

TEDARİKÇİ SEÇİMİ İÇİN BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ

Yusuf ŞAHİN^{1*}, A. Ayça SUPÇİLLER²

¹ Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Burdur, Türkiye

² Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

Anahtar Kelimeler

AHP,
TOPSIS,
K-Ortalamalar,
Tedarikçi Kümeleme

Özet

Tedarikçi seçimi, satın alma fonksiyonu içerisinde oldukça önemli bir faaliyettir. Tedarikçi seçiminin başlıca amacı, firmanın süreklilik ve fiyat etkinliği ihtiyaçlarını karşılayan yüksek potansiyelli tedarikçilerin belirlenmesidir. Tedarikçiler konusunda yapılacak doğru tercihler satın alma maliyetlerinin azaltırken, müşteri memnuniyeti ve rekabet yeteneğini artırır. Bu çalışmada, tedarikçi seçimi ve değerlendirme probleminin çözümü için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), TOPSIS ve K-ortalamalar yöntemlerinin kullanıldığı bir karar destek sistemi önerilmiştir. Değerlendirme kriterlerin ağırlıkları AHP ile belirlenmiş ve bu ağırlıklar TOPSIS yönteminin girdisi olarak kullanılmıştır. TOPSIS ile ağırlıklı puanlarına göre sıralanan tedarikçiler K-ortalamalar yöntemi ile alt kümelere ayrılmıştır. En iyi tedarikçiyi seçmek yerine, K-ortalamalar yönteminin AHP ve TOPSIS yöntemleri ile birlikte kullanımıyla benzer özellikleri olan tedarikçileri kümelendirerek etkin tedarik planlarının hazırlanması hedeflenmiştir.

A DECISION SUPPORT SYSTEMS FOR SUPPLIER SELECTION

Keywords

AHP,
TOPSIS,
K-Means,
Supplier Clustering

Abstract

Supplier selection is an important activity within the purchasing function. The main objective of supplier selection is to identify high-potential suppliers who meet the firm's continuity and price effectiveness needs. The right choices about suppliers improve the customer satisfaction and competitiveness while reducing costs. In this study, Analytic Hierarchy Process (AHP), TOPSIS and K-means methods are used to solve supplier selection and evaluation problem. The criteria are weighted using AHP and then these weights are used as input of TOPSIS method. The suppliers ranked according to weighted scores using TOPSIS are divided into subsets with K-means method. Instead of selecting the best supplier, it is aimed to generate the infrastructure to prepare effective procurement plan clustering the suppliers who have similar characteristics by using K-means method with AHP and TOPSIS methods.

1. Giriş

İşletmeler, sahip olduğu kaynakları en uygun şekilde dağıtmak ve verimliliği artırmak için hızlı ve doğru kararlar almak zorundadır. Bu kararlar içerisinden tedarikçi seçim kararı organizasyonlar için verilmesi gereken en önemli kararların başında gelir. Firmaların tedarikçi değerlendirme ve seçimi yapmalarının başlıca amacı, kendileri için yüksek katma değer yaratabilecek, işletmenin çalışma sistemi ile uyumlu tedarikçileri belirlemektir. Tedarikçiler genellikle kalite, süreklilik, fiyat etkinliği ve ihtiyaçları karşılaması gibi ölçütlere göre değerlendirmeye tabi tutulur.

İşletmelerin piyasada konumlarını koruyabilmeleri amacıyla daha kısa teslim süreleri, düşük maliyetler ve daha yüksek kalite düzeyi sağlamak için belirli stratejiler takip etmeleri gerekir. Bu noktada, mevcut

rekabet şartları içerisinde müşteri ihtiyaçlarına ve beklentilerine hızlı bir şekilde cevap verebilmek hayati önem taşır. Özellikle işletmenin fiyatlarını tedarikçiler kadar hızlı yükseltmedikleri durumlarda, işletmenin çok sayıda tedarikçiye sahip olması tedarikçi üzerinde fiyat, kalite ve teslimat planı kontrolüne olanak sağlar (Laudon ve Laudon, 2011: 96). Tedarik stratejisi olarak hammadde ve yarı mamul temin edilen çok sayıda tedarikçinin olması işletmenin farklı tedarik planları oluşturabilmesi açısından doğru bir politikadır. Diğer taraftan, tedarik ağının yerel, ulusal ve uluslararası tedarikçilerin eklenmesi yoluyla genişletilmesi de firmanın pazardaki rekabet gücünü arttırmaya yardımcı olur.

Tedarikçiler işletmelerin tedarik zincirinin en önemli parçasıdır. Doğrudan işletmeye bağlı olmamaları, sadece işletmenin tedarik zincirinin bir parçası olmaları sebebiyle tedarikçilerle olan ilişkilerin

yönetimi özel çaba gerektiren bir konudur. Tedarikçilerin özenle seçilmesi ve uygun tedarikçiler ile çalışılması işletmenin çıktı kalitesini ve itibarını doğrudan etkiler. Tedarikçiler işletmenin performansını olumlu ya da olumsuz etkilediği için etkin tedarik zinciri yönetimi ile doğru tedarikçilerin seçimi bağlantılı konulardır. Tüm bunlar dikkate alındığında tedarikçi seçim problemi, işletmenin üretim faaliyetleri için gerekli olan hammadde, yarı mamul, ürün veya hizmetlerin hangi tedarikçiden sağlanacağı ile ilgili karar problemi olarak tanımlanabilir.

Bu çalışmada tedarikçi seçim probleminin son seçim safhası ele alınmıştır. Önceki çalışmalardan farklı olarak tek bir tedarikçi seçmek yerine etkin satın alma planlarının hazırlanabilmesi için tedarikçilerin kümelendirilmesi ile ilgili bütünlük bir karar destek sistemi önerilmiştir. İlk aşamada, belirlenen değerlendirme ölçütleri Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak ağırlıklandırılmış ve bu ölçüt ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yönteminin ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilmiştir. K-ortalama yöntemini ile kümelendirme çalışması SPSS 21 paket programı yardımıyla yapılmış ve tedarikçiler dört kümeye ayrılmıştır. Takip eden bölümlerin organizasyonu şu şekildedir: ikinci bölümünde tedarikçi seçim ve değerlendirme problemleri ele alınmıştır. Üçüncü bölümde AHP, TOPSIS ve K-ortalama yöntemini ile ilgili açıklamalar yapılmıştır. Dördüncü bölümde hipotetik veriler kullanılarak önerilen sistem ile ilgili bir uygulama yapılmıştır. Beşinci bölümde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve gelecekle yapılabilecek çalışmalar ile ilgili öneriler sunulmuştur.

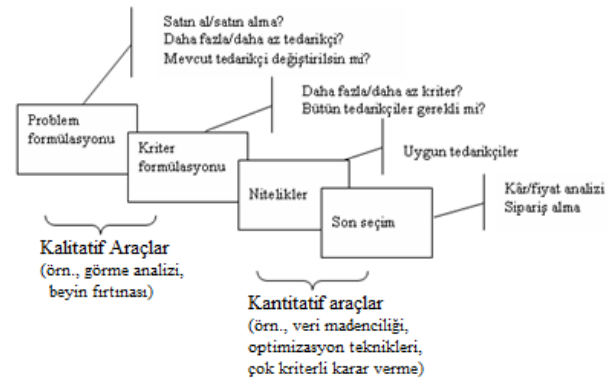
2. Bilimsel Yazın Taraması

2.1. Tedarikçi Seçim Problemi

Tedarikçi seçim problemi, birden çok değerlendirme ölçütünün dikkate alındığı çok ölçütlü bir karar problemidir. Satın alma maliyetlerinin toplam maliyet içerisindeki oranının %70'lere kadar çıktığı (Ghodsypour ve O'Brien, 1998:199; Güner ve Mutlu, 2005:473) düşünülecek olursa, tedarikçi seçiminin işletmenin başarısına olan etkisi net bir şekilde anlaşılabilir. Tedarikçi seçimi için Stamm ve Golhar (1993), Ellram (1990) ve Roa ve Kiser (1980) sırasıyla 13, 18 ve 60 adet kriter belirlemiştir (Ghodsypour ve O'Brien, 1998: 199). Tedarikçi seçim çalışmalarında kullanılacak olan ölçütlerin değerlendirmeye alınacak bütün tedarikçilere uygulanabilir özellikte ve şirketin ihtiyaç ve tedarik stratejisine uyumlu olması gerekir. Doğru ve objektif değerlendirmeler, bütün tedarikçilere uygulanabilecek ortak ölçütlerin sağlıklı bir şekilde belirlenmesi ile mümkün olmaktadır. Bu noktada, belirlenen ölçütlerden bazıları değerlendirme

yapabilmek için çok da kullanışlı olmazken, gerekli olan bilginin elde edilmesi ve kabul edilebilir bir süre içerisinde analizinde güçlükler yaşanabilmektedir. Değerlendirme ölçütleri tam olarak belirlenmeden girilecek bilgi toplama faaliyetlerinin gereksiz çabalara yol açacağı iyi bilinmelidir.

Tedarikçi seçimi, şirket yapısı içinde farklı işlevlere hitap etmekle beraber hiyerarşik bir yapıda çok sayıda nicel ve nitel faktörü kapsayan çok amaçlı bir karar problemidir. Bu problem için kullanılan optimizasyon teknikleri maliyet fonksiyonunu minimize edilmesinde karar vericiye yardımcı olurken, çok ölçütlü karar verme teknikleri alternatifleri sistematik olarak değerlendirilebilmesini sağlar. Son seçim safhası satın alma sürecindeki en görünür safhadır. Literatürdeki modeller incelendiğinde tedarikçi seçim sürecinin son seçim safhasına yoğunlaştığı görülmektedir. Son seçim aşamasından önceki problemin tanımlanması, ölçütlerin formülasyonu ve uygun tedarikçilerin belirlenmesi safhalarına satın alma ve tedarik yöntemi konusunda araştırma yapanların daha az ilgi gösterdiği görülmektedir. Ancak; bu safhanın kalitesinin büyük bir oranda bundan önceki adımların kalitesine bağlı olduğu unutulmamalıdır (De Boer vd., 2001: 79). Tedarikçi seçiminde karar metodlarının konumlandırılması Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Karar Metodlarının Konumlandırılması

(Kaynak: De Boer vd., 2001:79)

De Boer vd., (2001), tedarikçi seçim sürecinde kullanılan karar modellerini potansiyel tedarikçilerin ön değerlendirmesi için kullanılan karar modelleri ve final karar aşaması için kullanılan karar modelleri olarak ikiye ayırmıştır. Ön değerlendirme çalışmalarında kullanılan yöntemlere, kategorik yöntemler (Zenz, 1981; Timmermann, 1986), veri zarflama analizi (Weber ve Ellram, 1992; Weber ve Desai, 1996; Weber vd., 1998; Papagapiou vd., 1996; Liu vd., 2000), küme analizi (Hinkle vd., 1969, Holt, 1998) ve yapay zeka yaklaşımına dayalı olan olay bazlı nedenleme (Ng vd., 1995) örnek olarak verilebilir. Son seçim aşamasında kullanılan yöntemler ise "tek tip" ve "çok tip" ürün için olmak üzere Lineer Ağırlıklandırma Modeli (Zenz, 1981; Timmerman, 1986; De Boer vd.,

1998; Grando ve Sianesi, 1996; Gregory, 1986; Soukoup, 1987), Toplam Sahip Olma Modelleri (Monczka ve Trecha, 1988; Smytka ve Clemens, 1993), Matematiksel Programlama modelleridir (Turner, 1988; Pan, 1989; Chaudhry vd., 1993; Weber ve Current, 1993; Das ve Tyagi, 1994; ; Sadrian ve Yoon, 1994; Benton, 1991; Karpak vd., 1999; Dağdeviren ve Eren, 2001).

Lineer Ağırlıklandırma Modelleri içerisinde yer alan AHP (Saaty, 1977) tedarikçi seçiminde sıkça kullanılan bir karar verme yöntemidir. AHP yöntemi üretim, pazarlama, toplam kalite yöntemi, kıyaslama ve benzeri konulardaki çok ölçütlü karar problemlerinin çözümünde sıkça kullanılan bir yöntemdir. AHP'nin tek başına kullanıldığı çalışmalar olduğu gibi başka yöntemler ile bütünleştirilerek kullanıldığı çalışmalar da literatürde mevcuttur. AHP yöntemi tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi (Ghodsypour ve O'Brien, 1998; Tam ve Tummala, 2001; Dağdeviren, vd., 2001; Koçak, 2003; Wang vd., 2001; Murat ve Çelik, 2007; Özdemir, 2010; Tahriri vd., 2008, Chamodrakas vd., 2010; Özkan vd., 2011; Supçiler ve Çapraz, 2011), araç seçimi (Güngör ve İşler, 2005; Şahin ve Akyer, 2011), ders seçimi (Dündar, 2008), hastane yeri seçimi (Akçalı, 2009), proje portföy seçimi (Le ve Nguyen, 2007) ve maliyet dağıtım anahtarı seçimi (Esmeray ve Tanç, 2009) gibi konularda uygulamaları mevcuttur. Bunların yanı sıra yöntemin, performans değerlendirme (Yaralıoğlu, 2001; Albayrak ve Erkut, 2005; Eraslan ve Algün, 2005; Girginer ve Kaygısız, 2009; Çetin ve Bitirak, 2010) kredi değerlendirme (İç ve Yurdakul, 2000), yatırım değerlendirme (Kengpol, 2004), performans göstergesi oluşturma (Lee vd., 2011) çalışmaları gibi farklı alanlardaki çok ölçütlü karar problemlerine uygulandığı görülmektedir.

Çok ölçütlü karar problemlerinde sıkça kullanılan diğer bir yöntem TOPSIS yöntemidir. TOPSIS yöntemi de yine insan kaynağı seçimi (Ecer, 2006), mermer kesim yöntemi seçimi (Eleren ve Ersoy, 2007), ERP yazılımı seçimi (Özgül ve Yazgan, 2006), dengelenmiş skor kartındaki stratejilerin seçimi ve sıralanması (Dodangeh vd., 2011), robot seçimi (Chu ve Lin, 2003), araç seçimi (Şahin ve Akyer, 2011), tedarikçi seçimi (Chen vd., 2006; Shemshadi vd., 2011; Supçiler ve Çapraz, 2011) gibi seçim çalışmalarında sık kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, performans değerlendirme (Yurdakul ve İç, 2005; Demireli 2010; Akkaya, 2004; Bülbül ve Köse, 2009), hizmet kalitesinin değerlendirilmesi (Pal ve Choudhury, 2009; Benitez, 2007), CNC makinelerinin özelliklerinin değerlendirilmesi (Athawale ve Chakraborty, 2010), e-kitap okuyucu seçimi (Orçanlı ve Özen, 2013), futbolcu performanslarının değerlendirilmesi (Karaathlı vd., 2014) TOPSIS yönteminin kullanıldığı diğer çalışmalardır.

2.2. Tedarikçi Kümelendirilme

Tedarikçilerin etkili bir şekilde seçimi ve değerlendirmesi işletmeler açısından önemli bir karar konusudur. Tedarikçilerin seçim ve değerlendirmeye tabi tutulması, işletmenin hedef ve politikaları uyumlu olamayacak tedarikçileri elimine ederken, işletmenin uzun soluklu iş ilişkisi kurabileceği tedarikçilerin belirlenmesinde büyük önem taşır. Bütün sektörlerde maliyetlerin etkin kontrolü ve tedarikçilerin koordinasyonu işletmeyi diğerlerinden ayıran en önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak işletmelerin üretimlerinde birçok hammadde ve yarı mamul için onlarca farklı tedarikçi ile çalışma zorunluluğu problemin boyutunu ve karmaşıklığını arttırır. Tedarikçilerin kendilerine has üretim sistemleri seçim ve değerlendirme ile ilgili sistemlerinin kurulmasını zorlaştıran bir etmendir. Sonuç olarak etkin bir yönetim için tedarikçilerin belirli bir ayrıma tabi tutulması ihtiyacı orta çıkmaktadır (Che ve Wang, 2010: 746).

Ha ve Krishnan (2008), AHP, Veri Zarflama Analizi ve Özörgütlemeli Harita (Self-Organizing Map) Ağları yöntemlerini kullanarak 26 adet tedarikçiyi 6 homojen altkümeye ayırmıştır. Bottani ve Rizzi (2008) tedarikçilerin ve satın alınan ürünlerin kümelendirilmesi için kümeleme analizi ve AHP yöntemlerini kullanmıştır. Chen vd. (2006), tedarikçi seçimi için bulanık küme teorisi ve TOPSIS yöntemlerini kullanmıştır. Mehdizadeh (2009), tedarikçileri kümelere ayırmak için parçacık sürüsü algoritması bulanık bir kümeleme yöntemi önermiştir. Che ve Wang (2010), tedarikçilerin kümelendirilmesi için K-ortalamlar, tavlama benzetimi, parçacık sürü optimizasyon algoritması ve TAGUCHI yöntemlerinin kullanıldığı KSACPSO adını verdikleri hibrid bir yöntem kullanmıştır.

Liu ve Jiang (2010), çok sayıda tedarikçiyi benzer özellikte tedarikçilerin yer aldığı alt gruplara ayırmak için bulanık C-ortalamlar yöntemi ve karınca kolonisi algoritmalarının birlikte kullanıldığı bir yöntem önermiştir. Azadnia vd. (2011), tedarikçileri kümeleme için bulanık C-ortalamlar, seçim için ELECTRE yönteminin kullanıldığı bir çalışma yapmıştır. İbrahim vd. (2011), müşterilerin elektronik ticaret sitelerine güven duyması için gerekli olan faktörlerin kümelendirilmesi için K-ortalamlar yöntemini ve bu faktörlerin ağırlıklandırılması için AHP yöntemini kullanmıştır. Lopez-Ortega ve Rosales (2011), çok kriterli karar problemleri için bulanık kümeleme ve AHP'nin kullanıldığı bir yöntem önermiştir.

Wang ve Zhu (2012), üçüncü parti tersine lojistik firması seçimi için bulanık kümeleme analiz yöntemi geliştirmiştir. Che (2012), K-ortalamlar ve tavlama benzetimi ile kümeledikleri tedarikçileri AHP ile karşılaştırdıkları iki aşamalı bir yöntem geliştirmiştir.

Razi (2014), önceden belirlenmiş indekslere göre kümelendirilen tedarikçileri gri ilişkiler analizi ile değerlendirmeye tabi tutmuş ve tedarikçi kombinasyonlarının optimal sıralarını ve maliyetlerini yapay arı kolonisi algoritması ile belirlemiştir.

Literatür incelendiğinde, AHP, TOPSIS ve K-ortalama yöntemlerinin farklı seçim ve kümeleme problemleri için değişik şekillerde kullandığı görülmektedir. Bu çalışmada, AHP yöntemi ile belirlenen ağırlıklar, TOPSIS yönteminde ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Ardından ideal çözüme göreli yakınlıkları belirlenen alternatif tedarikçiler K-ortalama yöntemi ile A, B, C ve D olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır. A (Yüksek Performanslı ve Yeterli) sınıfı tedarikçiler en iyi performansı gösteren ve firmanın uzun soluklu ilişki kurması gereken tedarikçilerin yer aldığı sınıfı ifade etmektedir. B (Yüksek Performanslı ve Geliştirilmeli) sınıfı tedarikçiler eksik yönleri olmakla birlikte A sınıfı tedarikçi olma potansiyeli yüksek firmalardan oluşur. C (Düşük Performanslı ancak Yatırım Yapılabilir) sınıfı mevcut durumda potansiyeli az ama uygulanacak çeşitli programlar ile A sınıfı tedarikçi özelliği kazandırılabilir potansiyele sahibi firmalardan oluşurken, D (Düşük Performanslı ve Yetersiz) sınıfı ise göz ardı edilmesi gereken firmaların kümesini ifade etmek için kullanılmıştır.

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi Saaty (1977) tarafından önerilen ve karmaşık karar problemlerinin çözümünde kullanılabilen bir karar destek aracıdır. Yöntem, matematiksel özellikleri ve verilerin kolay elde edilebilmesi gibi özellikleri nedeniyle araştırmacıların yoğun ilgisini çekmiştir. Bu yöntemde, ölçütler, alt ölçütler ve alternatiflerden oluşan çok kademeli bir yapı kullanılır. İlgili veriler bir dizi ikili karşılaştırma neticesinde elde edilir. Karar ölçütlerinin önem ağırlıklarını belirlemek için kullanılan bu karşılaştırmalar, her bir alternatif için göreli performans ölçümlerinin belirlenmesi için kullanılır (Triantaphyllou ve Mann, 1995: 35). Ölçütlerin göreceli ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan ölçek Saaty ölçeğidir. Saaty ölçeği Tablo 1'de, ikili karşılaştırma matrisi Tablo 2'de gösterilmiştir.

w_2/w_1 oranı 2 numaralı ölçütün bir numaralı ölçüte göre ne derece tercih edildiğini gösterir. Örneğin bu değer 9 olması durumunda, "2 numaralı ölçüt 1 numaralı ölçüte göre çok güçlü öneme sahiptir" denir. Yani karşılaştırma için kullanılan ölçüt kanıtlanmış bir tercih edilebilirliğe ve en yüksek sıraya sahiptir. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasından sonra

matriste yer alan her bir eleman bulunduğu sütunun toplamına bölünerek normalleştirme işlemi gerçekleştirilir. Eğer bir özelliğe ait değer (örneğin fiyat) küçük olması isteniyorsa ilgili değer tersi alındıktan sonra normalleştirme işlemi uygulanır ve her bir satırda yer alan değerler toplanarak ölçütlerin ağırlıkları belirlenir. (Şahin ve Akcyer, 2011: 75).

Tablo 1. Saaty Ölçeği

Önem Derecesi	Tanımı	Açıklama
1	Eşit Önem	İki alternatif amaca eşit katkıda bulunur.
3	Diğerine göre zayıf önem	Tecrübe ve yargılar birinin diğerine az tercih edilebilirliğini gösterir.
5	Güçlü önem	Tecrübe ve yargılar birinin diğerine tercih edilebilirliğini gösterir.
7	Daha güçlü önem	Bir aktivite güçlü şekilde tercih edilebilir ve uygulamada baskındır.
9	Çok güçlü önem	Bir aktivite kanıtlanmış bir tercih edilebilirliğe veren yüksek sıraya sahiptir.
2, 4, 6, 8	İki yargı arasındaki ara önem dereceleri	Uzlaşma gerektiğinde.
Değerlerin Tersleri	i aktivitesi j aktivitesiyle kıyaslandığında yukarıdaki değerlerden birine sahipse, j aktivitesi i aktivitesiyle karşılaştırıldığında bu değer tersine sahip olur	

Kaynak: (Saaty, 2008: 86)

Tablo 2. İkili karşılaştırma matrisi

	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3
Ölçüt 1	1	w_1/w_2	w_1/w_3
Ölçüt 2	w_2/w_1	1	w_2/w_3
Ölçüt 3	w_3/w_1	w_3/w_2	1

Ölçütlere verilen ağırlıkların tutarlı olup olmadığına tutarlılık oranına bakarak karar verilir. Tutarlılık oranının belirlenebilmesi için öncelikle C_i ile ifade edilen tutarlılık ölçütünün Denklem (1) kullanılarak hesaplanması gerekir. Bu ölçütün kullanılması AHP'nin en kuvvetli yönlerinden biridir. i . alternatifi için tutarlılık ölçütü Denklem (1) ile elde edilir. Tutarlılık ölçütünün belirlenmesinin ardından Denklem (2) ve Denklem (3) kullanılarak tutarlılık oranı belirlenir. (Ulucan, 2004: 337-338).

$$C_i = \frac{\sum_j T_{ij} p_j}{p_i} \quad \begin{array}{l} T_{ij}: i \text{ ve } j \text{ ölçütlerinin (ya da} \\ \text{alternatiflerinin) ikili karşılaştırma} \\ \text{değeri} \end{array} \quad (1)$$

p_j : j ölçütünün (ya da alternatifinin) puanı

$$CI = \left(\sum_i \frac{C_i}{n} - n \right) / (n - 1) \quad (2)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \leq 0,10 \quad (3)$$

Yukarıdaki formülde yer alan RI değeri rastsal indeksi ifade etmektedir. Adından da anlaşılacağı üzere rastsal üretilen matrislerden elde edilmiştir. RI değerini değerlendirmede kullanılacak olan ölçüt sayısına göre

Tablo 3'teki değerler arasından seçilir. Yapılan değerlendirme sonunda tutarlılık oranı için %10'un altında bir değer bulunması ölçüt ağırlıklarının yaklaşık olarak doğru hesaplandığını gösterir. Tablo 3'te farklı ölçüt sayılarına göre rastsal indeks değerleri gösterilmektedir.

Tablo 3. Rastsal indeks tablosu

n	RI	n	RI	n	RI	n	RI	n	RI
1	0	4*	0,9	7	1,32	10	1,49	13	1,56
2	0	5	1,12	8	1,41	11	1,51	14	1,57
3	0,58	6	1,24	9	1,45	12	1,48	15	1,59

Kaynak: Saaty ve Tran, (2007), s. 966

3.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS yöntemi, n boyutlu (ölçütlü) alanda m noktalı (alternatif) geometrik bir sistem olarak m alternatifli çok ölçütünün bir karar verme yöntemidir. Yöntem Hwang ve Yoon (1981) referans alınarak Chen ve Hwang (1992) tarafından geliştirilmiştir. TOPSIS yönteminin temel mantığı seçilen alternatifin pozitif ideal çözüme olabildiğince yakın ve negatif ideal çözüme de uzak olmasıdır. Tanımlamadan da anlaşılacağı üzere yöntem ideal çözüme maksimum benzerlikte bir alternatifi seçer. TOPSIS yönteminin hesaplama adımları aşağıdaki sırasıyla verilmektedir (Şahin ve Akyer, 2011: 76).

TOPSIS yönteminin hesaplama adımları aşağıdaki sırasıyla verilmektedir.

1. Adım: Karar matrisi (P) oluşturulur. Ölçüt sayısı n ve alternatif sayısı m olmak üzere karar matrisi şu şekilde gösterilir (Liaudanskiene ve diğerleri, 2009: 35);

$$P = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

2. Adım: Normalleştirilmiş karar matrisi (R) oluşturulur. Bu matris aşağıdaki Denklem (4) yardımıyla hesaplanır (Opricovic ve Tzeng, 2004: 449).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (4)$$

(r_{ij} : $i: 1,2,\dots,n$; ölçüt sayısı $j: 1,2,\dots,m$; alternatif sayısı)

3. Adım: İlk olarak değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_j) belirlenir. Ağırlıklar toplamı 1

olmalıdır ($\sum_{i=1}^n w_i = 1$). Daha sonra bu ağırlıklar

kullanılarak ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi

(V) elde edilir. W_j =ölçütün ağırlığı ve r_{ij} normalleştirilmiş karar matrisindeki ilgili değer olmak üzere, ağırlıklandırılmış karar matrisi değeri Denklem (5) yardımıyla hesaplanır.

$$v_{ij} = w_j \cdot r_{ij} \quad (5)$$

4. Adım: İdeal (A^+) ve negatif ideal (A^-) çözümler oluşturulur (Jahanshahloo ve diğerleri, 2006: 1548)

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\} = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid i \in I \right), \left(\min_i v_{ij} \mid i \in I' \right) \right\} \quad (6)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid i \in I \right), \left(\max_i v_{ij} \mid i \in I' \right) \right\} \quad (7)$$

5. Adım: Ayırım ölçüleri hesaplanır. i alternatifinin ideal çözümden uzaklığı ideal ayırım (d_i^+) ve negatif ideal çözümden uzaklığı negatif ideal ayırım (d_i^-), Denklem (8) ve (9)'dan yararlanarak hesaplanır (Jahanshahloo ve diğerleri, 2006: 1548).

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (8)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (9)$$

6. Adım: Denklem 10 kullanılarak ideal çözüme görelî yakınlık (c_i^*) hesaplanır.

$$c_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^*} \quad 0 \leq c_i^* \leq 1 \quad (10)$$

Burada c_i^* değeri i alternatifin öncelik değerini gösterir ve ideal çözüme daha yakın olan çözümler daha iyi seçeneklere karşılık gelir.

7. Adım: Son olarak da alternatifler ideal çözüme görelî yakınlık (c_i^*) değerine göre sıralanır.

3.3. K-Ortalamlar Yöntemi

K-ortalamlar yöntemi, kümeleme probleminin çözümünde kullanılan ve temel mantığı n adet veri nesnesinden oluşan bir veri kümesini (X), giriş parametresi olarak verilen k ($k \leq n$) adet kümeye bölmek olan bir kümelendirme yöntemidir. (Çalışkan ve Soğukpınar, 2008: 120). Çok değişkenli istatistiksel bir teknik olan ve verilerin benzerliklerine göre sınıflandırılması ve homojen alt gruplara ayrılması için kullanılan K-ortalamlar yöntemi, en çok bilinen kümeleme yöntemlerinden biri olup hiyerarşik olmayan bir yapıya sahiptir (Fırat vd., 2012: 6039). Bu yöntemde, yüzlerce veriyi işleyebilen bir algoritma kullanılarak, belirli karakteristik özelliklere göre birbiriyle ilişkili olan göreceli homojen gruplar oluşturulur. Elimizde hiçbir sınıf bilgisi olmadan n sayıdaki veriyi k adet kümeye ayırmak için kullanılacak bu yöntemin özü, kümelere atanan noktaların küme merkezine olan uzaklığının kareleri toplamının minimize edilmesidir. Bu sayede birbirine

benzer özellikler taşıyan veriler aynı kümeye atanırken, minimum benzerlikte olan veriler farklı kümelere atanmaktadır. Yöntemin kümeleme açısından zayıf yönü uygun küme sayısının yapılacak denemelerle bulunabilmesidir. K-ortalamalar yönteminin kümeleme için kullanılan bir diğer yöntem olan Hiyerarşik Küme Analizine göre avantajı çok hızlı olmasıdır. Bu özelliği nedeniyle çalışma kapsamında kümeleme yöntemi olarak K-ortalamalar yöntemi tercih edilmiş ve SPSS 21 paket programı yardımıyla uygulanmıştır.

K- ortalamalar kümelendirme yönteminde hızlı kümelendirme algoritması adı verilen bir algoritma kullanılmaktadır. Bu algoritmanın kullanılabilmesi kümelendirme yapacağımız grup sayısının önceden bilinmesini gerektirir. Hızlı Kümelendirme (Quick Cluster) algoritmasında şu notasyonlar kullanılmaktadır (SPSS Yardım Menüsü);

NC İstenen Küme Sayısı (Number of cluster requested)

M_i i. Kümenin Ortalaması (Means of i th cluster)

x_k k.'inci gözlemin vektörü (Vector of k th observation)

$d(x_i, x_j)$ x_i ve x_j vektörleri arasındaki öklidiyen mesafe (Euclidean

distance between vectors x_i and x_j)

d_{\min} $\min_{i,j} d(M_i, M_j)$

\mathcal{E} Yakınsama Ölçütü (Convergence Criteria)

• Hızlı Kümeleme Algoritması

İlk iterasyon 3 adımdan oluşur (SPSS Yardım Menüsü);

• Adım 1: Başlangıç küme merkezlerini seç

(a) Eğer $\min_i d(x_k, M_i) > d_{\min}$ ve

$d(x_k, M_m) > d(x_k, M_n)$ ise x_k M_n 'nin yerini alır.

Eğer, $\min_i d(x_k, M_i) > d_{\min}$ ve

$d(x_k, M_m) < d(x_k, M_n)$ ise x_k M_m 'nin yerini alır.

Bunun anlamı şudur M_m ve M_n 'den hangisi x_k 'ya daha yakınsa x_k onun yerini alır.

(b) Eğer birinci durumda x_k herhangi birinin yerini alamadıysa, ikinci bir test uygulanır:

M_q , x_k 'ya en yakın grubun ortalaması olsun,

M_q İse x_k 'ya en yakın ikinci grubun ortalaması olsun,

Eğer, $d(x_k, M_p) > \min_i d(M_q, M_i)$ ise $M_q = x_k$ dir.

• Adım 2: Başlangıç küme merkezlerinin güncelleştirilmesi

İlk durumdan başlayarak, bütün küme merkezleri kendine en yakın küme merkezi ile birleştirilerek, yeni küme merkezi güncelleştirilir. Küme merkezlerinin

güncelleştirilmesi, küme merkezlerinin sınıflandırılması sonucunu ortaya çıkaracaktır.

• Adım 3: Durumların En yakın Kümeye Atanması

Elde edilen son küme merkezlerine göre, durumları küme merkezine en yakın olduğu kümeye atama işlemi yapılır. Çalışmamızda yapacağımız işlem ilk olarak küme merkezlerinin tespiti olacaktır. Küme merkezlerinin tespitinin ardından vermiş olduğumuz ağırlıklandırılmış puanlara göre her bir çalışmayı uygun bir kümeye atamak suretiyle, çalışmaların derecelendirilmesi işlemi son bulmuş olacaktır.

4. Araştırma Bulguları

Çalışmanın bu kısmında, daha önceki bölümlerde açıklanan yöntemlerin tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi probleminde uygulanışı hipotetik veriler kullanılarak açıklanmıştır. Belirlenen kriterler ve yapılan puanlama gerçek bir işletmeye ait değildir. Kriterler AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve sonrasında TOPSIS yönteminin adımları ile devam edilmiştir. Puan ve sıralamaları belirlenen tedarikçiler K-ortalamalar yöntemi ile dört alt kümeye ayrılmıştır.

4.1. Seçim Ölçütlerinin Belirlenmesi

Tedarikçi seçimi maliyet, kalite, performans, teknoloji gibi birçok ölçütü içeren önemli bir problemdir. Sadece malzeme maliyeti değil aynı zamanda işletme maliyetleri, bakım, geliştirme ve destekleme maliyetleri de bu seçimde göz önünde bulundurulması gereken unsurlardır. Bundan dolayı ekonomiklik ve performans ile ilgili ölçütler arasından sistematik bir satıcı seçim sürecini elde etmede kullanılmak üzere kriterlerin değerlendirilip öncelik sırasına konulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreç aynı zamanda hem seçim sürecini kısaltacak hem de karar vermede başarıyı arttıracaktır (Tam ve Tummala, 2001: 171-172). Tedarikçi değerlendirmede önemli bir yere sahip olan ölçütlerin tespit edilmesi için bugüne kadar çeşitli çalışmalar (Dickson, 1966; Weber, 1991) yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda fiyat, kalite, teslimat ve servis gibi değerlendirme ölçütleri ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle çalışma kapsamında kalite, fiyat, teslimat, servis değerlendirme ölçütü olarak belirlenmiştir.

Kalite, bir tedarikçinin seçiminde kullanılan ölçütlerin en başında gelir. Tedarikçi firmanın süreçlerinin kalite standartlarını karşılama konusundaki yeterliliği doğrudan firma tarafından üretilen ürünün kalitesini ve dolayısıyla müşterinin memnuniyet düzeyini etkiler. Kalite konusunda yaşanabilecek herhangi bir olumsuzluğun bedelini tedarikçiden çok asıl üretici konumunda olan firma öder. Bugüne kadar tedarikçi seçimi ile ilgili olarak yapılan çalışmaların neredeyse tamamında kalite bir seçim ölçütü olarak kullanılmıştır.

Fiyat, tedarikçi seçim ve değerlendirme çalışmalarında sık kullanılan bir diğer ölçüttür. Hammadde, yarı mamul veya ürün alımlarında fiyat tek başına bir ölçüt olarak kullanılmaz. Fiyat açısından karşılaştırma yapılırken tedarikçinin aynı kalite özelliklerini sağlayıp sağlamayacağına da özellikle dikkat edilmelidir. Tedarik edilecek ürün ile ilgili piyasadaki ortalama fiyat değerlendirme açısından faydalı bir bilgidir.

Teslimat performansı seçim çalışmalarında kullanılan bir diğer ölçüttür. Tedarikçinin daha önceden vermiş olduğu termine tam anlamıyla uymaması üretimde ve hizmet noktalarında önemli sıkıntılara yol açar. İşletmeye olan yakınlık, tedarikçinin üretim ortamında kesintilerin yaşanmaması gibi durumlar ise teslimat performansına arttırıcı özelliklerdir. Bu gibi özellikler kalite ve fiyat dengesini sağlayabilen yakın tedarikçilerin daha çok tercih edilmesine neden olur. Tedarikçinin işletmeye, işletmenin tedarikçiye kolay ulaşımı nakliye masraflarını azaltmanın yanında haberleşme açısından önemli avantajları da beraberinde getirir. Satış sonrası hizmetleri değerlendirmek için kullanılan ölçüt *servis* ölçütüdür.

4.2. TOPSIS İçin Standart Karar Matrisi

Yirmi adet tedarikçinin belirlenen dört ölçüte göre değerlendirmesi yapılmış ve bu ölçüte 1-5 arasında (ondalık da olabilir) puanlar verilerek TOPSIS için karar matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan standart karar metrisi Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. TOPSIS Standart Karar Matrisi

Ted.No	Fiyat	Kalite	Teslimat	Servis
S1	3,67	4,25	4,09	4,50
S2	3,92	3,25	5,00	3,00
S3	4,03	3,50	4,99	2,00
S4	3,56	3,00	5,00	3,00
S5	4,81	4,00	4,46	4,00
S6	3,00	2,25	5,00	3,50
S7	2,85	2,50	4,84	3,50
S8	3,38	2,75	4,99	3,00
S9	3,01	2,75	5,00	2,00
S10	4,40	3,50	4,23	2,50
S11	2,76	2,75	5,00	2,50
S12	4,64	4,25	5,00	4,00
S13	3,51	2,50	5,00	2,00
S14	3,20	3,75	5,00	4,00
S15	4,64	4,50	5,00	4,50
S16	4,15	3,25	5,00	2,50
S17	2,63	2,50	1,00	3,00
S18	4,31	4,50	5,00	4,00
S19	3,99	3,00	5,00	3,50
S20	3,38	3,00	3,74	3,50

4.3. Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisinin oluşturulmasının ardından, karşılaştırılabilir bir ölçek oluşturmak için Denklem (4) kullanılarak normalleştirilmiş karar matrisi oluşturulur. Çalışma kapsamında kullanılan bütün

kriterler için 1-5 skalası kullanılarak puanlama yapıldığı için TOPSIS yönteminin 2. Adımı atlanmış ve başlangıç karar matrisi normalleştirilmiş karar matrisi olarak kullanılmamıştır. AHP ile belirlenen ağırlıklar (bkz. Tablo 7.3) ile Tablo 4'te verilen standart karar matrisi değerleri ile çarpılarak Tablo 5'te yer alan ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilmiştir.

4.4. AHP İle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

AHP yöntemi kullanılarak yapılan ağırlıklandırma çalışmasında ilk olarak belirlenen dört ölçüt için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. İkili karşılaştırma matrisini oluşturmak için Tablo 1'de verilen Saaty Skalası kullanılmıştır. Oluşturulan İkili karşılaştırma matrisi Tablo 5'te gösterilmektedir. Bu karşılaştırma matrisine göre, fiyat ölçütü kalite ölçütüne göre 1/2, teslimat ölçütüne göre 3 ve servis ölçütüne göre 4 kat önemlidir.

Tablo 5. AHP İkili Karşılaştırma Matrisi

	Fiyat	Kalite	Teslimat	Servis
Fiyat	1	1/2	3	4
Kalite	2	1	3	5
Teslimat	1/3	1/3	1	2
Servis	1/4	1/5	1	1
Sütun Toplamı	3,58	2,03	7,50	12,00

İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasının ardından tutarlılık oranı hesaplanması için yapılması gereken ilk işlem ikili karşılaştırma matrisinde verilen oranların normalleştirilmesidir. İşlem kalabalığını ortadan kaldırmak için sütun toplamı 1 (bir) olacak şekilde, her bir oran sütun toplamına bölünerek normalleştirme işlemi uygulanır. Denklem (1) kullanılarak tutarlılık ölçütü belirlendikten sonra (2) ve (3) nolu denklemler kullanılarak tutarlılık oranı hesaplanır. Yapılan hesaplamalar neticesinde tutarlılık oranı 0,02 olarak bulunmuştur. Bu değer 0,10 değerinden küçük olması, ölçütler için belirlenen oranların yaklaşık olarak doğru olduğunu göstermektedir. Tutarlılık oranının hesabı Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. Tutarlılık Oranının Hesaplanması

	Fiyat	Kalite	Teslimat	Servis	Ölçüt Ağırlığı	Tutarlılık Ölçütü
Fiyat	0,28	0,25	0,40	0,33	0,31	4,08
Kalite	0,56	0,49	0,40	0,42	0,47	4,10
Teslimat	0,09	0,16	0,13	0,17	0,14	4,01
Servis	0,07	0,10	0,07	0,08	0,08	4,04
					Tut. Oranı	0,02

4.5. Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Oluşturulması

AHP yöntemi kullanılarak kriterler ağırlıklarının belirlenmesinin ardından, bu ağırlıklar kullanılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi oluşturulmuştur. Ağırlıklandırılmış karar matrisi, ayırım ölçütleri ve ideal

çözüme göreli yakınlık değerleri Tablo 7'de gösterilmektedir. S1 numaralı tedarikçi için d_i^+ , d_i^- ve c_i değerlerinin hesaplanması aşağıda gösterilmiştir.

$$d_i^+ = \sqrt{(1,15 - 1,51)^2 + (1,98 - 2,10)^2 + (0,57 - 0,70)^2 + (0,36 - 0,36)^2} = 0,40$$

$$d_i^- = \sqrt{(1,15 - 0,83)^2 + (1,98 - 1,05)^2 + (0,57 - 0,14)^2 + (0,36 - 0,16)^2} = 1,10$$

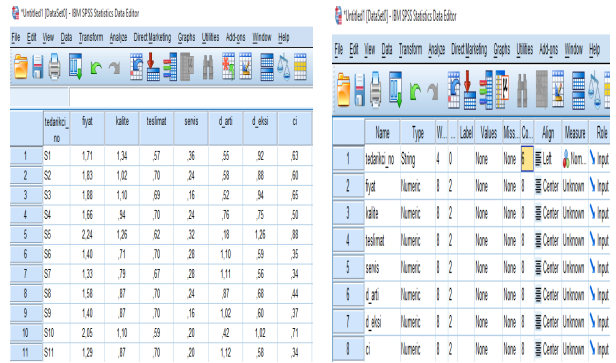
$$c_i = \frac{1,10}{1,10 + 0,40} = 0,73$$

Tablo 7. TOPSIS Tablosu

Ted. No	Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi				Ayrım Ölçüleri		İdeal Çöz. Görelî Yak.
	Fiyat	Kalite	Teslimat	Servis	d_i^+	d_i^-	
S1	1,15	1,98	0,57	0,36	0,40	1,10	0,73
S2	1,23	1,52	0,70	0,24	0,66	0,83	0,56
S3	1,27	1,63	0,69	0,16	0,56	0,92	0,62
S4	1,12	1,40	0,70	0,24	0,81	0,72	0,47
S5	1,51	1,87	0,62	0,32	0,25	1,18	0,83
S6	0,94	1,05	0,70	0,28	1,20	0,58	0,33
S7	0,90	1,17	0,67	0,28	1,12	0,56	0,33
S8	1,06	1,28	0,70	0,24	0,94	0,65	0,41
S9	0,95	1,28	0,70	0,16	1,01	0,62	0,38
S10	1,38	1,63	0,59	0,20	0,52	0,92	0,64
S11	0,87	1,28	0,70	0,20	1,05	0,61	0,37
S12	1,46	1,98	0,70	0,32	0,13	1,27	0,90
S13	1,10	1,17	0,70	0,16	1,04	0,63	0,38
S14	1,01	1,75	0,70	0,32	0,62	0,93	0,60
S15	1,46	2,10	0,70	0,36	0,05	1,36	0,96
S16	1,31	1,52	0,70	0,20	0,64	0,87	0,58
S17	0,83	1,17	0,14	0,24	1,29	0,14	0,10
S18	1,36	2,10	0,70	0,32	0,16	1,31	0,89
S19	1,25	1,40	0,70	0,28	0,75	0,79	0,51
S20	1,06	1,40	0,52	0,28	0,85	0,58	0,41
A*	1,51	2,10	0,70	0,36			
A-	0,83	1,05	0,14	0,16			

4.6. Tedarikçilerin Kümelendirilmesi

AHP ile kriter ağırlıkları belirlendikten sonra TOPSIS yönteminde kullanılmak üzere ağırlıklandırılmış karar matrisi oluşturulmuş ve bu matriste yer alan değerler SPSS programına girilmiştir. SPSS programı ile analiz çalışması veri girişi ile başlar. SPSS veri editörü sayfasına tedarikçilere verilen ölçüt puanları ile ağırlıklandırılmış puanlar Şekil 2 (a)'da gösterildiği gibi girilmelidir. Veri girişinin ardından değişken tanımlama sekmesinden verinin türü, sütun genişliği, desimal değer, etiket, kayıp veri olup olmadığı, sütun genişliği, hizalama ve ölçüt gibi özellikler tanımlanır. Veri özelliklerinin tanımlandığı kısım Şekil 2 (b)'de gösterilmiştir.

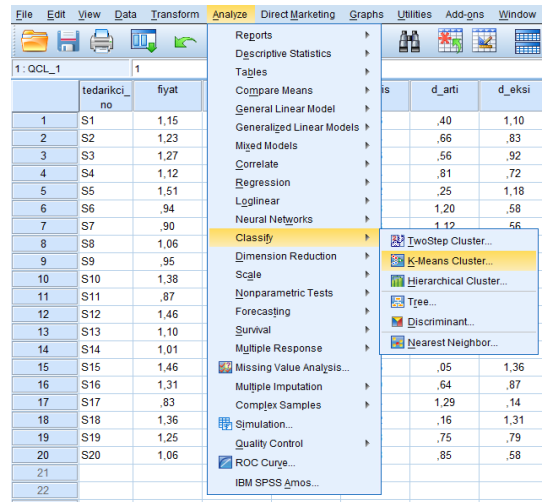


(a) Veri giriş ekranı

(b) Değişken tanımlama ekranı

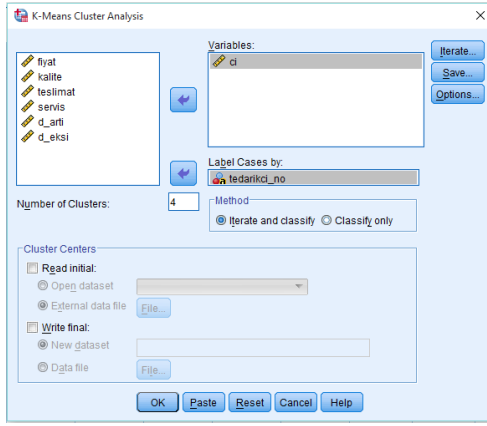
Şekil 2. SPSS Veri Editörüne Veri Girişi

Veri giriş işlemi tamamlandıktan sonra **Analyze > Classify > K-Means Cluster** seçeneği ile kümelendirme yönteminin seçimi yapılır. Seçim ile ilgili ekran görüntüsü Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Analiz Menüsü

K- Means Cluster seçeneğini seçtikten sonra karşımıza Şekil 4'te gösterilen tablo çıkacaktır.



Şekil 4. Analiz İle İlgili Bilgilerin Programa Tanıtılması

Bu kısımda, kaç küme oluşturacağımızı Küme Sayısı (Number of Cluster) bölümüne yazılır. Bu çalışmada tedarikçiler A, B, C ve D sınıfı olmak üzere dört kategoriye ayrılmak istenmektedir. Bu nedenle küme sayısı olarak 4 değeri girilmiştir. İterasyon (Iterate) kısmına maksimum iterasyon sayısını ve yakınsaklık değerleri yazılır. Çalışmada maksimum iterasyon sayısı 10 olarak alınmıştır. İterasyon sayısı ile ilgili bilgiler girildikten sonra analiz bilgilerinin girildiği ilk sayfada yer alan seçenekler (options) sekmesi seçilir. Bu kısımda yer alan bilgilerden, Başlangıç Küme Merkezi (Initial Cluster Center) ve Her Durum İçin Küme Bilgisi (Cluster Information for Each Case) sekmesi seçilir. Bu işlemi de yaptıktan sonra, başlangıç analiz sayfasında OK seçeneğini tıklanarak, programın veri editöründe yer alan bilgileri analiz etmesi istenir. Analiz neticesinde SPSS sonuç ekranında, başlangıç küme merkezleri, iterasyon geçmişi, küme üyeliklerinin listesi, final küme merkezleri ve her bir kümeye atanan veri sayısı gibi bilgiler elde edilebilir. Sonuç ekranındaki küme merkezlerine uzaklıkların listesi Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. Küme Üyelikleri

Tedarikçi_No	Küme	Uzaklık
S1	1	0,000
S2	4	,150
S3	1	,110
S4	4	,060
S5	1	,100
S6	4	,080
S7	4	,080
S8	4	0,000
S9	4	,030
S10	1	,090
S11	4	,040
S12	3	,060
S13	4	,030
S14	1	,130
S15	3	0,000
S16	1	,150
S17	2	0,000
S18	3	,070
S19	4	,100
S20	4	0,000

AHP ile elde edilen kriter ağırlıkları TOPSIS için girdi olarak kullanılmış ve ağırlıklandırılmış TOPSIS karar matrisi oluşturulmuştur. Ağırlıklandırılmış karar matrisinde yer alan değerler SPSS programında K-ortalama yöntemini ile kümelendirme işlemine tabi tutulmuştur. Sonuç olarak tedarikçilerin dört farklı sınıfa ayrılma işlemi tamamlanmıştır. Buna göre elde edilen nihai küme merkezleri Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Nihai Küme Merkezleri

	Kümeler			
	1	2	3	4
Küme Merkezleri	,71	,08	,94	,41

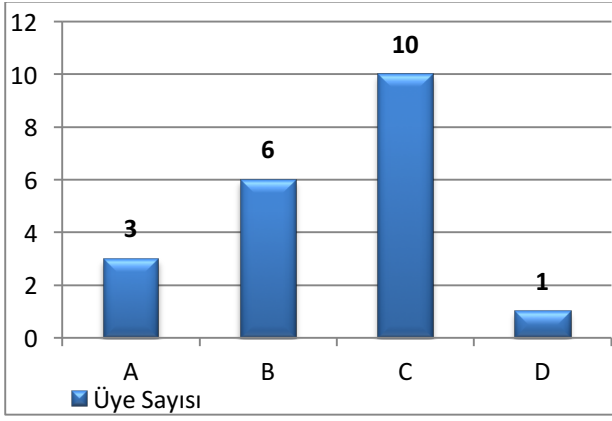
Tabloda yer alan üç numaraya atananlar A sınıfı, bir numaralı kümeye atananlar B sınıfı, dört numaralı kümeye atananlar C sınıfı ve iki numaralı kümeye atanan tedarikçiler D sınıfı tedarikçi olarak değerlendirilir. Buna göre 3 adet A sınıfı, 6 adet B sınıfı, 10 adet C sınıfı ve 1 adet D sınıfı tedarikçi vardır. Tedarikçilerin sınıflandırması ile ilgili bilgiler sırasıyla Tablo 10 ve Tablo 11'de ve sınıflara göre tedarikçilerin dağılımı ise Şekil 5'te gösterilmektedir.

Tablo 10. Tedarikçilerin sınıflandırılması

TEDARİKÇİ SINIFI	TEDARİKÇİLER	ÜYE SAYISI
A	12, 15, 18	3
B	1, 3, 5, 10, 14, 16	6
C	2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 19, 20	10
D	17	1

Tablo 11. Tedarikçilerin Kümelendirilmesi

Tedarikçi No	Küme	Tedarikçi	Küme Mer. Uzaklık
S12	3	,060	A
S15	3	0,000	A
S18	3	,070	A
S1	1	0,000	B
S3	1	,110	B
S5	1	,100	B
S10	1	,090	B
S14	1	,130	B
S16	1	,150	B
S2	4	,150	C
S4	4	,060	C
S6	4	,080	C
S7	4	,080	C
S8	4	0,000	C
S9	4	,030	C
S11	4	,040	C
S13	4	,030	C
S19	4	,100	C
S20	4	0,000	C
S17	2	0,000	D



Şekil 5. Kümelerin üye sayıları

5. Sonuç ve Tartışma

Hammaddenin tedarik edilerek işletmeye getirilmesi, burada nihai ürüne dönüştürülerek müşteriye ulaştırılması sürecinin en kritik noktası tedarikçi seçimidir. Müşteri ihtiyaçlarını doğru ve zamanında teslim edilen ürünler ile karşılayarak pazar payının ve işletme karının artırılmasının yolu doğru tedarikçiler ile çalışmaktan geçer. Gerçek hayatta firmalar satın alma faaliyetlerini yürütürken her bir hammaddeyi tek bir tedarikçiden sağlamazlar. İhtiyaç duydukları ürünleri tedarik edebilecekleri onlarca hatta yüzlerce tedarikçileri vardır. Bazı ürünler birden fazla tedarikçiden temin edilebilir. Bugüne kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların birçoğunda belirli alternatifler arasından en yüksek puana sahip olan tedarikçinin seçilmesi için farklı uygulamalar ortaya konulduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, en iyi tedarikçiyi seçmekten ziyade benzer özelliklere sahip tedarikçilerin belirli kriterlere göre kümelendirilmesi konusu ele alınmıştır. Literatürde ilk defa, entegre AHP-TOPSIS yöntemi ile sıralanan tedarikçilerin K-ortalama yöntemini ile kümelendirildiği bir sistem önerilmiştir. Öncelikle tedarikçi listesi ve değerlendirme kriterleri belirlenmiş ve belirlenen kriterler AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Hipotetik veriler ile yapılan bu çalışmada AHP hesaplamaları neticesinde kriter ağırlıkları, Fiyat: 0,31, Kalite: 0,47, Teslimat: 0,14 ve Servis: 0,08 olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu ağırlıklar ile ağırlıklandırılmış TOPSIS karar matrisi oluşturulmuştur. İdeal çözüme göreli yakınlıkları belirlenen alternatifler K-ortalama yöntemini ile A, B, C ve D sınıfı olmak üzere 4 kümeye ayrılmıştır. Sonuç olarak adet tedarikçinin; üç tanesi A sınıfı, altı tanesi B sınıfı, on tanesi C sınıfı ve bir tanesi D sınıfı olmak üzere alt kümelere ayrılmıştır. Tedarikçilerin atandıkları sınıflar Tablo 10 ve Tablo 11'de ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

Geliştirilen bu sistem gerçek işletme verileriyle yapılacak herhangi bir tedarikçi seçim çalışmasında alternatiflerin kümelere ayrılması için rahatlıkla

kullanılabilecek yapıdadır. Bu sayede, en iyi tedarikçiyi seçmek yerine sınıflandırılmış tedarikçi bilgileri kullanılarak farklı alternatiflerin olduğu çok daha sağlıklı satın alma planları hazırlanabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Yapıcı eleştirileri ve değerli katkılarından dolayı hakemlere teşekkür ederiz.

6. Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

7. Kaynaklar

- Akçalı, E., 2009. Ankara İçin Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci İle Modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14 (2), 69-86.
- Albayrak, Y. E. ve Erkut, H., 2005. Banka Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Süreci Yaklaşımı. İTÜ Mühendislik Dergisi, 4 (6), 47-58.
- Aissaoui, N., Haouari, M., Hassini, E., 2007. Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. Computers & Operations Research, 34, 3516-3540.
- Athawale, V. M., Chakraborty, S., 2010. A TOPSIS Method-based Approach to Machine Tool Selection. Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Dhaka, Bangladesh, January 9-10.
- Azadnia, A.H., Ghadimi, P., Saman, M.Z.M., Wong, K.Y., Sharif, S., 2011. Supplier Selection: A Hybrid Approach Using ELECTRE and Fuzzy Clustering. Informatics Engineering and Information Science Communications in Computer and Information Science, 252, 663-676
- Benton, W.C., 1991. Quantity discount decisions under conditions of multiple items, multiple suppliers and resource limitations. International Journal of Production Research, 29, 10, 1953-1961.
- Benitez, J.M., Martín, J.C., Roman, C. 2007. Using Fuzzy Number For measuring Quality Of Service In The Hotel Industry. Tourism Management, 28, 2, 544-555.
- Bottani, E., Rizzi, A., 2008. An adapted multi-criteria approach to suppliers and products selection—An application oriented to lead-time reduction. International Journal of Production Economics, 111, 763-781.

- Bülbül, S., Köse, A., 2009. Türk Gıda şirketlerinin Finansal Performansını Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 1-23.
- Chamodrakas, I., Batis, D., Martakos, D., 2010. Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 37, 1, 490-498.
- Chaudhry, S.S., Forst, F.G., Zydiak, J.L., 1993. Vendor selection with price breaks. *European Journal of Operational Research*, 70, 52-66.
- Che, Z.H., Wang, H.S., (2010). "A hybrid approach for supplier cluster analysis", *Computers & Mathematics with Applications*, 59, 2, 745-763.
- Che, Z.H., 2012. Clustering and selecting suppliers based on simulated annealing algorithms. *Journal Computers & Mathematics with Applications archive*, 63, 1, 228-238.
- Chen, S.J., Hwang, C.L., (1992), "Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications", Springer-Verlag, Berlin.
- Chen, C. T., Lin, C. T., & Huang, S. F. (2006). "A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management", *International Journal of Production Economics*, 102, 2, 289-301.
- Chen, C. T., Lin, C. T., Huang, S. F. 2006. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 102, 289-301.
- Chu, T.C., Lin, Y.C., 2003. A Fuzzy Topsis Method for Robot Selection. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 21, 284-290.
- Çalışkan, S.K. Ve Soğukpınar, İ., 2008. KxKNN: K-Means ve K En Yakın Komşu Yöntemleri ile Ağlarda Nüfuz Tespiti. 2. Ağ ve Bilgi Güvenliği Sempozyumu, 16-18 Mayıs, Girne, 120-124.
- Çetin A.,C., Bitirak, İ. A., (2010), "Banka Karlılık Performansının Analitik Hiyerarşi Süreci İle Değerlendirilmesi: Ticari Bankalar İle Katılım Bankalarında Bir Uygulama. *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 2, 2, 75-92.
- Dağdeviren, M., Eren, T., 2001. Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 16, 2, 41-52.
- Das, C., Tyagi, R., 1994. Wholesaler: a decision support system for wholesale procurement and distribution. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24, 10, 4-12.
- De Boer, L., Labro, E., Morlacchi, P., 2001. A review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7, 75-89.
- De Boer, L., Van Der Wegen, L., Telgen, J., 1998. Outranking methods in support of supplier selection. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 4, 2/3, 109-118.
- Demireli, E., 2010. TOPSIS Çok Ölçütlü Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 5, 1, 101-112.
- Dickson, G., 1966. An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions. *Journal of Purchasing*, 2, 28-41
- Dodangeh, J., Yusuf, R. B. M., Jassbi, J., 2011. The best selection of strategic plans in balanced scorecard using multi-objective decision making model. *African Journal of Business Management*, 3, 681-686.
- Dündar, S., 2008. Ders Seçiminde Analitik Hiyerarşi Proses Uygulaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13, 2, 217-226.
- Ecer, F., 2006. Bulanık Ortamlarda Grup Kararı Vermeye Yardımcı Bir Yöntem: Fuzzy TOPSIS ve Bir Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 7, 2, 77-96.
- Eleren, A., Ersoy, M., 2007. Mermer Blok Kesim Yöntemlerinin Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Madencilik*, 46, 3, 9-22.
- Ellram, L.M., (1990). The supplier selection decision in strategic partnerships. *J. Purchasing Mater. Management*, 26, 4, 8-14.
- Eraslan, E., Algün, O., 2005. İdeal Performans Değerlendirme Formu Tasarımında Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20, 1, 95-106.
- Esmeray M., Tanç, Ş. G., 2009. Çevresel Maliyetlerin Mamullere Yüklenmesinde Kullanılan Dağıtım Anahtarlarının Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14, 2, 241-260.
- Fırat, M., Dikbaş, F., Koç, A.C., Güngör, M., 2012. K-ortalamlar Yöntemi ile Yıllık Yağışların Sınıflandırılması ve Homojen Bölgelerin Belirlenmesi. *İMO Teknik Dergi*, 2012, 6037-6050.
- Ghodsypour, S.H., O'brien, C., 2001. The total cost of logistics in Supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraints. *International Journal of Production Economics*, 73, 15-27.

- Ghodsypur, S.H., O'brien, C., 1998. A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. *International Journal of Production Economics*, 56-57, 199-212.
- Girginer, N., Kaygısız Z., 2009. İstatistiksel Yazılım Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Birlikte Kullanımı. *Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10, 1, 211-233.
- Grando, A., Sianesi, A., 1996. Supply management: a vendor rating assessment. *CEMS Business Review*, 1, 199-212.
- Gregory, R.E., 1986. Source selection: a matrix approach. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 22, 2, 24-29.
- Güner, H., Mutlu, Ö., 2005. Bulanık AHP İle Tedarikçi Seçim Problemi ve Bir Uygulama. V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005.
- Güngör, İ., İşler D.B., 2005. Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı ile Otomobil Seçimi. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 2, 21-33.
- Hinkle, C.L., Robinson, P. J., Green, P. E., 1969. Vendor evaluation using cluster analysis. *Journal of Purchasing*, 5, 3, 49-58.
- Ho, W., 2008. Integrated analytic hierarchy process and its applications - A literature review. *European Journal of Operational Research*, 186, 211-228.
- Holt, G.D., 1998. Which contractor selection methodology?. *International Journal of Project Management*, 16, 3, 153-164.
- Hwang, C.L., Yoon, K., 1981. *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*. Springer, Berlin Heidelberg.
- Ibrahim, O., Nilashi, M., Bagherifard, K., Hashemi, N., Janahmadi, N., Barisam, J., 2011. Application of AHP and K-Means Clustering for Ranking and Classifying Customer Trust in M-commerce. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5 12, 1441-1457.
- İç Y.T., Yurdakul, M., 2000. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemini Kullanan Bir Kredi Değerlendirme Sistemi. *Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15, 1, 1-14.
- Jahanshahloo G.R., Hosseinzadeh L.F., Izadikhah, M., (2006). Extension of the TOPSIS method for decision-making problems with fuzzy data. *Applied Mathematics and Computation*, 181, 1, 544-1551.
- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Köse, G., 2014. Analitik Hiyerarşi Süreci Temelli TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri İle Futbolcu Performanslarının Değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29, 1, 25-61.
- Karpak, B., Kumcu, E., Kasuganti, R., 1999. An application of visual interactive goal programming: a case in vendor selection decisions. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 8, 93-105.
- Kengpol A., 2004. Design of a decision support system to evaluate the investment in a new distribution centre. *International Journal of Production Economics*, 90, 1, 59-70.
- Koçak, A., 2003. Yazılım Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi yaklaşımı ve Bir Uygulama. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 1, 67-77.
- Laudon, K.C., Laudon, J.P., 2011. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dijital İşletmeyi Yönetme (U. YOZGAT vd., Çev.)*, Ankara: Nobel.
- Le, M.C., Nguyen, V.T., 2007. Strategy for Project Portfolio Selection in Private Corarations in Vietnam. Master Thesis, Umea School Of Business, Sweeden. (<http://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:141275/FULLTEXT01.pdf>)
- Lee, C.P., Lou, S.J., Shih, R.C., Tseng, K.H., 2011. An AHP-Based Weighted Analysis of Network Knowledge Management Platforms for Elementary School Students. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10, 4, 52-59.
- Liaudanskiene, R., Ustinovicus, L., Bogdanovicus, A., 2009. Evaluation of Construction Process Safety Solutions Using the TOPSIS Method. *Inzinerine Ekonomika - Engineering Economics*, 4, 32-40.
- Liu, J., Ding, F.Y., 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.
- Liu, W., Jiang, L., 2010. A Clustering Algorithm FCM-ACO for Supplier Base Management, *Advanced Data Mining and Applications Lecture Notes in Computer Science*, 6440, 106-113.
- Lopez Ortega, O., Rosales, M.A., 2011. An agent-oriented decision support system combining fuzzy clustering and the AHP. *Expert Systems with Applications*, 38, 7, 8275-8284.
- Macqueen, J. B., 1967. Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations. *Proceedings of 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability 1*. University of California Press, 281-297.
- Mehdizadeh, E., 2009. A fuzzy clustering PSO algorithm for supplier base management. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 4, 4, 311-320.

- Monczka, R.M., Trecha, S.J., 1988. Cost-based supplier performance evaluation. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 24, 2, 2-7.
- Murat, G., Çelik, N., 2007. Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Otel İşletmelerinde Hizmet Kalitesini Değerlendirme: Bartın Örneği. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 3, 6, 1-20.
- Ng, S.T., Skitmore, R.M., 1995. CP-DSS: decision support system for contractor prequalification. *Civil Engineering Systems: Decision Making Problem Solving*, 12, 2, 133-160.
- Opricovic, S., Tzeng, G.H., 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156, 445-455.
- Orçanlı, K., Özen, Ü., 2013. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Ahp Ve Topsis'in E-Kitap Okuyucu Seçiminde Uygulanması. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15, 282-311.
- Özgül, Ö. Yazgan, H.R., 2006. Bir İşletme İçin TOPSIS ve AHP Yöntemleri ile ERP Yazılımının Seçimi. 26. Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Konferansı, 3-5 Temmuz, Kocaeli.
- Özkan, B., Başlıgıl, H., Şahin, N., 2011. "Supplier Selection Using Analytic Hierarchy Process: An Application From Turkey. *Proceedings of the World Congress on Engineering 2011, Vol II, WCE 2011, July 6 - 8, 2011, London, U.K.*
- Pal, M.N., Choudhury, K., 2009. Exploring The Dimensionality Of Service Quality: An Application Of TOPSIS in the Indian Banking Industry. *Asia-Pacific Journal of Operational Research (APJOR)*, 26, 1, 115-133.
- Pan, A.C., 1989. Allocation of order quantities among suppliers. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 25, 2, 36-39.
- Papagapiou, A., Mingers, J., Thanassoulis, E., 1996. Would you buy a used car with DEA?. *OR Insight*, 10, 1, 13-19.
- Razi, F., 2014. A supplier selection using a hybrid grey based hierarchical clustering and artificial bee colony", *Decision Science Letters*, 3, 3, 259-268.
- Roa, C.P., Kiser, G.E., 1980. Educational buyers' perceptions of vendor attributes. *Journal of Purchasing Material Management*, 16, 25-30.
- Saaty, T.L., 1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Scandinavian. Journal of Forest Research*, 15, 234-281.
- Saaty, T.L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1, 1, 83-98.
- Saaty T.L., Tran L.T., 2007. On The Invalidity of Fuzzifying Numerical Judgments in The Analytic Hierarchy Process. *Mathematical and Computer Modelling*, 46, 962-975.
- Sadriani, A.A., Yoon, Y.S., 1994. A procurement decision support system in business volume discount environments. *Operations Research*, 42, 1, 14-23.
- Shemshadi, A., Toreihi, M., Shirazi, H., Tarokh, M.J., 2011. Supplier selection based on supplier risk: An ANP and fuzzy TOPSIS approach. *The Journal of Mathematics and Computer Science*, 2, 1, 111-121.
- Smytka, D.L., Clemens, M.W., 1993. Total cost supplier selection model: a case study. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 29, 1, 42-49.
- Soukup, W.R., 1987. Supplier selection strategies. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 23, 3, 7-12.
- SPSS Yardım Menüsü
- Stamm, C.L., Golhar, D.Y., 1993. JIT purchasing: Attribute classification and literature review. *Prod. Planning Control* 4, 3,, 273-282.
- Ha S.H., Krishnan, R., 2008. A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain. *Expert System with Application*, 34, 1303-1311.
- Supçiler, A.A., Çapraz, O., 2011. AHP-TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması. *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, 13, 1-22.
- Şahin, Y., Akyer, H., 2011. Ülke Kaynaklarının Verimli Kullanımı: 4x4 Arama ve Kurtarma Aracı Seçiminde AHS ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulaması. *SDÜ Vizyoner Dergisi*, 3, 5, 72-87.
- Tahriri, F., Osman, M.R., Ali, A., Yusuff, M., R., Esfandiary, A., 2008. AHP approach for supplier evaluation and selection in a steel manufacturing company. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 1, 2, 54-76.
- Tam, M.C.Y., Tummala, V.M.R., 2001. An Application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system. *Omega*, 29, 2, 171-182.
- Timmerman, E., 1986. An approach to vendor performance evaluation. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 1, 27-32.
- Triantaphyllou, E., 2000. *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Turner, I., 1988. An independent system for the evaluation of contract tenders. *Journal of the Operational Research Society*, 39, 6, 551-561.
- Triantaphyllou, E., Mann, S.H., 1995). *Using The Analytic Hierarchy Process For Decision Making In Engineering Applications: Some Challenges*.

- International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice, 2, 1, 35-44.
- Ulucan, A., 2004. Yöneylem Araştırması İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme. Siyasal Kitabevi, 1. Baskı, Ankara.
- Wang G., Huang, S. H., Dismukes, J. P., 2001. Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision-making methodology. International Journal of Production Economics, 91, 1, 1-15.
- Wang, J., Zhu, Y., 2012. Research on Third-party Reverse Logistics Provider Selection Based on Fuzzy Clustering in Perspective of Low-carbon Economy”, Communications in Information Science and Management Engineering, 2, 2, 63-66.
- Weber, C.A., 1991. A decision support system using multi-criteria techniques for vendor selection. University Micro lms International, Ann Arbor, MI.
- Weber, C.A., Current, J.R., 1993. A multiobjective approach to vendor selection. European Journal of Operational Research, 68, 173-184.
- Weber, C.A., Current, J.R., Desai, A., 1998. Non-cooperative negotiation strategies for vendor selection. European Journal of Operational Research, 108, 208-223.
- Weber, C.A., Desai, A., 1996. Determination of paths to vendor market efficiency using parallel coordinates representation: a negotiation tool for buyers. European Journal of Operational Research, 90, 142-155.
- Weber, C.A., Ellram, L.M., 1992. Supplier selection using multi-objective programming: a decision support system approach. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 23, 2, 3-14.
- Yang, C.C., Chen, B.S., 2006. Supplier selection using combined analytical hierarchy process and grey relational analysis. Journal of Manufacturing Technology Management, 17, 7, 926-941.
- Yaralıoğlu, K., 2001. Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Proses. DEÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16, 1, 129-142.
- Yurdakul, M. İç, Y. T., 2005. Development of a performance measurement model for manufacturing companies using the AHP and Topsis approaches. International Journal of Production Research, 43, 21, 4609-4641.
- Zenz, G., 1981. Purchasing and the Management of Materials. Wiley, New York.