçimi”, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22(3): 415-423.
- Sanayei, A., Mousavi, S.F. ve Yazdankhah, A. (2010) “Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment”, Expert Systems with Applications, 37(1): 24-30.
- Shaen, R.F. (2006) “A decision model for selecting technology suppliers in the presence of nondiscretionary factors”, Applied Mathematics and Computation, 181(2): 1609-1615.
- Tahriri, F., Osman, M.R., Ali, A., Yusuff, R.M. ve Esfandiary A. (2008) “AHP approach for supplier evaluation and selection in a steel manufacturing company”, Journal of Industrial Engineering and Management, 01(02): 54-76.
- Tam, M.C.Y. ve Tummala, V.M.R. (2001) “An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system”, Omega, 29(2): 171-182.
- Vahdani, B., Zandieh, M. ve Tavakkoli-Moghaddam, R. (2011) “Two novel FMCDM methods for alternative-fuel buses selection”, Applied Mathematical Modelling, 35: 1396-1412.
- Wu, W.W. (2011) “Beyond Travel & Tourism competitiveness ranking using DEA, GST, ANN and Borda count”, Expert Systems with Applications, 38: 12974-12982.
- Zeydan, M., Çolpan, C. ve Çobanoğlu, C. (2011) “A combined methodology for supplier selection and performance evaluation”, Expert Systems with Applications, 38: 2741-2751.