



AHP-TOPSIS YÖNTEMİNE DAYALI TEDARİKÇİ SEÇİMİ UYGULAMASI*

Aliye Ayça SUPÇİLLER^a

Ozan ÇAPRAZ^b

Özet

Tedarikçi seçimi kararı bir şirketin başarılı olabilmesi için çok önemlidir. Doğru tedarikçilerin seçilmesi, şirketin satın alma maliyetlerini azaltacak, müşteri memnuniyetini arttıracak ve rekabet yeteneğini geliştirecektir. Bu çalışmada tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri birlikte bir işletmeye en uygun tedarikçinin seçilmesi amacıyla uygulanmıştır. Çalışmada, literatür incelendiğinde yaygın olarak kullanıldığı tespit edilen kalite, maliyet, teslimat ve hizmet kriterleri ana kriterler olarak belirlenmiştir ve bunların alt kriterleri tanımlanmıştır. AHP yöntemi ana kriterler ve alt kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi için, TOPSIS yöntemi ise tedarikçilerin sıralanması için kullanılmıştır. AHP yönteminde kriter ağırlıkları ve tutarsızlık oranları Super Decisions 2.0.8 programı ile elde edilmiştir. TOPSIS yönteminin adımları için Microsoft Excel 2007 hesaplamalarından yararlanılmıştır. Çalışma sonunda en önemli kriter “kalite” olarak belirlenmiş ve işletmenin mevcut tedarikçileri arasında “A2 tedarikçisi” en yüksek puana sahip tedarikçi olarak seçilmiştir.

Anahtar Kelimeler: AHP, TOPSIS, Tedarikçi Seçimi

Jel Sınıflaması: C01, C02, C44, C61, L73, M11

Abstract

The decision of the supplier selection is very important for a company to be successful. Selecting the right suppliers will decrease company's purchasing cost, increase customer satisfaction and improve the competition capacity. This paper is dealt with supplier selection problem. AHP and TOPSIS, multiple criteria decision making methods, are applied together to select the most suitable supplier for a business firm. Quality, cost, delivery and service criteria that are mostly used in literature are defined as main criteria in the paper, and also their sub-criteria are defined. AHP method is used to determine the importance degree of main criteria and sub-criteria, TOPSIS method is developed to rank the suppliers. In AHP method, the weights of criterion and inconsistency rate are obtained by Super Decision 2.0.8 program. Microsoft Excel 2007 is used in TOPSIS method. Finally, the most important criterion is determined as “quality” and among the present suppliers of the business firm, “A2 supplier” is selected as the one which has the highest score.

Keywords: AHP, TOPSIS, Supplier Selection

Jel Classification: C01, C02, C44, C61, L73, M11

* Yazarlar bu çalışmaya katkısı olan uzmana teşekkür etmektedir.

^a Öğr.Gör.Dr., Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Denizli,
Tel: 0 258 296 31 36, E-mail: asupciller@pau.edu.tr (İletişim Yazarı)

^b Yüksek Lisans Öğrencisi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği A.B.D.

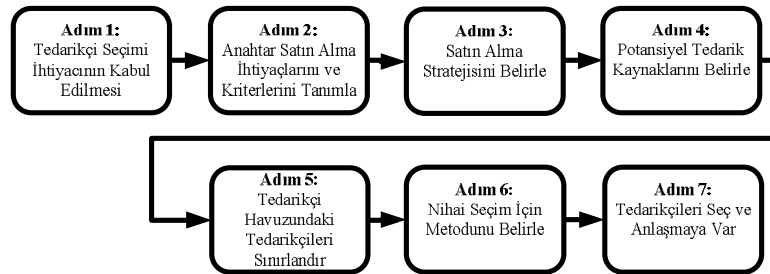
1. GİRİŞ

Tedarikçi seçimi problemi, en basit ifade ile üretim için gerekli hammaddelerin, yarı mamul ve diğer malzemelerin kimden ve ne kadar alınacağıın belirlenmesi olarak tanımlanabilir (Güner, 2005: 5). Doğru tedarikçilerle çalışmak bir işletmede satın alma maliyetlerini azaltacak, müşteri memnuniyetini arttıracak ve rekabet yeteneğini geliştirecektir. Birçok işletmede satın alma ve tedarik edilen hammadde ve yarı mamul maliyeti toplam maliyeti %70'ine kadar çıkmaktadır (Ghodsypour ve O'Brien, 1998: 199). Dolayısıyla günümüz yüksek rekabet ortamında etkili bir tedarikçi seçimi kararı, bir organizasyonun başarılı olmasında çok önemlidir (Liu ve Hai, 2005: 308).

Tedarikçi seçiminin amacı, bir işletmenin ihtiyacını karşılamak için ve kabul edilebilir maliyetle en yüksek potansiyele sahip tedarikçinin belirlenmesidir. Seçim işlemi, birbiriyle çelişen hem nicel hem de nitel kriterler dizisi kullanarak tedarikçilerin geniş bir karşılaştırılmasından oluşur. Potansiyel tedarikçilerin incelenmesinde kullanılan kriterler firmaların ihtiyaçlarına göre farklılık gösterebilir (Kahraman, Cebeci ve Ulukan, 2003: 382). Tedarikçi seçiminde karar vericiler tarafından düşünülen en popüler kriterler; kalite, teslimat, fiyat/maliyet, üretim yeteneği, servis, yönetim, teknoloji, araştırma ve geliştirme, finans, esneklik, itibar, ilişki, risk, güvenlik ve çevredir (Ho, Xu ve Dey, 2010: 21). Tedarikçi seçimi kararları farklı kriterlerin değerlendirilmesini içerdiği için bu süreç çok kriterli bir karar problemidir (Ho, Xu ve Dey, 2010: 16).

Seçim kriterleri ve yönteminin belirlenmesi tedarikçi seçiminin en önemli yanıdır (Kokangül ve Susuz, 2009: 1417).

Şekil 1'de verildiği gibi tedarikçi seçim süreci yedi adımdan oluşmaktadır (Mendoza, 2007: 7):



Şekil 1 Tedarikçi Seçim Süreci (Mendoza, 2007: 7)



Bu çalışmada, Türkiye’de faaliyet gösteren bir oluklu mukavva kutu üreticisi için tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Çalışmanın sonunda işletme için en uygun tedarikçinin seçilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla tedarikçi seçimi probleminin çözülmesi için AHP ve TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Seçim kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi için AHP yöntemi, tedarikçilerin sıralanması için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. AHP yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi sırasında Super Decisions 2.0.8. programı kullanılmıştır. Bu program yardımı ile kriter ağırlıkları ve tutarsızlıkları elde edilebilmektedir. TOPSIS yönteminin adımları için mevcut program bulunmaması nedeniyle Microsoft Excel 2007 hesaplamalarından yararlanılmıştır.

Literatürde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalara rastlamak mümkündür. Tsaur, Chang ve Yen (2002) havaalanlarında hizmet kalitesini değerlendirilmesi için; Madumjar, Sarkar ve Madumjar (2005) pamuk lifinin kalite değerlerinin belirlenmesi için; Yurdakul ve İç (2005) üretim şirketleri için bir performans ölçüm modeli geliştirilmesi için; Shyjjith, Ilangkumaran ve Kumanan (2008) tekstil endüstrisinde en iyi bakım teknolojisini seçilmesi için; Lin, Wang, Chen ve Chang (2008) müşteri odaklı ürün tasarım sürecinde; Ustasüleyman (2009) bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi için bu iki yöntemi birlikte kullanmışlardır.

Wang, Cheng ve Cheng (2009), tedarikçi seçimi probleminde bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanmıştır. Burada bulanık AHP uzmanların dilsel ağırlıklandırmasıyla bulanık ağırlıkları hesaplamak için, bulanık TOPSIS ise bulanık ağırlıkları ve bulanık dilsel puanları birleştirmek ve alternatifleri sıralamak için kullanılmıştır. Fazlollahtabar, Mahdavi, Ashoori, Kaviani ve Amiri (2011), tedarikçi seçiminde AHP, TOPSIS ve çok amaçlı lineer olmayan programlamayı kullanmışlardır. Araştırmacılar bu çalışmada, AHP ile tedarikçi seçim kriterlerinin ağırlıkları elde edilirken, TOPSIS metodu ile tedarikçiler sıralanmıştır. Seçilen tedarikçilerden optimum sipariş miktarının belirlenmesi için çok amaçlı lineer olmayan programlama kullanılmıştır.

Bu çalışma amacı doğrultusunda beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, konu hakkında genel bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde, literatür taraması yapılmış ve tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi konusunda literatürde kullanılan kriterler ile çözüm yöntemleri



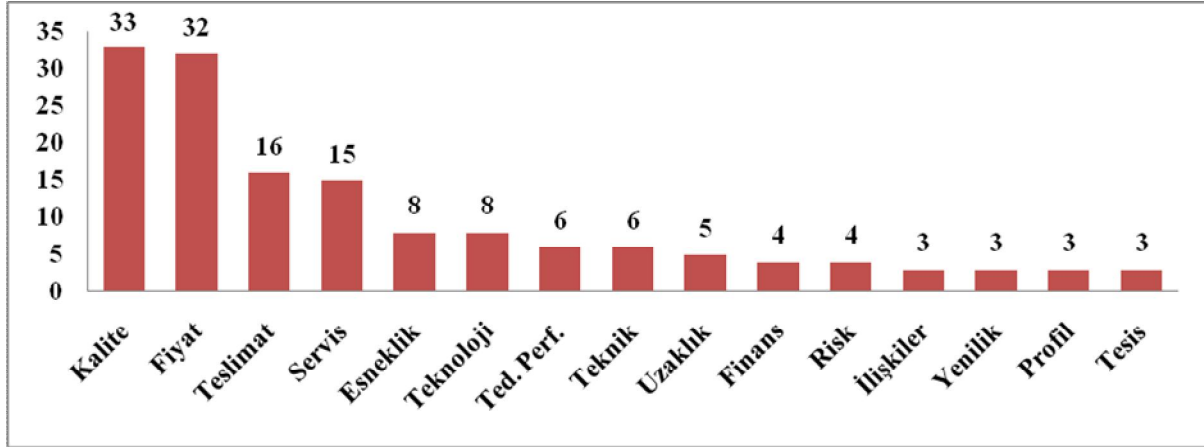
analiz edilmiştir. Üçüncü bölümde çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemlerinin metodolojisi anlatılmıştır. Dördüncü bölümde, AHP-TOPSIS yöntemi en uygun tedarikçinin seçilmesi amacıyla bir işletmeye uygulanmıştır. Son bölümde, sonuçlar ve bulgular yorumlanmıştır.

2.LİTERATÜR TARAMASI

2.1.Tedarikçi Seçim Kriterleri

Dickson (1966), yaptığı çalışmada 273 satın alma sorumlusu ve müdürü ile görüşmüş ve uyguladığı anketlerle tedarikçi değerlendirmede önemli bir yere sahip olan 23 adet kriter belirlemiştir. Kalite, teslimat, performans geçmişi, garanti ve sigorta politikası ile üretim araç-gereçleri kapasitesi sırasıyla en fazla önem sahip olan kriterler olarak belirlenmiştir. Weber vd. (1991), 1966 ile 1990 yılları arasında literatürde yapılmış tedarikçi seçimi ile ilgili 74 adet makale incelemiştir. Net Fiyat'ın 61 makale ile literatürde en fazla tartışılan kriter olduğu saptanmıştır. Net fiyatı, 44 makale ile Teslimat, 40 makale ile Kalite kriteri takip etmektedir (Akdeniz ve Turgutlu, 2007: 3).

Literatür taraması sonucunda en uygun tedarikçinin değerlendirilmesi ve seçilmesi için karar vericiler tarafından düşünülen kriterler Şekil 2'de verilmiştir. En popüler kriterler sırasıyla kalite, fiyat, teslimat, servis, esneklik, teknoloji, teknik, uzaklık vb. olarak belirlenmiştir (Bakınız Şekil 2). Her araştırmacı kendi çalışmasında farklı kriterleri kullanmıştır. **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de araştırmacılar tarafından iki ve daha az kullanılan kriterler verilmiştir (Tüm araştırmacılar tarafından 2 ve daha az kullanılan kriterler tabloda yer almamaktadır.).



Şekil 2 Tedarikçi Seçimi ve Değerlendirilmesinde Kullanılan Kriter Sıklıkları

2.2.Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları

Tedarikçi seçimi probleminde yaygın olarak AHP, ANP, Veri Zarflama Yöntemi, Bulanık Küme Teorisi, Matematiksel Programlama, SMART, ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE ve bu yöntemlerin entegrasyonu gibi çok kriterli karar verme yaklaşımları kullanılmaktadır (Bakınız Tablo 1). Genel tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi ile ilgili tam bir resim elde etmek için, Ho vd. (2010) tarafından hazırlanan güncel literatür araştırması incelenebilir.

3.YÖNTEM

3.1.Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi 1970'li yılların ortasında Pensilvanya Üniversitesinden Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen ölçme ve karar verme için kullanılan bir matematiksel teoridir (Saaty ve Niemira, 2006: 1). AHP literatürde yaygın olarak çalışılmıştır ve son 20 yılda çok kriterli karar verme ile ilgili neredeyse tüm uygulamalarda kullanılmıştır (Ho, 2008: 211). Bunun nedeni olarak, karar vericilerden tarafından kolay anlaşılabilir olması söylenebilir.

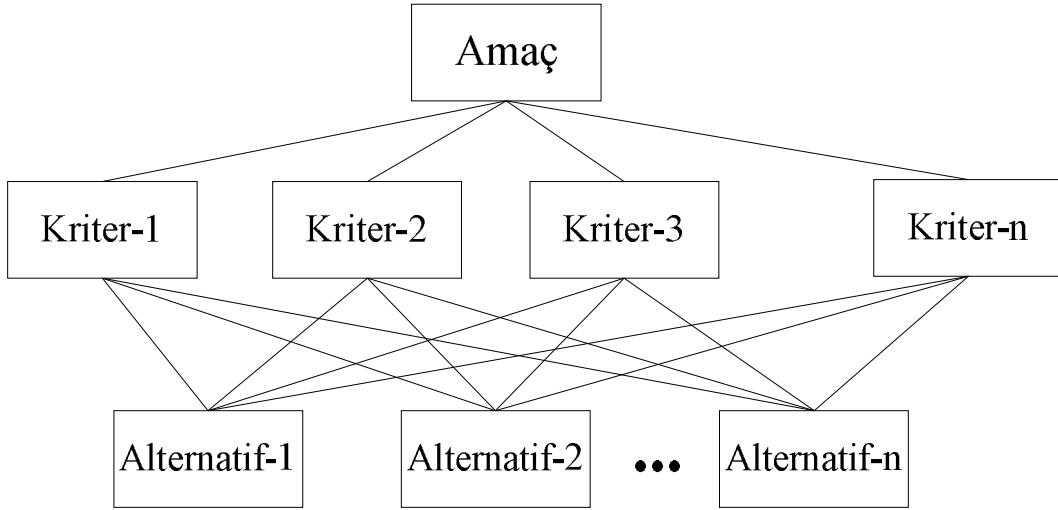
No	Yazar(lar)	Yıl	Yöntem(ler)	Ana Kriterler														Uygulama Alanı			
				Kal.	Fiy.	Ser.	Tes.	Esn.	Tek.	T.P.	Tekn.	Uza.	Fin.	Ri.	İliş.	Yen.	Pro.		Tes.		
1	Nydick ve Hill	1992	AHP	1	1	1	1														
2	Ghodsypour ve O'Brien	1998	AHP+LP	1	1	1															TZÜ Üreticisi
3	Boer vd.	1998	ELECTRE I	1	1							1									
4	Yahya ve Kingsman	1999	AHP	1			1				1		1							1	Girişimci Geliştirme Programı
5	Dağdeviren ve Eren	2001	AHP+0-1 GP	1	1				1	1											
6	Tam ve Tummala	2001	AHP	1	1																Telekomünikasyon Endüstrisi
7	Chan ve Chan	2004	AHP	1	1	1	1	1											1		İleri Teknoloji Endüstrisi
8	Wang vd.	2004	AHP+PGP		1		1	1												1	Varsaymsal Otomobil Üreticisi
9	Dağdeviren vd.	2005	ANP	1	1				1	1											
10	Yang ve Chen	2006	AHP+Gri İlişkisel Analiz	1	1	1	1				1	1	1								Dizüstü Bilgisayar Üreticisi
11	Seydel	2006	VZA, SMART	1	1	1	1		1												FBK Endüstrisi
12	Akman ve Alkan	2006	Bulanık AHP	1	1	1	1	1			1								1		Otomativ Yan Sanayii
13	Paksoy ve Güleş	2006	AHP	1	1				1	1		1									Tekstil Üreticisi
14	Chen vd.	2006	Bulanık TOPSIS	1					1							1					Yüksek Teknoloji Üreticisi
15	Chan ve Kumar	2007	Bulanık AHP	1	1	1									1				1		Üretim İşletmesi
16	Xia ve Wu	2007	AHP+MOMIP	1	1	1															Varsaymsal Ömek
17	Seçme ve Özdemir	2008	Bulanık AHP	1	1			1	1							1					Mobilya Üreticisi
18	Chan vd.	2008	Bulanık AHP	1	1	1										1					Üretim İşletmesi
19	Chou ve Cheng	2008	Bulanık SMART	1	1		1				1										Bilgi Teknolojileri Endüstrisi
20	Dağdeviren ve Eraslan	2008	PROMETHEE	1	1			1	1	1		1									Elektronik Sektörü
21	Ecer ve Küçük	2008	AHP	1	1		1													1	Mağazalar Zinciri
22	Mendoza vd.	2008	AHP+PGP	1	1	1	1	1													Üretim İşletmesi
23	Kirytopoulos vd.	2008	ANP	1	1	1									1					1	İlaç Endüstrisi
24	Wang vd.	2009	Bulanık Hiyerarşik TOPSIS	1	1	1															Batarya Üreticisi
25	Boran, Genç vd.	2009	Sezgisel Bulanık TOPSIS	1	1					1						1					Otomativ Sanayii
26	Lin	2009	Bulanık ANP+MOLP	1	1		1				1										
27	Ku vd.	2010	Bulanık (AHP+GP)	1	1	1										1					Elektronik Sektörü
28	Lin vd.	2010	ANP+TOPSIS+LP	1	1	1	1														Elektronik Sektörü
29	Bagheri ve Tarokh	2010	AHP+Bulanık TOPSIS	1	1	1															Otomativ Sanayii
30	Özdemir	2010	AHP	1	1		1	1			1	1	1							1	Otomativ Sanayii
31	Chamodrakas vd.	2010	Bulanık (AHP+Prog.)	1	1		1														Elektronik Pazaryeri
32	Şevkli	2010	ELECTRE, Bulanık ELECTRE	1	1					1			1								Otomativ Yan Sanayii
33	Sanayei vd.	2010	Bulanık VIKOR	1	1			1	1												Otomativ Yan Sanayii
34	Fazlollahtabar vd.	2011	AHP+TOPSIS+MONLP	1	1	1	1												1		Elektronik Market

Kal.-Kalite,Fiy.-Fiyat, Tes.-Teslimat,Ser.-Servis,Esn.-Esneklik,Tek.-Teknoloji,T.P.-Tedarik Performansı,Tekn.-Teknik,Uza.-Uzaklık,Fin.-Finans,Ri.-Risk,İliş.-İlişki,Yen.-Yenilik,Pro.-Profil,Tes.-Teslimat,LP-Lineer Programlama,GP-Hedef Programlama,PGP, Öncelikli Hedef Programlama,MOMIP-Çok Amaçlı Karışık Tam Sayılı Programlama,MOLP-Çok Amaçlı Lineer Programlama,MONLP-Çok Amaçlı Liner Olmayan Programlama,Prog.-Programlama

Tablo 1 Literatür Taraması

AHP yönteminin uygulama adımları şu şekildedir:

1.Adım: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Karar amacı ile tepeden başlayarak karar hiyerarşisi oluşturulur. Orta seviyede kriterler ve en düşük seviyede ise alternatifler bulunur (Saaty, 2008: 85). Şekil 3'de AHP yönteminin hiyerarşik yapısı verilmiştir.



Şekil 3 AHP Hiyerarşik Yapısı

2.Adım: İkili Karşılaştırma Matrisleri (A) ve Üstünlüklerin Belirlenmesi: Amaç, kriterler ve alt kriterler belirlendikten sonra kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarında önem derecelerinin belirlenmesi için 1 numaralı ifadede gösterilen (nxn) ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (Saaty, 1990: 12). Karar verici kriter matrisi veya alternatif matrisi için kriterleri veya alternatifleri ikili olarak karşılaştırır.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{21} & a_{31} & \dots & a_{n1} \\ \frac{1}{a_{21}} & 1 & a_{32} & \dots & a_{n2} \\ \frac{1}{a_{31}} & \frac{1}{a_{32}} & 1 & \dots & a_{n3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \frac{1}{a_{n3}} & \dots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (1)$$

1 numaralı eşitlikte yer alan her bir ölçütün, amaca katkısı açısından göreceli önemleri ve her bir hedefin de ölçütler yönünden üstünlükleri, uygulayıcıların yargılarına göre, ikili karşılaştırma yolu ile belirlenir. Burada üstünlüklerin belirlenmesi için Saaty tarafından geliştirilen ve

Tablo 2’de verilen önem ölçeği kullanılmalıdır (Saaty, 1990: 15).

Tablo 2 AHP Önem Ölçeği (Saaty, 1990: 15)

Sayısal Değer	Tanım
1	Öğeler eşit önemde veya aralarında kayıtsız kalınıyor.
3	1. öğe 2.'ye göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor.
5	1. öğe 2.'ye göre fazla önemli veya fazla tercih ediliyor.
7	1. öğe 2.'ye göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor.
9	1. öğe 2.'ye göre aşırı derecede önemli veya aşırı derecede tercih ediliyor.
2,4,6,8	Ara değerler

3.Adım: Özvektörün (Görelî Önem Vektörünün) Belirlenmesi: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasından sonraki adım, ilgili matristeki her bir öğenin diğer öğelere göre önemini gösteren özvektörün hesaplanmasıdır (Sipahioğlu, 2008: 5). Matrisin $n \times 1$ boyutunda özvektörü şu şekilde belirlenmektedir:

$i=1,2,3,\dots,n$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere;

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad w_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n} \quad (2)$$

Kriterlerin yüzde önem dağılımlarını belirlemek için $W = [w_i]_{n \times 1}$ şeklindeki sütun vektörlerinin hesaplanması gerekmektedir. W sütun vektörü, 2 numaralı eşitlikte belirtilen b_{ij} değerlerinin meydana getirdiği matrisin satır elemanlarının aritmetik ortalamasından elde edilir.

4.Adım: Özvektörün Tutarlılığının Hesaplanması: Her ikili karşılaştırma matrisi için tutarlılık oranı (CR) hesaplanır ve bu oran için üst limitin 0,10 olması istenir. Oranın 0,10'un üstünde olması, karar vericinin yargılarında tutarsızlık olduğunu ifade eder. Bu durumda, yargıların iyileştirilmesi gerekmektedir. CR değerine ulaşmak için öncelikle A matrisinin en büyük özvektörünü (λ_{\max}) hesaplamak gerekmektedir (eşitlik 4).



$i=1,2,3,\dots,n$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere,

$$D = [a_{ij}]_{n \times n} \times [w_i]_{n \times 1} = [d_i]_{n \times 1} \quad (3)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{w_i}}{n} \quad (4)$$

Tutarlılık oranının hesaplanmasında ihtiyaç duyulan bir başka değer ise rassallık endeksi (RI)'dir. Sabit sayılardan meydana gelen ve n değerine göre belirlenen RI değerlerinin yer aldığı veriler Tablo 3'de verilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda CR değerinin hesaplanması 5 numaralı eşitlikte verilmiştir.

$$CR = \frac{\lambda - n}{(n - 1) \cdot RI} \quad (5)$$

Tablo 3 Rassallık Endeksi Verileri (Güner, 2005: 42)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

5.Adım: Hiyerarşik Yapının Genel Sonucunun Elde Edilmesi: Önceki dört aşama, hiyerarşik yapının tamamı için hesaplanır. Bu aşamada hiyerarşik yapıdaki n tane ölçütün her birinin meydana getirdiği $m \times 1$ boyutundaki üstünlük sütun vektörleri bir araya getirilerek $m \times n$ boyutundaki DW karar matrisi oluşturulur. Elde edilen matrisin ölçütler arası W üstünlük vektörü ile çarpımı sonucunda R sonuç vektörüne ulaşılır (eşitlik 7).

$i=1,2,3,\dots,m$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere,

$$DW = [w_{ij}]_{m \times n} \quad (6)$$

$$R = DW \times W \quad (7)$$

3.2.TOPSIS

Hwang ve Yoon (1981) tarafından çok kriterli karar verme tekniği olarak geliştirilmiştir (Shyjith vd., 2008: 376). Hwang ve Yoon, TOPSIS yöntemini çözüm alternatifinin pozitif-ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafe düşüncesine göre oluşturmuşlardır (Monjezi vd., 2010: 2).

TOPSIS metodunda aşağıdaki adımlar izlenir:

1.Adım: Amaçların belirlenmesi ve değerlendirme kriterlerinin tanımlanması

2.Adım: Karar Matrisinin (D) oluşturulması: Karar matrisinde, alternatifler ($a_1 \dots a_n$) alt alta sıralanır ve karşılarında her bir kriterin alternatiflere göre gösterdikleri özellikler ($y_{1k} \dots y_{nk}$) listelenir (Yurdakul ve İç, 2003: 11–12). Karar matrisinin oluşturulması 8 numaralı eşitlikte verilmiştir.

$$D = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1k} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nk} \end{bmatrix} \quad (8)$$

3.Adım: Normalleştirilmiş Karar Matrisinin (R) Oluşturulması: Karar matrisindeki kriterlere ait puan veya özelliklerin kareleri toplamının karekökü alınarak matris normalize edilir (Yurdakul ve İç, 2003: 11–12). Normalleştirme işlemi için 9 numaralı eşitlik kullanılır ve normalizasyon işlemi sonunda 10 numaralı eşitlikte gösterilen R matrisi elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n y_{ij}^2}} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (9)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nk} \end{bmatrix} \quad (10)$$

4.Adım: Ağırlıklı Normalleştirilmiş Karar Matrisinin (V) Oluşturulması: w_j : her bir j.kriterin ağırlığı olmak üzere, amaca göre normalize edilmiş karar matrisinin elemanlarının kriterlere verilen önemler doğrultusunda görelî ağırlık değerleri bulunur (Monjezi vd., 2010: 3).

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1k} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nk} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Daha sonra 10 numaralı eşitlikte verilen R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar 11 numaralı eşitlikte verilen ilgili w_j değeri ile çarpılarak 12 numaralı eşitlikte gösterilen V matrisi oluşturulur (Monjezi vd., 2010: 3).



$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1k} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{n1} & v_{n2} & \dots & v_{nk} \end{bmatrix} \quad (12)$$

5.Adım: İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması: Pozitif ideal çözüm ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin en iyi performans değerlerinden oluşurken negatif ideal çözüm en kötü değerlerinden oluşur (Shyjith vd., 2008: 381). İdeal çözümler 13 ve 14 numaralı eşitlikler kullanarak hesaplanabilmektedir.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \mid j \in I), (\min_i v_{ij} \mid j \in J) \right\} \quad (13)$$

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} \mid j \in I), (\max_i v_{ij} \mid j \in J) \right\} \quad (14)$$

Her iki formülde de I fayda (maksimizasyon), J ise maliyet (minimizasyon) değerini göstermektedir (Monjezi vd., 2010: 3). 13 numaralı eşitlikten elde edilen değerler $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_k^*\}$ biçiminde ve 14 numaralı eşitlikten elde edilen değerler $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_k^-\}$ şeklinde gösterilebilir.

6.Adım: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması: Alternatifler arasındaki ayırım (mesafe) ölçülür. Her alternatifin pozitif- ideal çözümden olan mesafesi 15 numaralı eşitlikteki gibi hesaplanır (Monjezi vd., 2010: 3):

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (15)$$

Aynı şekilde negatif- ideal çözümden olan mesafelerde 16 numaralı eşitlikteki gibi hesaplanır (Monjezi vd., 2010: 3):

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (16)$$

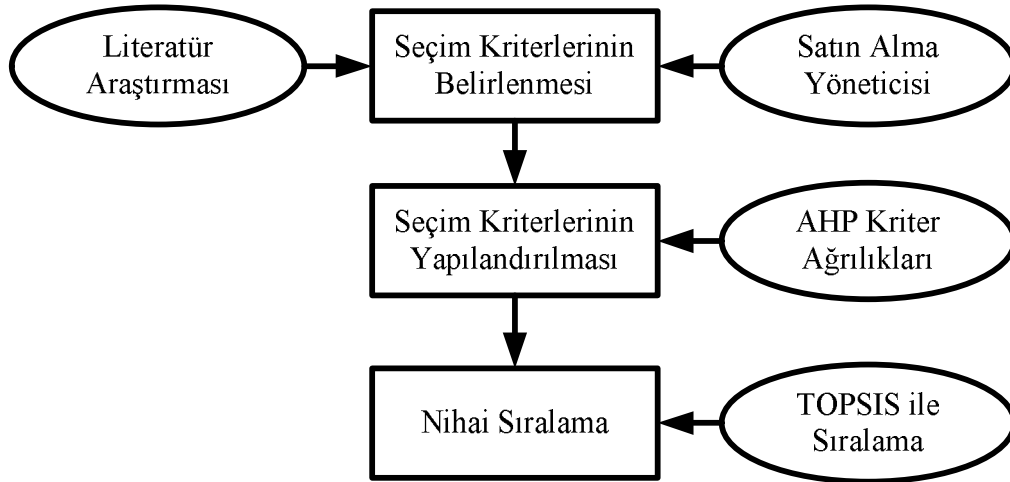
7.Adım: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması: 17 numaralı eşitlikten yararlanarak ideal çözüme göreli yakınlık (C_i^*) hesaplanır (Monjezi vd., 2010: 3):

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad (17)$$

8.Adım: Alternatifler ideal çözüme göreli yakınlık (C_i^*) değerlerine göre sıralanırlar. Maksimum C_i^* değeri seçilir (Monjezi vd., 2010: 3).

3.3.Amaçlanan AHP-TOPSIS Yöntemi

AHP ve TOPSIS yöntemlerinin birleştirilmesinden oluşan bu entegre yaklaşım üç aşamadan oluşmaktadır: (1) Seçim kriterlerinin belirlenmesi, (2) Seçim kriterlerinin yapılandırılması, (3) Alternatiflerin sıralanması.



Şekil 4 Amaçlanan AHP-TOPSIS Yöntemi Aşamaları

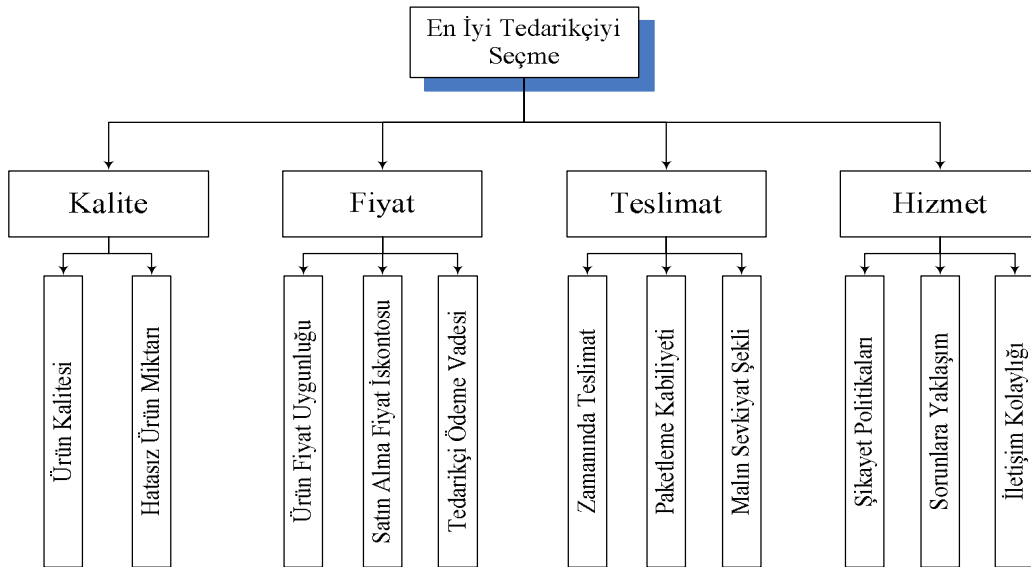
4. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde Türkiye’de faaliyet gösteren ve oluklu mukavva kutu üreten bir firmanın tedarikçi seçimi problemine çözüm bulunması amaçlanmaktadır. Firma üretiminde girdi olarak kağıt, mürekkep, nişasta, boraks, kağıt kimyasalları, tutkal vb. hammaddeler ve klişe, kalıp gibi ara mallar kullanmaktadır. Firmanın üretimde kullandığı hammaddelerin yaklaşık %70’ini kağıt oluşturmaktadır. Dolayısıyla firma için önemli bir maliyet unsuru olan ve üretimde büyük miktarda girdi olarak kullanılan kağıt tedarikçilerinin seçilmesi için bir dizi işlem yapılmıştır.

Tedarikçinin seçiminde belirlenen ilgili kriterlerin ağırlıklarının elde edilmesi için AHP yöntemi uygulanmıştır. AHP yönteminin uygulanması için Super Decisions 2.0.8 programı kullanılmıştır. Elde edilen bu kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemi ile tedarikçiler sıralanmış ve en iyi tedarikçi belirlenmiştir. Uygulama adımları sırasıyla aşağıda verilmiştir:

4.1. Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi

İşletmenin tedarikçi seçimi probleminde kullanılacak kriterlerin belirlenmesi için; Bölüm 2.1.'de verilen tedarikçi seçim kriterleri ile ilgili literatür taraması sonunda tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesinde kullanılan en popüler kriterler belirlenmiştir (Şekil 2). Bu kriterler içerisinde işletmenin satın alma yöneticisi ile yapılan görüşme sonucunda tedarikçi seçiminde kullanılacak kriterler: kalite, fiyat, teslimat ve hizmet olarak belirlenmiştir. Bu ana kriterlerin alt kriterleri tanımlanmıştır. Kriterlerin belirlenmesi sonunda oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5 Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Kriter ve Alt Kriterler

Belirlenen kriterlerin tanımları şu şekildedir:



Kalite: Üretilen ürünün kalitesi üreticinin sorumluluğu olduğu kadar üreticiye mamul üretiminde kullanılmak üzere parça, yarı mamul ve malzeme sağlayan tedarikçinin de sorumluluğudur (Akman ve Alkan, 2006: 27). Tedarikçiden gelen ürünlerin kaliteli olmasının yanı sıra tedarikçiye geri iade edilen ürünlerin oranı da önemlidir. Kalite kriterinin alt kriterleri şu şekildedir: Ürün Kalitesi ve Hatasız Ürün Miktarı.

Teslimat: Teslimat ana kriteri, tedarikçiden satın alınan ürünlerin güvenilir bir şekilde teslim edilmesini ve sağladığı ürünleri hızlı bir şekilde teslim etmesini kapsamaktadır (Akman ve Alkan, 2006: 27). Tedarikçinin önceden belirlenmiş bir teslimat çizelgesine uyması, teslim alınacak ürünün yolda karşılaşılabilecek sorunlara karşı muhafazalı bir şekilde paketlenmesi ve üretici-tedarikçi arasında yapılan anlaşmayla belirlenen malın sevkiyat şekli teslimat kriteri içerisinde değerlendirilmektedir. Teslimat kriterinin alt kriterleri şu şekildedir: Zamanında Teslimat, Malın Sevkiyat Şekli ve Paketleme Kabiliyeti.

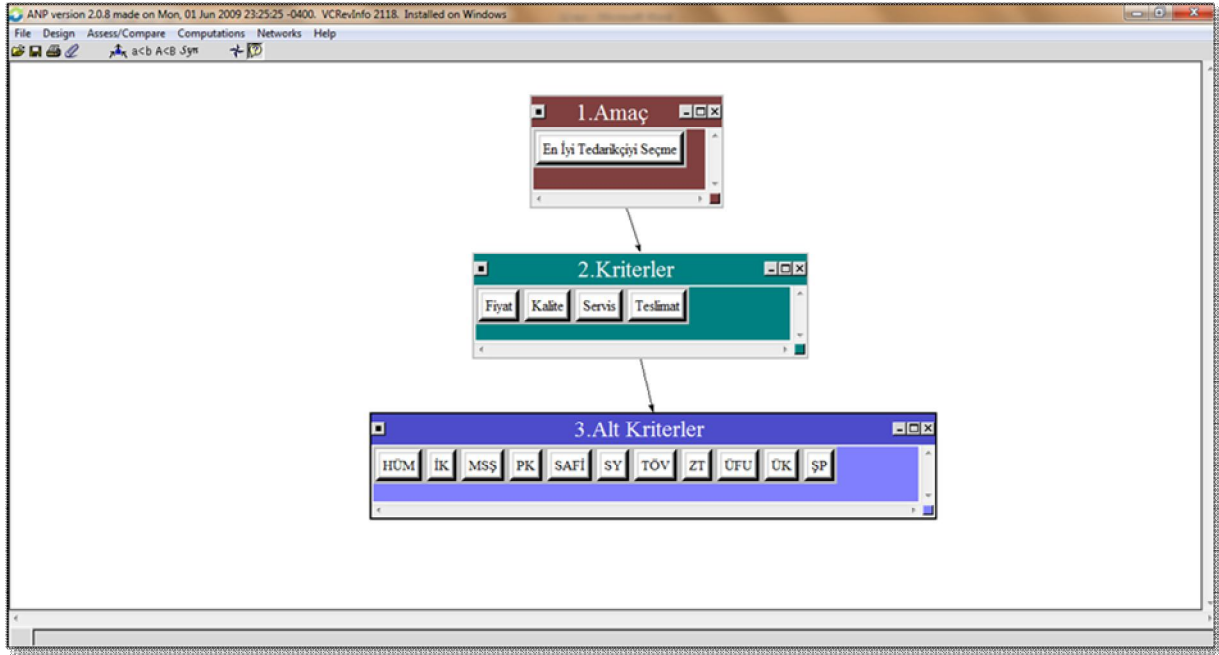
Fiyat: Üretici firmalar karlılıklarını arttırmak için ürünlerinde kullandıkları malzemeleri mümkün olduğunca minimum fiyata yani firmalar ürünlerin üretimi ile ilgili maliyetleri minimize edecek düşük maliyetli tedarik kaynağı bulmak isterler (Akman ve Alkan, 2006: 28). Bu kapsamda fiyat kriteri; tedarikçinin diğer tedarikçilere göre daha uygun fiyat vermesini, alınan ürün miktarına göre diğer tedarikçilere göre daha yüksek oranda fiyat indirimi uygulamasını ve sağladığı ödeme vadesi türünü kapsamaktadır. Fiyat kriteri alt kriterleri: Ürün Fiyat Uygunluğu, Satın Alma Fiyat İskontosu ve Tedarikçi Ödeme Vadesi.

Hizmet: Tedarikçinin sunduğu hizmet de tedarikçi seçiminde önemli bir kriterdir (Akman ve Alkan, 2006: 27). Hizmet kriteri; tedarikçi firmanın şikâyetler ile yakından ilgilenmesini, üretici-tedarikçi arasındaki iletişimin kolaylığını ve ürünleri satın alan üreticilerin şikâyetlerine karşı tedarikçilerin sağladıkları politikaları kapsamaktadır. Hizmet kriteri alt kriterleri: Şikâyet Politikaları, Sorunlara Yaklaşım ve İletişim Kolaylığı.

4.2. Seçim Kriterlerinin Ağırlıklarının Elde Edilmesi

Seçim kriterlerin ağırlıklarının elde edilmesi için AHP yöntemi uygulanmıştır. AHP yönteminin uygulanması için Super Decisions 2.0.8 programı kullanılmıştır. Super Decisions 2.0.8. programında amaç, kriterler ve alt kriter tanımlanmış ve Şekil 6'da verilen en iyi tedarikçiyi seçme amaçlı hiyerarşik yapı oluşturulmuştur.

Hiyerarşik yapının oluşturulmasıyla bir sonraki adım ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasıdır. Burada ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken firmanın faaliyet gösterdiği sektörde uzman kişinin (satın alma yöneticisi) her bir kriteri diğeriyle kıyaslamasıyla vermiş olduğu cevapların matrise işlenmesi gerçekleştirilir. Satın alma yöneticisinden alınan bu yargılar Super Decisions 2.0.8 programında girilmiş ve kriterlerin önem dereceleri elde edilmiştir. Kriter önem dereceleri elde edilirken uzman yargılarının tutarsızlık oranları kontrol edilmiştir. Eğer uzman kişinin tutarsızlık oranları 0,1'den büyük çıksaydı yargıların gözden geçirilmesi gereklidir.



Şekil 6 Hiyerarşinin Super Decisions 2.0.8 Programında Yapılandırılması

Şekil 6'da verilen Super Decisions 2.0.8. programında tedarikçi seçimi problemi hiyerarşisinin sentezlenmesi sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4 Seçim Kriterlerinin Ağırlıkları

Ana Kriter	Alt Kriter	Kriter Önem Derecesi
Teslimat 0.159973	Zamanında Teslimat (ZT)	0,103715
	Malın Sevkiyat Şekli (MSŞ)	0,036738
	Paketleme Kabiliyeti (PK)	0,019520
Fiyat 0.262640	Ürün Fiyat Uygunluğu (ÜFU)	0,141724
	Satın Alma Fiyat İskontosu (SAFİ)	0,042922

	Tedarikçi Ödeme Vadesi (TÖV)	0,077994
Kalite 0.510951	Ürün Kalitesi (ÜK)	0,340634
	Hatasız Ürün Miktarı (HÜM)	0,170317
Hizmet 0.066436	Şikâyet Politikaları (ŞP)	0,006470
	Sorunlara Yaklaşım (SY)	0,022128
	İletişim Kolaylığı (İK)	0,037838

4.3. Tedarikçilerin Sıralanması

Elde edilen seçim kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemi ile tedarikçiler sıralanmış ve en iyi tedarikçi belirlenmiştir. Seçilmek üzere, kâğıt üreten A1, A2, A3 ve A4 olmak üzere 4 tedarikçi ele alınmıştır. Bu aşamada uzman kişi belirlenen kriterler için tedarikçilere 1 ile 10 puan arasında puanlar vermiştir. Bu puanlar ve elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak tedarikçiler sıralanmıştır. Uzman kişinin tedarikçi performanslarını değerlendirdiği veriler kullanılarak Tablo 5’de bulunan karar matrisi elde edilmiştir. Karar matrisinin en alt satırında her bir kriterin önemini gösteren ağırlık değerleri bulunmaktadır.

Tablo 5 Karar Matrisi

	ZT	MŞŞ	PK	ÜFU	SAFİ	TÖV
A1	10	8	6	2	3	4
A2	8	10	7	4	5	6
A3	5	3	8	6	7	9
A4	3	5	10	8	10	7
Ağırlık	0,103715	0,036738	0,019520	0,141724	0,042922	0,077994
	ÜK	HÜM	ŞP	SY	İK	
A1	10	8	7	10	10	
A2	9	8	6	8	10	
A3	7	6	3	4	8	
A4	5	4	2	6	8	
Ağırlık	0,340634	0,170317	0,006470	0,022128	0,037838	

Topsis yöntemi adımlarının uygulanmasından sonra en iyi tedarikçiyi seçme amacı ile değerlendirmeye alınan tedarikçiler içerisinde A2 tedarikçisinin en yüksek puana sahip olduğu, A4 tedarikçisinin ise en düşük puana sahip olduğu görülmektedir (Şekil 7).

İdeal ve Negatif İdeal Çözümler:

$$A^- = \left\{ \begin{array}{l} 0.02211; 0.00783; 0.00742; 0.02588; 0.009519; 0.023125; 0.050779; \\ 0.001307; 0.006022; 0.016714 \end{array} \right\}$$

$$A^* = \left\{ \begin{array}{l} 0.07371; 0.02611; 0.01237; 0.1035; 0.052032; 0.213313; 0.101557; \\ 0.004575; 0.015056; 0.020893 \end{array} \right\}$$

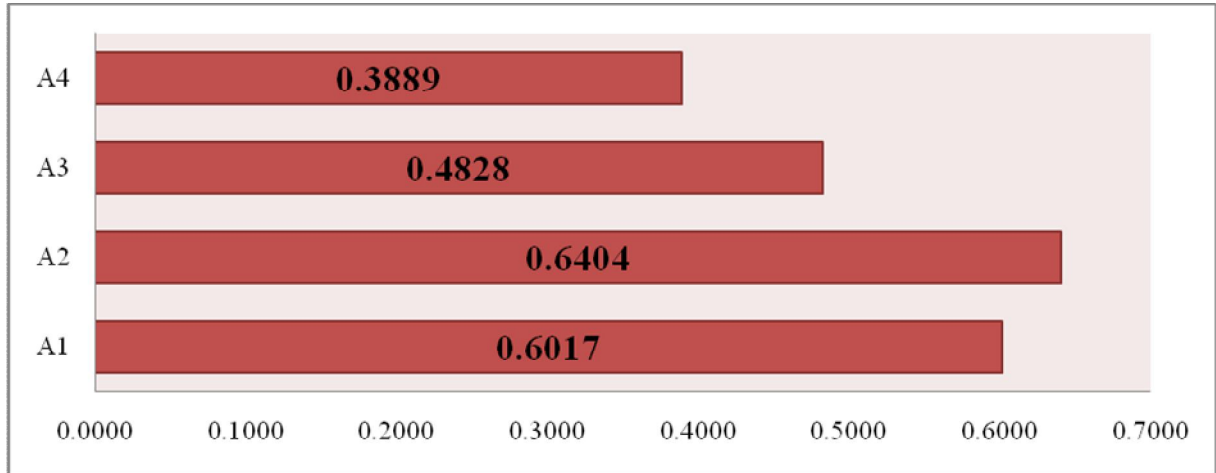
Ayırım Ölçüleri:

$$S_i^* = (0,08606; 0,062659; 0,085465; 0,130325)$$

$$S_i^- = (0,129986; 0,111609; 0,079771; 0,08295)$$

İdeal Çözüme Göreli Yakınlıklar:

$$C_i^* = (0,601658; 0,640444; 0,48277; 0,388933)$$



Şekil 7 Tedarikçi Puan Sıralamaları

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada oluklu mukavva kutu üreticisi bir firma için önemli bir maliyet unsuru olan ve üretimde büyük miktarda girdi olarak kullanılan kağıt tedarikçilerinin seçilmesi için bir dizi işlem yapılmıştır. İlk olarak literatürde yer alan bilgiler incelenerek araştırmacılar tarafından kullanılan en popüler kriterler belirlenmiş ve satın alma yöneticisi ile birlikte işletmenin tedarikçi seçimi problemi için uygun kriterler belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıkları AHP yöntemi ile hesaplanmıştır (Kalite: 0,51; Fiyat: 0,26; Teslimat: 0,16; Hizmet: 0,07). Bu hesaplanan kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemi ile tedarikçiler sıralanmıştır. İşletmenin mevcut tedarikçileri arasından A2 tedarikçisi en yüksek puana sahip tedarikçi olarak belirlenmiştir.



Çalışmada, literatürde sıkça kullanılan ve karar vericiler tarafından kolayca anlaşılabilen AHP yöntemi ile ideal çözümden en yakın uzaklığa dayanan TOPSIS yöntemi birlikte kullanılmıştır. Kullanılan kriterler işletmelerin özelliklerine göre farklılık gösterebilir. Her firma tedarikçisini seçerken kendi özelliğine uygun kriterler belirleyerek bu bütünleşmiş yöntemi uygulayabilir.

AHP ile bütünleşmiş PROMETHEE veya ELECTRE gibi diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ve işletmeler için en iyi tedarikçinin seçilmesinde kullanılabilir ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Ayrıca tedarikçi seçimi problemlerinde birbirini etkileyen kriterler olması durumunda, kriterler ve seçenekler arasındaki etkileşimi dikkate alan Analitik Serim Süreci kullanılarak kriter ağırlıkları elde edilebilir. Karar verme süreçlerindeki belirsizlikler nedeniyle bulanık teori, karar verme sürecine dahil edilebilir.

KAYNAKÇA

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), s.1-17

Akman, G., Alkan, A., (2006/1), Tedarik zinciri yönetiminde bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: otomotiv yan sanayinde bir uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(9), s.23-46

Bagheri, F., Tarokh, M.J., (2010), A fuzzy approach for multi-objective supplier selection, International Journal of Industrial Engineering & Production Research, 21(1), p.1-9

Boer, de L., Wegen, van der L., Telgen, J., (1998), Outranking methods in support of supplier selection, European Journal of Purchasing & Supply Management, 4, p.109-118

Boran, F.E., Genç, S., Kurt, M., Akay, D., (2009), A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method, Expert Systems with Applications, 36, p.11363-11368

Chamodrakas, I., Batis, D., Martakos, D., (2010), Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP, Expert Systems with Applications, 37, p.490-498



Chan, F.T.S., Chan, H.K., (2004), Development of the selection model-a case study in the advanced technology industry, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B-Journal of Engineering Manufacture, 218(12), p.1807-1824

Chan, F.T.S., Kumar, N., (2007), Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach, Omega, 35, p.417-431

Chan, F.T.S., Kumar, N., Tiwari, M.K., Lau, H.C.W., Choy, K.L., (2008), Global supplier selection: a fuzzy-AHP approach, International Journal of Production Research, 46(14), p.3825-3857

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, p.289-301

Chou, S.-Y., Chang, Y.-H., (2008), A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy SMART approach, Expert Systems with Applications, 34, p.2241-2253

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), s.41-52

Dağdeviren, M., Eraslan, E., Kurt, M., Dizdar, E.N., (2005), Tedarikçi seçimi probleminde analitik ağ süreci ile alternatif bir yaklaşım, Teknoloji, 8(2), s.115-122

Dağdeviren, M., Eraslan, E., (2008), PROMETHEE sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 23(1), s.69-75

Fazlollahtabar, H., Mahdavi, I., Ashoori, M.T., Kaviani, S., Mahdavi-Amiri, N., (2011), A multi-objective decision-making process of supplier selection and order allocation for multi-period scheduling in an electronic market, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 52, p.1039-1052

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, p.199-212

Güner, H., (2005), Bulanık AHP ve bir işletme için tedarikçi seçimi problemine uygulanması, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 133 s.



Ho, W., (2008), Integrated analytic hierarchy process and its applications-A literature review, *European Journal of Operational Research*, 186, p.211-228

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(1), p.16-24

Kahraman, C., Cebeci, U., Ulukan, Z., (2003), Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP, *Logistics Information Management*, 16(6), p.382-394

Kirytopoulos, K., Leopoulos, V., Voulgaridou, D., (2008), Supplier selection in pharmaceutical industry an analytic network process approach, *Benchmarking: An International Journal*, 15(4), p.494-516

Kokangül, A., Susuz, Z., (2009), Integrated analytical hierarchy process and mathematical programming to supplier selection problem with quantity discount, *Applied Mathematical Modelling*, 33(3), p.1417-1429

Ku, C.-Y., Chang, C.-T., Ho, H.-P., (2010), Global supplier selection using fuzzy analytic hierarchy process and fuzzy goal programming, *Qual Quant*, 44, p.623-640

Lin, R.-H., (2009), An integrated FANP-MOLP for supplier evaluation and order allocation, *Applied Mathematical Modelling*, 33, p.2730-2736

Lin, C.-T., Chen, C.-B., Ting, Y.-C., (2010), An ERP model for supplier selection in electronics industry, *Expert Systems with Applications*, 38(3), p.1760-1765

Liu, F.-H.F., Hai, H.L., (2005), The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier, *International Journal of Production Economics*, 97(3), p.308-317

Lin, M.-C., Wang, C.-C., Chen, M.-S., Alec Chang, C., (2008), Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process, *Computers in Industry*, 59, p.17-31

Madumjar, A., Sarkar, B., Madumjar, P.K., (2005), Determination of quality value of cotton fibre using hybrid AHP-TOPSIS method of multi-criteria decision-making, 96(5), p.303-309

Mendoza, A., (2007), Effective methodologies for supplier selection and order quantity allocation, The Pennsylvania State University The Graduate School, Doctor of Philosophy, 174 p.

Mendoza, A., Santiago, E., Ravindran, A.R., (2008), A three-phase multicriteria method to the supplier selection problem, *International Journal of Industrial Engineering*, 15(2), p.195-210



Monjezi, M., Dehghani, H., Singh, T.N., Sayadi, A.R., Gholinejad, A., (2010), Application of TOPSIS method for selecting the most appropriate blast design, Arabian Journal of Geosciences

Nydick, R.L., Hill, R.P., (1992), Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure, International Journal of Purchasing and Materials Management, 28(2), p.31-36

Özdemir, A., (2010), Ürün grupları temelinde tedarikçi seçim probleminin ele alınması ve analitik hiyerarşi süreci ile çözülmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 2(1), s.55-84

Paksoy, T., Güleş, H.K., (2006/4), Analytic hierarchy process for supplier selection problem in supply chain management: case study of a textile manufacturer firm, Journal of Engineering and Natural Sciences, p.100-109

Saaty, T.L., (1990), How to make a decision: the analytic hierarchy process, European Journal of Operational Research, 48, p.9-26

Saaty, T.L., (2008), Decision making with the analytic hierarchy process, International Journal of Services Sciences, 1(1), p.83-98

Saaty, T.L., Niemira, M.P., (2006), A framework for making a better decision, Research Review, 13(1)

Sanayei, A., Mousavi, S.F., Yazdankhah, A., (2010), Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment, Expert Systems with Applications, 37, p.24-30

Seçme, N., Özdemir, A.İ., (2008), Bulanık analitik hiyerarşi yöntemi ile çok kriterli stratejik tedarikçi seçimi: Türkiye örneği, Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi, 22(2), s.175-191

Seydel, J., (2006), Data envelopment analysis for decision support, Industrial Management & Data Systems, 106(1), p.81-95

Shyjith, K., Ilangkumaran, M., Kumanan, S., (2008), Multi-criteria decision-making approach to evaluate optimum maintenance strategy in textile industry, Journal of Quality in Maintenance Engineering, 14(4), p.375-386

Sipahioğlu, A., (2008), Analitik hiyerarşi süreci (AHP) ders notları, Osman Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

Şevkli, M., (2010), An application of the fuzzy ELECTRE method for supplier selection, International Journal of Production Research, 48(12), p.3393-3405



Tam, M.C.Y., Tummala, V.M.R., (2001), An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system, *Omega*, 29(2), p.171-182

Tsaur, S.-H., Chang, T.-Y., Yen, C.-H., (2002), The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM, *Tourism Management*, 23, p.107-115

Ustasüleyman, T., (2009) Bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: Ahs-Topsis Yöntemi, *Bankacılar Dergisi*, 69, s.33-43

Wang, J.-W., Cheng, C.-H., Kun-Cheng, H., (2009), Fuzzy hierarchical TOPSIS for supplier selection, *Applied Soft Computing*, 9, p.377-386

Wang, G., Huang, S.H., Dismukes, J.P., (2004), Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision-making methodology, *International journal of Production Economics*, 91(1), p.1-15

Xia, W., Wu, Z., (2007), Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments, *Omega*, 35, p.494-504

Yahya, S., Kingsman, B., (1999), Vendor rating for an entrepreneur development programme: a case study using the analytic hierarchy process method, *Journal of the Operational Research Society*, 50, p.916-930

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), p.926-941

Yurdakul, M., İç, Y.T., (2003), Türk otomotiv firmalarının performans ölçümü ve analizine yönelik TOPSIS yöntemi kullanan bir örnek çalışma, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(1), p.1-13

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), p.4609-4641