

TEDARİKÇİNİN SÜREÇLERİNİ İYİLEŞTİRME AMAÇLI TEDARİKÇİ SEÇİM PROBLEMİ

Burcu GÖKALP¹, Banu SOYLU^{2*}
¹Merkez Çelik AŞ

²Erciyes Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
burcu.gokalp@istikbal.com.tr, bsoylu@erciyes.edu.tr

Geliş Tarihi: 29 Mart 2010; Kabul Ediliş Tarihi: 27 Ekim 2011
Bu makale 3 kez düzeltilmek üzere 12 gün yazarlarda kalmıştır.

ÖZET

Büyük ölçekli işletmelerin alternatif yatırım stratejilerinden bir tanesi de tedarikçi süreçlerinin iyileştirilmesidir. Büyük ölçekli işletmeler kendileri ile sürekli çalışan tedarikçilerin üretim süreçlerine yatırım yaparak aslında kendi üretim süreçlerinin verimliliğinin artmasına da katkıda bulunabilirler. Bu çalışmada, farklı değerlendirme kriterlerine göre, öncelikli yatırım yapılacak tedarikçilerin seçim problemi ele alınmıştır. Kriter ağırlıklarını bulmak için Analitik Ağ Süreci (ANP) yöntemi kullanılmıştır. ANP sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları PrometheeII ve PrometheeII+Tch yöntemlerinde kullanılarak tedarikçi puanları belirlenmiştir. Ancak çalışmayı yaptığımız şirketin yatırım yapacağı göz önüne alındığında, şirketin tedarikçilerden alım yaptığı malzemelerin/yarı mamullerin tutarları (ciro) da önem arz etmektedir. Bu analizler yapılırken ciro kriterinin çok baskın bir kriter olduğu düşünülerek başlangıç analizlerinde değerlendirilmemiştir. Ciro kriteri ve elde edilen diğer puanlar veri zarflama analizinde kullanılarak en iyi tedarikçi(ler) belirlenmiştir. Seçilen tedarikçi, süreç iyileştirme programına en hızlı adapte olabilecek tedarikçidir. Yapılacak yatırım ile tedarikçi süreçlerinin kontrol altına alınması ve bu süreçlerin iyileştirilmesi sağlanabilecektir. Uygulama aşamasında, mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin beş farklı ürün grubundaki tedarikçileri, önerilen yöntemle dokuz kriterde değerlendirilmiş, sonuçlar analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok kriterli karar verme, tedarikçi seçim problemi, prometheeII, prometheeII+tch, veri zarflama analizi

SUPPLIER SELECTION PROBLEM WITH THE AIM OF IMPROVING SUPPLIER'S PROCESSES

ABSTRACT

One of the alternative investment strategies of large-sized enterprises is to improve the supplier's processes. Large-sized enterprises can increase the efficiency of own processes by investing on the manufacturing processes of suppliers, working with them continually. In this study, the selection problem of suppliers having the priority for investment is discussed with respect to different evaluation criteria. Analytical Network Process (ANP) method is used to find the weights of the criteria. The score of each supplier is determined by using the criteria weights from ANP in the PrometheeII and PrometheeII+Tch methods. However, considering the investing company, the total amount of turnover of suppliers from the company is also important. Since we considered that the turnover criterion is very dominant, we didn't include it in our analysis initially. The best supplier(s) is(are) determined by using the turnover criterion together with other criteria in the data envelopment analysis. The best supplier to be chosen is the one, which can be adapted to the process improvement program fastest. By investing on supplier's process, it would be taken under control better, and the improvement would be possible. In the application stage, the suppliers of an enterprise, which operates in the furniture industry, are evaluated according to nine criteria with the suggested method, and results are analyzed.

Keywords: Multi criteria decision making, supplier selection problem, prometheeII, prometheeII+tch, data envelopment analysis

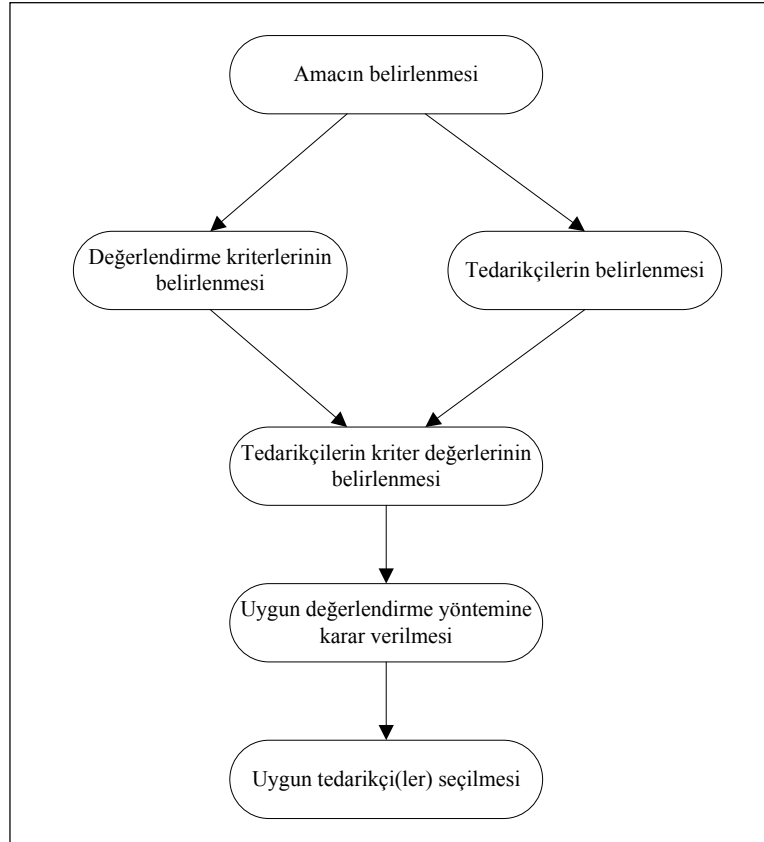
* İletişim yazarı

1. GİRİŞ

Tedarikçi yönetimi; işletmenin maliyet, kalite ve zamanında teslimat gibi hedeflerini gerçekleştirebilmesi için, ana üretim yeri ve tedarikçi arasında yapılan çalışmaların tamamını kapsar. Tüm sektörlerde müşterilerin üretici firmalardan temel beklentisi, kalite düzeyi yüksek, uygun fiyatlı ve zamanında teslim edilen ürün elde etmektir. Üretim sürecinin malzeme/ham madde tedariki ile başlayıp, ürünün teslimiyle sona erdiği düşünülürse, sanayi kuruluşlarının yukarıda belirtilen ana müşteri beklentilerini karşılama başlangıç noktasını tedarikçi seçimi teşkil etmektedir. Çünkü tedarikçiden alınan malzeme/ham maddenin kalite düzeyi, tedarikçinin teslim tarihi ve fiyat, müşterilerin üründen beklentilerine etki eden temel faktörlerdendir. İşletmenin hedefleri doğrultusunda uygun tedarikçilerin seçilmesinin uzun vadede birçok karşılıklı avantajı bulunmaktadır. Örneğin; tedarik-

çilerin geliştirilmesi, stratejik ilişkilerin ve amaçların oluşturulması, ana üretim işletmesinin beklentilerinin daha kolay anlaşılması vb. Tedarikçilerin seçimi probleminin ele alınmasının bir diğer katkısı, sadece uygun bir grup tedarikçinin belirlenmesi değil aynı zamanda performanslarının da ölçülmesi, tedarikçilere bu konuda geri besleme yapılması ve hatta yatırım yapılarak süreçlerinin iyileştirilmesi olabilir.

Tedarikçi seçimi çok kriterli bir karar verme problemidir. Seçimi yapabilmek için belirlenen temel kriterler ve alt kriterler, hem gruplarındaki hem de diğer gruplardaki kriterlerle ilişkili olabilirler. Bu ilişkilerin ve etki derecelerinin doğru belirlenmesi tedarikçi seçiminde en önemli etkidir. Tedarikçi seçim sürecinin aşamalarını Şekil 1'deki akışla göstermek mümkündür. Tedarikçi seçimi farklı amaçlar için yapılabilir. Dolayısıyla ilk aşama, bu amacın iyi belirlenmesidir. Çünkü bir sonraki aşamada tespit



Şekil 1. Tedarikçi Seçim Süreci

edilecek değerlendirme kriterleri amacımızla ilgili olmalıdır. Bu sürecin en önemli aşamalarından biri de uygun karar verme yönteminin belirlenmesidir. Yanlış bir değerlendirme yöntemi kullanmak yanlış tercihler yapmamıza sebep olabilir.

Yazında, tedarikçi seçimi ve değerlendirmesiyle ilgili olarak yapılmış pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda, probleme bireysel ve bütünlük yaklaşımlar uygulanmaktadır. Bireysel yaklaşımlarda genel olarak, veri zarflama analizi (VZA), matematiksel programlama, analitik hiyerarşi süreci (AHP), analitik ağ süreci (ANP), genetik algoritma (GA) gibi teknikler kullanılmaktadır. Problemin amacına göre bu yaklaşımların birbiriyle kombine edilmesi sonucu bütünlük yaklaşımlar oluşmuştur. Yazında, tedarikçi seçimi amacıyla bu yaklaşımlarla birlikte kullanılmış pek çok kriter mevcuttur. Ho vd. (2010) tedarikçi değerlendirme ve seçimi için çok kriterli karar verme yaklaşımları üzerine detaylı bir yazın araştırması yapmışlardır. İlk olarak Dickson (1966) bu problem için 23 kriter belirlemiştir. Bayazit ve Karpak (2005) üç tedarikçi firmayı 64 kriterde değerlendirmişlerdir. Yurdakul ve İç (2000), tedarikçi seçiminde göz önünde bulundurulması gereken kriterleri yönetsel kabiliyetler, teknolojik kabiliyetler-üretim tesisleri ve kapasite olarak sınıflandırmışlardır.

Tedarikçi seçim probleminin farklı sektörel uygulamaları da mevcuttur. Kahraman vd. (2004), Türkiye’de hizmet veren üç büyük yiyecek/içecek (catering) firmasını, en iyi müşteri memnuniyeti sağlayanı seçmek için farklı kriterlerde değerlendirmişlerdir. Dağdeviren vd. (2006) yapmış oldukları çalışmada, madeni inşaat işleri alanında faaliyet gösteren bir işletmede tedarikçi performansının değerlendirilmesine yönelik bir model geliştirmişlerdir. Akdeniz ve Turgutlu (2007) perakende sektöründe faaliyet gösteren tedarikçileri değerlendirmişlerdir. Kahraman vd. (2003) bir beyaz eşya üreticisinin yeni bir model ürünü için üç tedarikçiyi değerlendirmiştir. Türer vd. (2009) tedarikçi seçim problemini yapay sinir ağları kullanarak modellemişler ve gıda sektöründe faaliyet gösteren büyük bir firmada uygulamışlardır. Erol (2004) ise demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren

bir kurumun tedarikçilerini değerlendirmiştir. Yalçın ve Özdemir (2008) mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin tedarikçilerini, stratejik kararların söz konusu olduğu belirsizlik ortamını dikkate alarak değerlendirmişlerdir.

Çalışmamızda, ANP, PrometheeII, PrometheeII+Tch ve VZA yöntemleri problemin çözüm sürecinde farklı aşamalarda kullanılmıştır. Yazında, tedarikçi seçim probleminde bu yöntemleri kullanan çalışmalar mevcuttur;

Dulmin ve Mininno (2003), İtalya’da taşımacılık sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçilerinin performansını değerlendirmek için PrometheeII yöntemini kullanmıştır. Dağdeviren ve Eraslan (2008) PrometheeII yöntemini Ankara ilinde faaliyet gösteren ve elektrikli ev aletleri üreten bir işletmenin tedarikçilerini değerlendirmek için uygulamışlardır. Araz vd. (2007) PrometheeII yöntemini bulanık amaç programlama ile bütünlük yapmışlar ve bir tekstil firmasının tedarikçi seçim probleminde uygulamışlardır.

Hwang vd. (2005)nin yapmış olduğu bulanık ANP çalışmasında kriterler, avantajlı olunan ve olunmayan yönler olarak gruplandırılmıştır. Gencer ve Gürpınar (2007) ise tedarikçi değerlendirme problemi için 45 kriter belirlemiştir. Bu kriterleri iş yapısı, kalite sistemleri ve üretim kabiliyetleri olmak üzere üç gruba ayırmıştır. Kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiler ANP yapısında incelenmiştir. Beyazit (2006) tarafından yapılmış olan ANP çalışmasında, tedarikçi performansı, tedarikçi kabiliyeti ve alternatifler olmak üzere üçlü bir döngü kurulmuştur. Demirtaş ve Üstün (2009) ANP ve amaç programlama yöntemlerini bütünlük yaparak kullanmışlardır.

Saen (2007) tedarikçilerden elde edilen kalitatif ve kantitatif verileri VZA ile değerlendiren çalışmasında çıktılardan biri olarak tedarikçinin itibarı kullanılmıştır. Wu vd. (2007), VZA yöntemini kullanarak önerdiği model ile verimli ve verimsiz tedarikçilerin ayrımını sağlamıştır. Ha ve Krishnan (2008), ANP ve VZA’yı birlikte kullanarak bütünlük bir yaklaşım uygulamasını otomobil parçaları üreten bir şirkette tedarikçi seçim problemi için gerçekleştirmiştir. Talluri vd. (2008), VZA ve çok amaçlı programlama modelleri uygulayarak verimli tedarikçileri belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, Kayseri ilinde mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede süreç iyileştirme amaçlı tedarikçi seçimine yönelik bir analitik model geliştirilmiştir. Firma çok çeşitli ürün sepetine sahiptir ve her ürün için farklı tedarikçi alternatifleri bulunmaktadır. Firmanın sadece yarı mamul alımlarını gerçekleştirdiği 30 farklı tedarikçi üzerinde çalışılmıştır. Beş farklı ürün grubu için, 10 farklı kriter belirlenmiş ve ANP (analitik ağ süreci) yöntemiyle kriter ağırlıkları bulunmuştur. Bu kriterler arasında yer alan ciro, oldukça baskın bir kriter olacağı düşünüldüğü ve diğer kriterleri örtüleyebileceği için ANP yönteminde ele alınmamıştır. Bulunan kriter ağırlıkları PrometheeII ve PrometheeII+Tch yöntemine girdi olarak verilmiş ve tedarikçiler için ön puanlar belirlenmiştir. Bu puanlar ciro kriteri ile birlikte veri zarflama analizinde kullanılarak son puanlara göre en iyi tedarikçi(ler) belirlenmiştir.

İkinci bölümde çalışmada kullanılan yöntemler incelenmiştir. Üçüncü bölümde problem tanımlanmış, belirlenen kriterler ve alternatifler açıklanmıştır. Dördüncü bölümde uygulama aşamaları verilmiştir. Beşinci bölümde sonuçlar ve ileri araştırma konuları verilmiştir.

2. KULLANILAN YÖNTEMLER

2.1 Analitik Ağ Süreci (ANP)

ANP yaklaşımında (Saaty, 1996; Saaty ve Vargas, 2006), AHP (Saaty, 1990) yaklaşımında olduğu gibi faktörlerin ikili olarak karşılaştırılması sonucunda sisteme olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. ANP yaklaşımının AHP yaklaşımından en önemli farkı kriterler, alternatifler, faktörler arasında bağımlılığın dikkate alınmasıdır. Bu sebeple ANP yöntemi AHP yöntemini de kapsamaktadır. Bu etkileşimler problemin ağ yapısında incelenmesini gerektirmektedir.

ANP yaklaşımı beş temel aşamadan oluşmaktadır (Saaty, 1996). Bu aşamalar şu şekilde özetlenebilir.

1. Aşama: Problemin yapılandırılması ve modelin oluşturulması
2. Aşama: İkili karşılaştırmaların yapılması
3. Aşama: Süpermatris oluşturulması
4. Aşama: Ağırlıklı süpermatris oluşturulması
5. Aşama: Limit süpermatris oluşturulması

2.2 PrometheeII Yöntemi

Aslında bir sıralama yöntemi olan PrometheeII (Brans ve Vincke, 1985, 1986), yazında seçim problemleri için de kullanılmaktadır. Alternatiflerin tercih sırası belli olduğunda, en iyi alternatifin seçilmesi de kolay olacaktır. PrometheeII yönteminin diğer metotlara göre ayırt edici özelliği ise tercih fonksiyonunun oluşturulmasıdır. PrometheeII'de ikili karşılaştırmalar ile alternatiflerin önem seviyeleri belirlenir. Önem seviyelerinin hesaplanabilmesi için iki bilgiye ihtiyaç vardır.

1. Kriterlerin ağırlıkları
2. Her bir kriter için tercih fonksiyonu

A alternatifler kümesi, $Z = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_m\}$ kriterler kümesi olarak tanımlansın ve amaçlarımız, maksimizasyon olacak şekilde varsayalım. Bu durumda z_k^j , j . alternatifin k . kriter değerini ifade eder $k = 1, 2, \dots, m$ Tercih fonksiyonu değeri $p_k(i, j)$, k kriteri için, i . alternatifin j . alternatife olan üstünlüğünü gösterir ve 0-1 aralığında bir değer alır. Bu değer aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$p_k(i, j) = f_k(\Delta_k(i, j)) \quad \forall i, j \in A \quad (1)$$

$$0 \leq p_k(i, j) \leq 1 \text{ ve } \Delta_k(i, j) = z_k^i - z_k^j \quad (2)$$

Burada $\Delta_k(i, j)$, i . ve j . alternatiflerin k . kriterdeki farklarıdır. f_k ise k kriteri için bir tercih fonksiyonudur. Temel olarak altı çeşit tercih fonksiyonu Brans and Vincke tarafından önerilmiştir (Brans ve Vincke, 1986).

PrometheeII adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Adım 1. Her bir kriter için tercih fonksiyonları ve fonksiyon parametreleri belirlenir.

Adım 2. $\Delta_k(i, j)$ değerleri hesaplanır. $\forall k$ ve $\forall i, j \in A$

Adım 3. $p_k(i, j)$ değerleri eşitlik (1)'de gösterildiği gibi hesaplanır. $\forall k$ ve $\forall i, j \in A$

Adım 4. i . alternatifin k . kriteri için net akış değeri $\phi_k(i)$ hesaplanır.

$$\phi_k(i) = \frac{1}{n-1} \sum_{q \in A} [p_k(i, q) - p_k(q, i)] \quad (3)$$

$$\forall k = 1, 2, \dots, m \text{ ve } \forall i \in A$$

$$-1 \leq \phi_k(i) \leq 1.$$

2.4 Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi (Charnes vd., 1978), doğrusal programlama tabanlı yöntemlerden biri olarak tanımlanabilir. Ancak diğer yöntemlerden ayıran temel özellik, çok sayıda girdi ve çıktının olduğu durumlarda değerlendirme yapılabilmesini sağlamasıdır. Bu yöntem, benzer girdiler kullanarak çıktı ya da çıktılar ortaya koymakla sorumlu karar noktalarının etkinliklerini değerlendirmek için kullanılmaktadır.

Veri Zarflama Analizinde temel etkinlik ölçütü, çıktıların ağırlıklı toplamalarının girdilerin ağırlıklı toplamalarına bölümüdür.

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Formülde n tane karar noktası, her bir karar noktası için s adet çıktı ve m adet girdi olduğu varsayılmıştır. Burada, u_r r . çıktının ağırlığını, y_{rj} r . çıktının j . karar birimindeki değerini, v_i i . girdinin ağırlığını ve x_{ij} i . girdinin j . karar birimindeki değerini göstermektedir.

Bu çalışmada girdi ağırlıklı CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) yöntemi kullanılmıştır. CCR yöntemi çıktı/girdi oranını esas almaktadır. Bu yöntemde, o . karar biriminin etkinliği, h_o , en büyüklenmelidir. Yöntem aşağıdaki gibi modellenir.

$$Max h_o = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (7)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$u_r \geq 0, v_i \geq 0$$

Yukarıda verilen CCR modeli doğrusal değildir. Amaç fonksiyonunu doğrusallaştırmak için yazında girdi ve çıktı temelli yöntemler önerilmiştir. Kısıtları

doğrusallaştırmak ise oldukça kolaydır. *Girdi odaklı* CCR modelinin amacı çıktı miktarlarının sabit tutularak girdi miktarlarının en küçüklenmesi, *çıkıtı odaklı* CCR modelinin amacı ise girdi miktarlarının sabit tutularak çıktı miktarlarının en büyüklenmesi olarak tanımlanmıştır. Girdi odaklı doğrusal CCR modeli aşağıdaki gibidir;

$$Max h_o = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} = 1 \quad (10)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (11)$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

(10) ve (11) kısıtları girdi odaklılık durumu için düzenlenmiştir. Bir karar verici karar noktalarının etkinliklerine girdi odaklı CCR yöntemiyle karar vermek istiyorsa yukarıda tanımlanan modeli bütün karar noktaları için çözmelidir. Optimal çözümün, amaç fonksiyonu değerinin 1'e eşit olması karar noktalarının etkin olduğunu, 1'den küçük olmaları ise karar noktalarının etkinsizliğini gösterir.

3. PROBLEMİN TANIMI

Çalışmayı gerçekleştirdiğimiz firma yarı mamul alım sürecinde yaşadığı sıkıntıları bertaraf etmek için, yeni bir fabrikayı baştan kurmak yerine, mevcut tedarikçilere yatırım yaparak süreçlerini iyileştirme stratejisini belirlemiştir. Bu yatırımlar gerek uzman personel desteği ve danışmanlığı olarak gerekse maddi varlık yatırımı olarak gerçekleştirilebilir. Aslında bu strateji kazan-kazan prensibine dayandığı ve daha az yatırımla daha fazla fayda sağlayabileceği için makuldür. Motivasyonu sağlayan temel unsur tedarikçilerin kapasitelerinin büyük bölümünü çalışmayı yaptığımız şirket için ayırmış olmalarıdır. Böyle bir iyileştirme çalışmasının başlatılmış olması, diğer tedarikçileri de olumlu olarak etkileyerek, ileride onların da bu yatırımlardan pay alabilmek için odaklanmalarını sağlayacaktır.

Süreçlerini iyileştirmek amacıyla tedarikçileri değerlendirmek için beyin fırtınası yöntemiyle kriterler belirlenmiştir. Kriterleri belirlemek üzere, firmanın satın alma, üretim, iç denetim, ham madde bölümlerinden yetkililer ve üst düzey yöneticilere yazında mevcut olan ve giriş bölümünde belirtilen kriterler sunulmuş ve problemimiz ve amacımız için uygun olan dokuz kriter belirlenmiştir. Belirlenen kriterler *Temel* ve *Yan* olarak sınıflandırılmış, anketlere de iki grupta yansıtılmıştır. Bu sınıflandırmanın avantajı, *Temel* grubu kriterlerin *Yan* grubu kriterlerden göreceli önemini belirtmek ve anketlerdeki karşılaştırma sayısını düşürerek karar vericilerin tutarlı cevaplar vermelerini sağlamaktır. Ayrıca, *Temel* grubu kriterleri kendi içinde değerlendirmek, *Yan* grubu kriterlerin örtülünerek göreceli önemlerinin olması gerekenden çok küçük çıkması tehlikesini de önleyecektir. Belirlenen kriterler, açıklamaları ve kriter değerlerinin ölçeği aşağıda verilmiştir.

1. Temel kriterler, açıklamaları ve kullanılan ölçek

Temel 1. Esneklik: İyileştirme süreçlerinde kemikleşmiş yapının bulunmaması, değişikliklere açık olunması ve önerilerin dikkate alınabilmesi yeteneği (0-1)

Temel 2. Kalite: Tedarikçiye kalite problemleri sebebiyle iade edilmeyen malzeme oranları (0-100)

Temel 3. Doğru Zaman: Siparişlerin yüzde kaçında termin zamanına uyulmuştur (0-100)

Temel 4. Doğru Miktar: Siparişlerin yüzde kaçında verilen miktar tam olarak temin edilmiştir (0-100).

Temel 5. AR-GE Katkısı: Tedarikçinin şirket için AR-GE çalışması olup olmaması (0-1)

2. Yan kriterler ve açıklamaları;

Yan 1. Departman Ayrımı: Tedarikçi firma içinde departman kavramının anlaşılması ve departmanların mevcut olması (0-1)

Yan 2. Hizmet Yılı: Tedarikçi firmanın sektördeki hizmet yılı

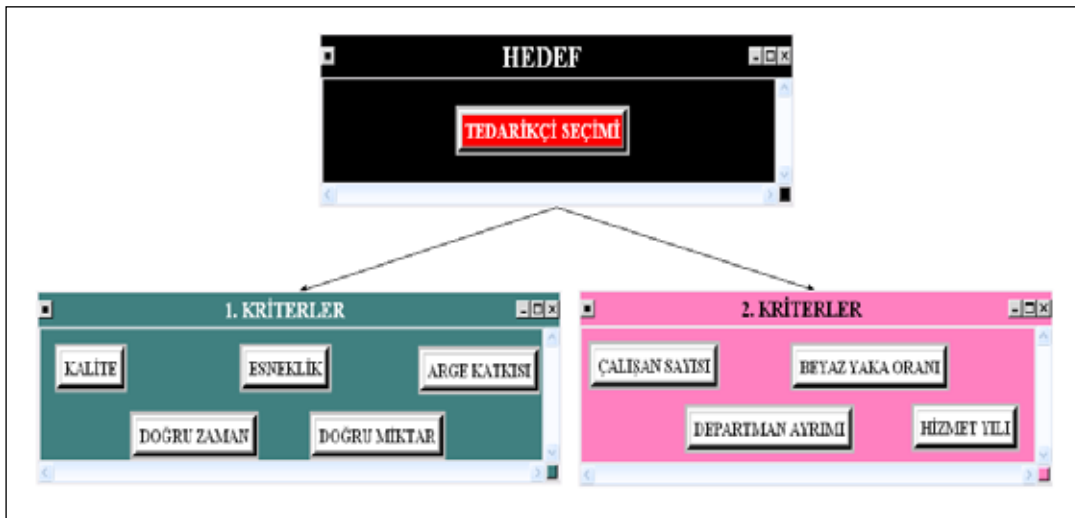
Yan 3. Çalışan Sayısı: Tedarikçi firmanın çalışan sayısı

Yan 4. Beyaz Yaka Oranı: Tedarikçi firmanın idari personel sayısı / işçi sayısı oranı

Buna göre Şekil 4'te kriter ağ ve kriterlerin birbiriyle olan ilişkileri gösterilmiştir. Kriter ağırlıkları belirlenirken her bir alt grupta yer alan kriterler kendi içinde ikili olarak karşılaştırılmış daha sonra da iki alt grup birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Karşılaştırmalarda kullanılan puanlama skalası Saaty (1990) tarafından önerilen 1-9 ölçeğidir. Bu amaçla hazırlanan anket Şekil 5'te verilmiştir.

Beş farklı grupta 30 tedarikçi değerlendirilerek her



Şekil 4. Kriter Ağ Yapısı

TEMEL KRİTER GRUBU KARŞILAŞTIRMALARI																			
NO:	KRİTER	← SOL KRİTER ÖNEMİ FAZLA								EŞİT ÖNEM	SAĞ KRİTER ÖNEMİ FAZLA →								KRİTER
		9	8	7	6	5	4	3	2		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	ESNEKLİK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	KALİTE
2	ESNEKLİK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DOĞRU ZAMAN
3	ESNEKLİK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DOĞRU MİKTAR
4	ESNEKLİK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ARGE KATKISI
5	KALİTE	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DOĞRU ZAMAN
6	KALİTE	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DOĞRU MİKTAR
7	KALİTE	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ARGE KATKISI
8	DOĞRU ZAMAN	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DOĞRU MİKTAR
9	DOĞRU ZAMAN	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ARGE KATKISI
10	DOĞRU MİKTAR	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ARGE KATKISI

YAN KRİTER GRUBU KARŞILAŞTIRMALARI																			
NO:	KRİTER	← SOL KRİTER ÖNEMİ FAZLA								EŞİT ÖNEM	SAĞ KRİTER ÖNEMİ FAZLA →								KRİTER
		9	8	7	6	5	4	3	2		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	DEPARTMAN AYRIMI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	HİZMET YILI
2	DEPARTMAN AYRIMI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ÇALIŞAN SAYISI
3	DEPARTMAN AYRIMI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BEYAZ YAKA ORANI
4	HİZMET YILI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ÇALIŞAN SAYISI
5	HİZMET YILI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BEYAZ YAKA ORANI
6	ÇALIŞAN SAYISI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BEYAZ YAKA ORANI

TEMEL - YAN KRİTER GRUPLARI KARŞILAŞTIRMALARI																			
NO:	KRİTER	← SOL KRİTER ÖNEMİ FAZLA								EŞİT ÖNEM	SAĞ KRİTER ÖNEMİ FAZLA →								KRİTER
		9	8	7	6	5	4	3	2		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	TEMEL KRİTERLER	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YAN KRİTERLER

Şekil 5. Anket Uygulaması Örneği

gruptan en iyi tedarikçi(ler) seçilecektir. Tedarikçilerin ürün gruplarına göre dağılımı Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Alternatiflerin Ürün Grubuna Göre Dağılımı

Ürün Grubu	Firma Sayısı
Ahşap	7
Ahşap Boya	3
Döşeme	8
Fason Tekstil	8
Metal İskelet	4
Genel Toplam	30

4. UYGULAMA

Bu bölümde uygulama aşamaları sırasıyla açıklanmıştır. İlk aşamada hazırlanan anket, şirket bünyesinde çalışan ve tedarikçiler hakkında detaylı bilgi sahibi olan beş farklı satın alma personeline uygulanmış ve her bir soru için verilen puanların geometrik ortalaması alınmıştır. Elde edilen değerler *Super Decisions* programına girilmiş ve elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 2’de verilmiştir. Ayrıca, bütün etkilenen faktör kümeleri için tutarsızlık oranı hesaplanmış ve bu oran 0,1 üst değerinin altında çıkmıştır. Buna göre, çalışmamızın başında belirlemiş olduğumuz birinci grupta yer alan *Temel* kriterler daha yüksek ağırlıklara sahip olmuştur. Bunun önemli nedeni, beklendiği

üzere *Temel-Yan* kriter grupları karşılaştırmasında birinci grubun ikinci gruba göre daha yüksek önemde puanlanmasıdır. Tablo 2’de verilen sonuçlara göre Kalite, Doğru Miktar ve Doğru Zaman kriterleri yüksek ağırlığa sahiptir. Göreceli ağırlığı yüksek olan sonraki kriter beyaz yaka oranı olmuştur. Aslında bu kriter tedarikçilerin ne kadar kurumsallaştığının bir göstergesi olabilir. Herhangi bir sorun yaşandığında, tedarikçide iletişim kurulabilecek idari personelin mevcut olması önemlidir. Göreceli ağırlığı en düşük kriter ise tedarikçinin çalışan sayısı olmuştur. Üretici firma açısından düşünüldüğünde önemli olan, çalıştırdığı personel sayısından ziyade tedarikçiden beklentilerin karşılanmasıdır.

Tablo 2. Kriter Ağırlıkları

Kriter	Ağırlık
AR-GE Katkısı	0,0512
Doğru Miktar	0,2687
Doğru Zaman	0,2321
Esneklik	0,0403
Kalite	0,2873
Beyaz Yaka Oranı	0,0746
Departman Ayrımı	0,0176
Hizmet Yılı	0,0225
Çalışan Sayısı	0,0058

İkinci aşamada, bir önceki aşamada elde edilen kriter ağırlıkları, PrometheeII ve PrometheeII+Tch yöntemlerine beslenmiştir. Bölüm 2’de de belirtildiği gibi bu yöntemler, her bir kriterde uygun tercih fonksiyonu ve parametrelerini belirlemeyi gerektirmektedir. Bu amaçla uzmanların veri setini inceleyerek uygun tercih fonksiyonunu belirlemesi sağlanmıştır. Örneğin, esneklik kriteri için fonksiyonumuz birinci tiptir (olağandır). Yani tedarikçilerimiz ya esnektir ya da değildir. Kriter değeri olarak sadece 0 ve 1 tanımlıdır. Bir diğer örnekte Metal grubu beyaz yaka oranları için üçüncü tip (V tipi doğrusal) tercih fonksiyonu uygun gözükmemektedir. Bütün ürün grubu kriterleri için tercih fonksiyonları belirlenmiştir. Metal grubu için belirlenen tercih fonksiyonları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 4’te metal grubu tedarikçilerinin hesaplanan PrometheeII ve PrometheeII+Tch puanları yer

Tablo 3. Metal Ürün Grubuna İlişkin Kriterlere Atanan Tercih Fonksiyonları

Ürün Grubu	Kriter	Tercih Fonksiyonu
Metal	Kalite	İkinci Tip (U-tipi)
Metal	Doğru Zaman	Beşinci Tip (doğrusal)
Metal	Doğru Miktar	Beşinci Tip (doğrusal)
Metal	Hizmet Yılı	Beşinci Tip (doğrusal)
Metal	Çalışan Sayısı	Üçüncü Tip (V-tipi doğrusal)
Metal	Beyaz Yaka Oranı	Üçüncü Tip (V-tipi doğrusal)
Metal	Esneklik	Birinci Tip (olağan)
Metal	Departman Ayrımı	Birinci Tip (olağan)
Metal	AR-GE Katkısı	Birinci Tip (olağan)

Tablo 4. Metal Tedarikçileri İçin PrometheeII ve PrometheeII+Tch Yöntemleri Sonuçları

Tedarikçiler (i)	PrometheeII $\phi(i)$	PrometheeII+Tch $\phi^{Tch}(i)$
Tedarikçi-27	-0,0833	0,4479
Tedarikçi-28	-0,1374	0,4642
Tedarikçi-29	0,1263	0,2873
Tedarikçi-30	0,0944	0,2873

almaktadır. PrometheeII sonuçlarına göre Tedarikçi-29 seçilirken, PrometheeII+Tch sonuçlarına göre Tedarikçi-28 seçilmiştir. İki yöntem sonuçları arasındaki farklılığın en önemli sebebi, Tedarikçi-28 etkin çözümler kümesinin konveks olmayan bölgesinde yer alan etkin bir alternatiftir ve PrometheeII+Tch yöntemi bu alternatifi keşfetmiştir.

Çalışmayı yaptığımız şirketin yatırım yapacağı göz önüne alındığında, şirketin tedarikçilerden alım yaptığı malzemelerin/yarı mamullerin tutarları (ciro) da önem arz etmektedir. Bu analizler yapılırken ciro kriteri çok baskın bir kriter olduğu düşünülerek başlangıç analizlerinde değerlendirilmemiştir. PrometheeII ve PrometheeII+Tch sonuçları elde edildikten sonra veri zarflama modeli ile süreç iyileştirilmesi yapılacak tedarikçiler belirlenmiştir.

Tablo 6. Tedarikçi Seçim Sonuç Tablosu

Ürün Grubu	$\frac{\text{çıktı}}{\text{girdi}}$	Tedarikçi	h	U	v
METAL	$\frac{\text{ciro}}{\text{PrometheeII puanı}}$	Tedarikçi-27	1,0000*	1,9930	2,1820
		Tedarikçi-28	0,3493	2,1180	2,3186
		Tedarikçi-29	0,0741	1,6220	1,7756
		Tedarikçi-30	0,4805	1,6694	1,8275
	$\frac{\text{ciro}}{\text{PrometheeII+Tch puanı}}$	Tedarikçi-27	1,0000*	1,9932	2,2326
		Tedarikçi-28	0,3171	1,9232	2,1542
		Tedarikçi-29	0,1420	3,1074	3,4807
		Tedarikçi-30	0,8943	3,1074	3,4807
		Tedarikçi-19	0,1711	2,1993	1,7513
		Tedarikçi-20	0,0634	1,8274	1,4552
TEKSTİL	$\frac{\text{ciro}}{\text{PrometheeII puanı}}$	Tedarikçi-21	0,3926	3,2391	2,5793
		Tedarikçi-22	0,3576	2,8929	2,3036
		Tedarikçi-23	0,2935	2,2841	1,8188
		Tedarikçi-24	1,0000*	3,7453	2,9824
		Tedarikçi-25	0,3363	2,6438	2,1053
		Tedarikçi-26	0,2691	2,2429	1,7860
		Tedarikçi-19	0,4362	5,6065	3,2352
		Tedarikçi-20	0,3867	11,1444	6,4309
		Tedarikçi-21	0,4516	3,7260	2,1501
		Tedarikçi-22	0,5383	4,3553	2,5132
	$\frac{\text{ciro}}{\text{PrometheeII+Tch puanı}}$	Tedarikçi-23	0,6260	4,8720	2,8114
		Tedarikçi-24	1,0000*	3,7453	2,1612
		Tedarikçi-25	0,5112	4,0189	2,3191
		Tedarikçi-26	0,7598	6,3316	3,6536
		Tedarikçi-11	0,9239	3,8258	1,7425
		Tedarikçi-12	0,2456	4,1419	1,8864
		Tedarikçi-13	0,2550	4,8118	2,1915
		Tedarikçi-14	0,4408	4,2883	1,9531
DÖŞEME	$\frac{\text{ciro}}{\text{PrometheeII puanı}}$	Tedarikçi-15	0,4923	4,6185	2,1035
		Tedarikçi-16	1,0000*	4,3668	1,9889
		Tedarikçi-17	0,5664	3,5713	1,6265
		Tedarikçi-18	0,3228	6,5620	2,9886
		Tedarikçi-11	1,0000*	4,1408	3,4807
		Tedarikçi-12	0,2455	4,1408	3,4807
		Tedarikçi-13	0,1680	3,1707	2,6652
		Tedarikçi-14	0,4257	4,1408	3,4807
		Tedarikçi-15	0,4299	4,0327	3,3898
		Tedarikçi-16	0,9482	4,1408	3,4807
	$\frac{\text{ciro}}{\text{PrometheeII+Tch puanı}}$	Tedarikçi-17	0,6567	4,1408	3,4807
		Tedarikçi-18	0,1089	2,2133	1,8605
		Tedarikçi-8	0,3176	1,6370	1,7021
		Tedarikçi-9	0,7296	1,8932	1,9685
		Tedarikçi-10	1,0000*	2,3776	2,4722
		Tedarikçi-8	0,5798	2,9889	2,7322
		Tedarikçi-9	1,0000*	2,5947	2,3719
		Tedarikçi-10	0,8304	1,9742	1,8047
AHŞAP BOYA	$\frac{\text{ciro}}{\text{PrometheeII puanı}}$	Tedarikçi-1	0,0147	1,7767	1,4990
		Tedarikçi-2	0,4404	2,4027	2,0272
		Tedarikçi-3	0,0794	1,9367	1,6340
		Tedarikçi-4	0,3217	2,2689	1,9142
		Tedarikçi-5	1,0000*	4,5188	3,8124
		Tedarikçi-6	0,8612	2,7073	2,2841
		Tedarikçi-7	0,2020	2,3466	1,9798
		Tedarikçi-1	0,0553	6,6648	5,5340
	$\frac{\text{ciro}}{\text{PrometheeII+Tch puanı}}$	Tedarikçi-2	0,6986	3,8112	3,1646
		Tedarikçi-3	0,1448	3,5328	2,9334
		Tedarikçi-4	0,4458	3,1437	2,6103
		Tedarikçi-5	0,5392	2,4365	2,0231
		Tedarikçi-6	1,0000*	3,1437	2,6103
		Tedarikçi-7	0,2967	3,4459	2,8612

Yatırım kararları verilirken, verimlilik oranının ölçülmesi gereklidir. Verimliliğin formülünün çıktı/girdi oranı olduğu düşünüldüğünde, çalışmamızda tedarikçilerin elde ettikleri puanların girdiler, elde ettikleri cironun ise çıktılar olduğunu düşünebiliriz. Bu durumda çıktı olarak tedarikçilerin 2009 yılında üretici firma ile olan ciroları, girdi olarak da PrometheeII ve PrometheeII+Tch yöntemlerinin sonuçları alınmış ve her bir tedarikçi için girdi temelli VZA modeli oluşturulmuştur. Tablo 5'te metal grubu için girdi ağırlıklı VZA modeli girdi ve çıktıları verilmiştir. PrometheeII yöntemi $-1 \leq \phi(i) \leq 1$ aralığında sonuçlar verdiği için 0-1 aralığına normalize edilmiştir. Bu işlem için (12) formülü kullanılmıştır. Burada $\phi_{\min}(i)$ ve $\phi_{\max}(i)$, en küçük ve en büyük puanları göstermektedir. $\phi_{\min}(i) = -1,0$ ve $\phi_{\max}(i) = 1,0$ olarak alınmıştır.

$$\phi^N(i) = \frac{\phi(i) - \phi_{\min}(i)}{\phi_{\max}(i) - \phi_{\min}(i)} \quad (12)$$

Tablo 5. Metal Grubu Tedarikçileri İçin VZA Modeli Girdi ve Çıktıları

Tedarikçiler (i)	Girdi		Çıktı
	PrometheeII $\phi^N(i)$	PrometheeII+Tch $\phi^{Tch}(i)$	Ciro oranı
Tedarikçi-27	0,4583	0,4479	0,5017
Tedarikçi-28	0,4313	0,4642	0,1649
Tedarikçi-29	0,5632	0,2873	0,0457
Tedarikçi-30	0,5472	0,2873	0,2878

Bu girdi ve çıktılar (9)-(11) modelinde kullanıldığında her bir gruptaki tedarikçiler için elde edilen optimum amaç fonksiyonu değeri (h), çıktı ağırlığı (u) ve girdi ağırlığı (v) Tablo 6'da mevcuttur.

Tablo 6 incelendiğinde, amaç fonksiyonu (h) değeri 1,0 olan tedarikçilerin etkin tedarikçiler olduğu gözlemlenmektedir. PrometheeII ve PrometheeII+Tch yöntemlerine göre yapılan analizlerin, aynı ürün grubundan aynı tedarikçiyi seçmediği durumlar da mevcuttur. Bu durum Döşeme, Ahşap Boya ve Ahşap ürün gruplarında gözlenmiştir. Bunun sebebi daha önce de açıklandığı gibi her iki yöntemin de farklı alternatifleri en iyi olarak seçebilmesidir. Bu ürün

gruplarında, analizlerden elde edilen her iki tedarikçinin de uzmanlara sunulması ve nihai kararın uzmanlar tarafından verilmesi uygun bir stratejidir.

5. SONUÇLAR

Çalışmada, süreç iyileştirme amaçlı tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Kayseri organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren büyük ölçekli bir mobilya işletmesi, yarı mamul alım sürecinde yaşadığı sıkıntıları bertaraf etmek için, yeni bir fabrikayı baştan kurmak yerine, mevcut tedarikçilere yatırım yaparak süreçlerini iyileştirme stratejisini belirlemiştir. Bu amaçla beş farklı ürün grubundan tedarikçiler farklı kriterlerde değerlendirilmiştir. Önerilen yöntemle belirlenen tedarikçiler, süreç iyileştirme programına en hızlı adapte olabilecek tedarikçilerdir. Tedarik zincirinde yapılan iyileştirmeler işletmenin üretim sürecinin verimliliğinin artmasına sebep olacaktır. Bu iyileşmelerle elde edilecek kazanım yapılan yatırımın maliyetini uzun dönemde karşılayacaktır.

İleri araştırma konusu olarak, bu çalışmanın sonuçları sadece yatırım kararı alınması için değil, şirketin çalıştığı mevcut diğer tedarikçilere de başka iyileştirme veya geliştirme programları uygulanması için de kullanılabilir. Ayrıca şirket kısıtları gözden geçirilerek tedarikçilere belirli oranlarda yatırım yapılması da söz konusu olabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FBY-1049 kodlu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

1. Akdeniz, H.A., Turgutlu, T. (2007). "Türkiye'de Perakende Sektöründe Analitik Hiyerarşik Süreç Yaklaşımıyla Tedarikçi Performans Değerlendirilmesi", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9 (1), 1-17.
2. Araz, C., Özfırat, P.M., Özkarahan, İ. (2007). "An Integrated Multi-Criteria Decision Making Methodology for Outsourcing Management," Computers and Operations Research, 34, 3738-3756.
3. Bayazıt, O., Karpak, B. (2005). "An AHP Application in Vendor Selection," ISAHF 2005 Proceedings, Honolulu, Hawaii, July 8-10.
4. Bayazıt, O. (2006). "Use of Analytic Network Process in Vendor Selection Decisions," Benchmarking: An International Journal, 13 (5), 566-579.
5. Brans, J.P., Vincke, P.H. 1985. "A Preference Ranking Organization Method," Management Science, 31(6), 647-656.
6. Brans, J.P., Vincke, P.H. 1986. "How to Select and How to Rank Projects: The PROMETHEE Method," European Journal of Operational Research, 24, 228-238.
7. Charnes, A., W.W. Cooper, E. Rhodes. 1978. "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," European Journal of Operational Research, 2, 429-444.
8. Dağdeviren, M., Dönmez, N., Kurt, M. 2006. "Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı ve Uygulaması," Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21(2), 247-255.
9. Dağdeviren, M., Eraslan, E. (2008). "Promethee Sıralama Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi," Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(1), 69-75.
10. Demirtaş, E.A., Üstün, Ö. (2009). "Analytic Network Process and Multi-Period Goal Programming Integration in Purchasing Decisions," Computer and Industrial Engineering, 56 (2), 77-690.
11. Dickson, G. (1966). "An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions," Journal of Purchasing, 2, 28-41.
12. Dulmin, R., Mininno, V. (2003). "Supplier Selection Using a Multi-Criteria Decision Aid Method," Journal of Purchasing and Supply Management, 9, 177-187.
13. Erol, İ. (2004). "Toplam Kalite Yöntemi ve Tam Zamanında Üretim Yaklaşımlarının Satın Alma İşlevi ile İlişkilendirilmesi, Bütünsel Bir Yaklaşım Önerisi ve Örnek Olay Analizi," Endüstri Mühendisliği Dergisi, 15 (4), 2-18.
14. Gencer, C., Gürpınar, D. (2007). "Analytic Network Process in Supplier Selection: A Case Study in An Electronic Firm," Applied Mathematical Modelling , 31, 2475-2486.
15. Ha, S.H., Krishnan, R. 2008. "A Hybrid Approach to Supplier Selection For The Maintenance of A Competitive Supply Chain," Expert Systems with Applications, 34 (2), 1303-1311.
16. Ho, W., Xu, X., Dey, P.K. (2010). "Multi-Criteria Decision Making Approaches for Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review," European Journal of Operational Research 202,16-24.
17. Hwang, H.S., Moon, C., Chuang, C.L., Goan, M.J. (2005). "Supplier Selection and Planning Model Using AHP," International Journal of the Information Systems for Logistics and Management, 1, 47-53.
18. Kahraman, C., Cebeci, U., Ulukan, Z. (2003). "Multi-Criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP," Logistics Information Management, 16 (6), 382-394.
19. Kahraman, C., Cebeci, U., Ruan, D. (2004). "Multi-attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey," International Journal of Production Economics, 87 (2), 171-184.
20. Saaty, T.L. (1990). "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process," European Journal of Operational Research, 48, 9-26.
21. Saaty, T.L. (1996). Decision Making With Dependence and Feedback: The Analytic Network Process, RWS Publications, Pittsburgh, A.B.D.
22. Saaty T.L., Vargas L.G. (2006). Decision Making With the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications With Benefits, Opportunities, Costs and Risks, Springer, Pittsburgh, A.B.D.
23. Saen, R.F. (2007). "Suppliers Selection in the Presence of Both Cardinal and Ordinal Data," European Journal of Operational Research, 183 (2), 741-747.
24. Soylu, B. (2010). "Integrating PrometheeII with the Tchebycheff Function For Multi Criteria Decision Making," International Journal of Information Technology & Decision Making, 9 (4), 525-545.
25. Talluri, S., Vickery, S.K., Narayanan, S. (2008). "Optimization Models For Buyer- Supplier Negotiations," International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 38 (7), 51-561.
26. Türer, S., Ayvaz, B., Bayraktar, D., Bolat, B. (2009). "Tedarikçi Değerlendirme Süreci için Bir Yapay Sinir Ağı Yaklaşımı: Gıda Sektöründe Bir Uygulama," Endüstri Mühendisliği Dergisi, 20(2), 31-40.
27. Yalçın, N.S., Özdemir, A.İ. (2008). "Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Çok Kriterli Stratejik Tedarikçi Seçimi: Türkiye Örneği," Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 22 (2), 175-191.
28. Yurdakul, M., İç, Y.T. (2000). "Üretim Firmalarının Kredibilitesinin Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin Kullanılması," Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13(4), 1007-1023.
29. Wu, T., Shunk, D., Blackhurst, J., Appalla, R. (2007). "AIDEA: A Methodology for Supplier Evaluation and Selection in A Supplier-Based Manufacturing Environment," International Journal of Manufacturing Technology and Management, 11 (2), 174-192.