

BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ İLE ÇOK KRİTERLİ STRATEJİK TEDARİKÇİ SEÇİMİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Neşe YALÇIN SEÇME^(*)
Ali İhsan ÖZDEMİR^(**)

Özet: Günümüz işletmelerinde tedarikçi seçimi doğal olarak çok önemli bir problemdir. Özellikle de artan rekabet ortamında işletmeler uzun dönemli tedarikçi ilişkisini tercih etmektedirler. Bu ilişkinin uzun dönemli olabilmesi için işletmenin stratejik kararlar alması vazgeçilmezdir. İşletme tarafından verilen stratejik kararlar uzun dönemler için alınır ve bu kararlarda bir belirsizlik söz konusudur. Bu çalışmanın amacı, stratejik kararların göz önünde bulundurulduğu belirsizlik ortamında tedarikçi seçiminin bulanık analitik hiyerarşi yöntemi ile belirlenmesidir. Bu nedenle Türkiye’de mobilya sektöründe faaliyet gösteren büyük bir işletmenin tedarikçilerinin seçimi için karar vermede önemli role sahip kişiler ile değerlendirmeler yapılmıştır. Böylece işletmenin mevcut tedarikçileri arasında hangisi/hangileri ile uzun süreli işbirliği içinde çalışması gerektiği stratejik boyutlar ile tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tedarikçi seçimi, İşletme stratejisi, Bulanık kümeler, Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Abstract: As natural, supplier selection is very important in our contemporary businesses. Businesses especially prefer long term relationship with their suppliers in increased competition environment. For making it, it is necessary to make strategic decisions. These decisions are for long term and have uncertainty. The purpose of this study is to make clear to determine the suppliers by using fuzzy analytic hierarchy process when working in an uncertainty situation. For this reason, we have made some evaluations with the persons who have important role in a big Turkish Furniture the furniture production unit about this firm’s supplier selections decisions. Thus, we have found the reality about how the businesses necessarily work their suppliers for a long term in cooperation with and which suppliers are favorable such cooperation in connection with strategic consideration.

Key Words: Supplier selection, business strategy, fuzzy sets, fuzzy analytic hierarchy process.

I. Giriş

Tedarikçi seçiminin amacı, bir firmanın ihtiyaçlarını en iyi şekilde ve uygun maliyetle sağlayan tedarikçilerini seçmektir. Tedarikçi seçimi doğal olarak çok kriterli bir seçim problemi olup, işletmeler için stratejik önemi olan bir karardır. Bu kararın doğası genellikle karmaşık ve yapılandırılmamıştır. Bununla birlikte işletmenin stratejik çerçevede kararlarını alması, bu karmaşık kararların yapısında belirsiz bir ortamın oluşmasına zemin hazırlayacaktır.

İyi bir stratejiye sahip bir işletme, araştırma ve geliştirme faaliyetlerini daha önceden planladığı için oluşan değişimler karşısında daha dirençlidir. Yani

^(*) Arş.Gör. Nevşehir Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü

^(**) Yrd.Doç. Dr. Erciyes Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü

bir işletme için etkili bir stratejiye sahip olmakla pişmanlık duyulacak kararların alınmasındaki riskler minimuma inecektir. Stratejiden yoksun olan işletmeler aynı zamanda kaynaklarını etkin ve verimli kullanamazlar. Bu nedenle de uzun dönemde istikrarlı ilerleyemezler. İşletmelerin aldığı stratejik kararlar, işletmenin çevresi ile arasındaki ilişkilerin düzenlenmesine bağlıdır (Eren, 2000).

Stratejik kararların altında yatan temel, işletmenin amaçlarını kesin ve açık olarak belirlemesidir. Stratejik kararlar herhangi bir analiz için somut, soyut, stratejik ve operasyonel faktörlerin birleşimini gerektirir (Sarkis ve Talluri, 2002).

Strateji, işletme bilimi bağlamında “katı rekabet ortamında, amaçlarını gerçekleştirmeye çalışan bir işletmenin uygulayacağı hareket biçimi” olarak da tanımlanabilir (Harvey, 1982). İşletmelerde strateji, en basit şekliyle kazanmanın nasıl gerçekleşeceğinin zihinsel kurgusudur. Andrews işletme stratejisini; bir şirketin amaç ve hedeflerini belirleyen ve ortaya koyan, bu hedeflere ulaşmak için planlar yapan, işletmenin takip edeceği faaliyetleri belirleyen ve ayrıca hissedarlara, çalışanlara, tüketicilere, topluma iktisadi ve iktisadi olmayan katkılar sağlamaya yönelik bir karar verme modeli olarak tanımlamaktadır (Evered, 1983). Bir başka deyişle, strateji işletmeye yön vermek ve rekabetçi üstünlük sağlamak amacıyla işletme ve çevresini sürekli analiz ederek uyum sağlayacak amaçların belirlenmesi, faaliyetlerin planlanması, gerekli araç ve kaynakların yeniden düzenlenmesi sürecidir (Dinçer, 1998). Genel anlamda strateji, belli düzeydeki performansa ulaşılması için geniş ölçekli planların uygulanması yönünde bir yapı oluştururken; işletme stratejisi de, işletmenin performansını artırması için stratejisini ne ölçüde ve hangi biçimde uygulayabileceğini belirlemektir (Karacaoğlu, 2006).

Genellikle işletmeler açısından tedarikçi seçiminde dikkate alınan en önemli kriter maliyettir. Maliyet, stratejik açıdan uzun vadede önemli bir kriter olmasına karşın, bunun yanında dikkate alınması gereken diğer önemli kriterlerde vardır. İşletmenin içinde bulunduğu rekabetçi çevredeki dinamik yapının artık sadece maliyet ile sağlanamadığı yapılan araştırmalarda açıkça görülmektedir. Bu durum dikkate alındığında işletmeler için önemli olan diğer kriterler genellikle kalite, esneklik ve zamandır. İşletmeler için rekabet edebilme açısından bu kriterler vazgeçilmezdir. Bunların yanında işletmenin rekabet çevresindeki dinamik yapıya ayak uydurması için belirlediği diğer kriterler de tamamıyla işletmenin stratejisine özgüdür.

Etkili ve verimli satınalma, “fiyat, kalite, kaynak, zaman ve miktar” şeklinde tanımlanan beş doğrunun bir araya gelmesi ile gerçekleşmektedir. Bu doğrular içerisinde ‘kaynak’ yani tedarikçi, kalan dört faktörü de etkilediğinden, en önemli nokta olarak sayılabilir.

Tedarikçi seçimi, tedarik zincirinin en önemli halkalarından birisidir. Satınalma kararı verildikten sonra pazardaki potansiyel tedarikçiler çeşitli başlıklara göre analiz edilmelidirler (kapasite, kalite yönetimi, teknoloji, üretim

verimliliği, maliyet analizi, pazardaki yeri, referanslar, genel yönetimi v.b.). Bu analizler neticesinde belirlenecek tedarikçiler istenilen hedefler doğrultusunda Toplam Satınalma Maliyeti yönünden en uygun şekilde seçilmelidir. Seçim esnasında sadece bugünün en iyi tedarikçisi değil gelecekte de bu durumunu koruyabilecek veya bu duruma gelebilecek potansiyel arz eden firmalar seçilmelidir.

Birçok karar verme problemi ve çözümü kantitatif olarak anlaşılmayacak kadar komplekstir. Bu karmaşıklık belirli bilgilerden ziyade belirsiz bilgilerin kullanılması ile sağlanabilir. başarılıdır. Bulanık küme teorisi, yaklaşık bilginin kullanılmasında ve kararların verilmesindeki belirsizliği insanın sorgulamasına benzetmektedir. Bu özellikle matematiksel olarak belirsizliği ve kesinsizliği göstermek için tasarlanmış ve bir çok problemde belirsiz gerçeklerin gösterimi için kullanılmaktadır. birçok probleme belirsiz gerçekler ile ilgili şekillendirilmiş araçları sağlamaktadır (Kahraman vd., 2003). Bulanık küme teorisi kesin olarak tanımlanmayan sınırlar ile verinin sınıflandırmasına ya da gruplandırmasına çalışır. Kesin tanımlamaları olan bir problem genelleştirilerek, ifadeler belirli sınırlar ile bulanıklaştırılır. Genişletilmiş kesin teorisinin ve bulanık tekniklerle analiz yöntemlerinin avantajı gerçek dünya problemlerini çözme becerilerinin var olmasıdır. Bu beceri ise dilsel ifadelerin kullanılması ile sağlanabilmektedir. Örneğin az, orta, çok gibi dilsel ifadelerin kantitatif olarak neye karşılık gelebileceği tam olarak net değildir. Net olmayan bu durumu ifade edebilme kabiliyeti bulanık kümeler ile kolayca sağlanabilmektedir.

Çalışmada stratejik tedarikçi seçiminde çok kriterli bulanık analitik hiyerarşi yöntemi (BAHY) kullanılmıştır. Bu yöntem, seçim amacına yönelik tercihlerin belirlenmesinde yöneticilere yol gösteren bir yöntem olmasının yanında tercihleri kantitatif olarak ölçerek farklı kriterler karşısında birleştiren sağlam (robust) bir yöntemdir. Bunun yanında hem uygulaması hem de anlaşılması oldukça kolay olan bir yöntemdir. AHY ayrıştırma temellerini, ikili karşılaştırmaları, öncelik vektör oluşumunu ve sentezini içeren bir yöntemdir. AHY'nin amacı uzmanların bilgisini elde etmek olmasına karşın, geleneksel AHY hala insan düşünce silini yansıtamamaktadır. Bu nedenle BAHY hiyerarşik bulanık problemleri çözmek için geliştirilmiştir. Çalışmada Türkiye'de faaliyet gösteren bir mobilya fabrikasının stratejik tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Seçim probleminin stratejik bir boyutu olmasından dolayı işletme yönetiminde satın almada etkin olan bir grup ile bulanık analitik hiyerarşi matrislerindeki kıyaslamalar yapılmış ve analiz edilmiştir.

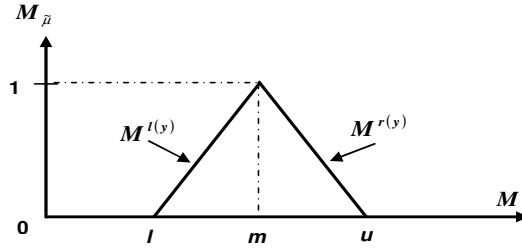
II. Bulanık Kümeler ve Bulanık Sayılar

İnsan düşüncesindeki belirsizlikle ilgili olan, belirsizlik ve bulanıklıktan dolayı belirsizliğin rasyonelliğine yönlendirilmiş bulanık küme teorisi ilk olarak Zadeh (1965) tarafından ortaya atılmıştır. Bulanık küme teorisi ile insan

bakışını içeren gerçek dünyaya ait kompleks sistemlerin çözülmesi, daha güçlü ve esnek bir modelin geliştirilmesi ve böylece bir modelin basite indirgenerek çözülmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca bulanık küme teorisi, karar vericilerin sadece var olan alternatifleri verilen sınırlar altında değerlendirmesinin (verilen bir sistemi optimize etmek) yanında yeni alternatifleri geliştirmesine (yeni bir sistem tasarlamak) de imkân sağlamaktadır (Yalçın Seçme, 2005).

Bulanık küme kuramının amacı belirsizlik ifade eden, tanımlanması güç veya anlaşılması zor olan kavramlara üyelik derecesi atayarak onlara belirlilik getirmektir. Belirlilik getirme yaklaşımı, iki değerli kümeler kuramının çok değerli kümeler kuramına dönüşümü ile sağlanır (Türkşen, 1985). Bulanık bir küme üyelik derecesi sürekli olan nesnelerin bir sınıfıdır. Böyle bir küme, her bir elemanı 0 ile 1 arasındaki üyelik dereceleri ile belirtilen üyelik fonksiyonu ile karakterize edilir. Bulanıklığı ifade eden işaret “~” sembolü ile gösterilir ve bulanık bir küme ifadesi için kullanılır.

Bulanık kümelerin nicel anlamı üyelik fonksiyonları bulanık sayılar ya da bulanık aralık olarak görülebilir. Bulanık sayıları bu şekilde görmemiz için, bulanık sayıların “verilen gerçel sayıya yakın sayılar” veya “gerçel sayıların verilmiş bir aralığı civarındaki sayılar” örneğinde olduğu gibi yaklaşık sayılar ya da aralıkların sezgisel kavramalarını yakalamaları gerekir. Üçgensel ve yamuksal bulanık sayılar uygulamada en çok kullanılan ve bulanık sayılar içinde en önemli olan sayılardır. Bu çalışmada kullanılan sayılar üçgensel bulanık sayılardır (ÜBS). Bir ÜBS'nin üyelik fonksiyonu \tilde{M} olarak ifade edilmektedir (Şekil 1). Bir ÜBS basitçe (l, m, u) olarak ifade edilir. Bu parametreler sırası ile en küçük olası değer, en çok beklenen değer ve en büyük olası değeri ifade eden bulanık bir olayı tanımlar.



Şekil 1: Üçgensel bir üyelik fonksiyonu, \tilde{M}

Her bir ÜBS'nin sol ve sağ tarafının doğrusal gösterimi vardır ve üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\mu(x|\tilde{M}) = \begin{cases} 0, & x < l \\ (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m, \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u, \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (1)$$

Bulanık bir sayı her zaman her bir üyelik derecesinin karşılık geldiği sağ ve sol gösterimlerle verilebilir.

$$\begin{aligned} \tilde{M} &= (M^{l(y)}, M^{r(y)}) \\ &= (l + (m-l)y, u + (m-u)y), \quad y \in [0,1] \end{aligned} \quad (2)$$

Eşitlik (2)'de gösterilen $l(y)$ ve $r(y)$ sırası ile bir bulanık sayının sol ve sağ tarafını ifade etmektedir.

III. Bir İşletmenin Stratejik Tedarikçi Seçiminin BAHY ile Belirlenmesi

A. Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi (BAHY)

BAHY'de kullanılan değişik yöntemler alternatiflerin seçilmesi için geliştirilmiş sistematik yaklaşımlardır ve bulanık küme teorisi kavramlarına ve hiyerarşik yapı analizine dayanan problemlerdir. Karar vericiler açısından bakıldığında, genellikle aralıklı yargılarda bulunmak kesin/belirli yargılara göre daha güvenilirdir. Karşılaştırma sürecinin bulanık doğası onların (karar vericilerin) tercihlerini açıklamada yetersiz kaldıklarını ortaya koymaktadır.

BAHY'de ilk çalışma Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından yapılmıştır ve çalışmada üçgensel üyelik fonksiyonlarınca tanımlanan bulanık oranlar karşılaştırılmıştır. Buckley (1985) yamuksal üyelik fonksiyonlarına sahip olan bulanık öncelikli karşılaştırma oranlarını belirlemiştir. Stam vd. (1996), yapay zekâ tekniklerinin analitik hiyerarşi yönteminde tercih puanlamalarının belirlenmesinde veya yaklaşık olarak elde edilmesinde nasıl kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır. Chang (1996), bulanık AHY'nin ikili karşılaştırma skalası için üçgensel bulanık sayıların kullanılmasını ve ikili karşılaştırmaların sentetik derece değerleri için derece analizi yönteminin kullanımını içeren yeni bir yaklaşım ortaya koymuştur. Cheng (1997) üyelik fonksiyonu derece değerine bağlı olarak BAHY ile savaş gemilerine ait taktiksel füze sistemlerinin değerlendirmesi için yeni bir algoritma öne sürmüştür. Weck vd. (1997), bulanık matematiği klasik AHY'ye uygulayarak farklı üretim çevrim alternatiflerinin değerlendirilmesinde bir yöntem sunmuşlardır. Kahraman vd. (1998) ağırlıkların AHY'den elde edilmesiyle bulanık objektif ve sübjektif bir yöntem kullanmışlardır ve bulanık ağırlıklı değerlendirme yapmışlardır. Deng (1999) basit ve açık sözlü anlamdaki kalitatif çok kriterli analiz problemlerinin üstesinden gelmek için bulanık bir yaklaşım sunmuştur. Lee vd. (1999), AHY'nin arkasında yatan ana fikirleri gözden geçirmişlerdir. Bu fikirlere dayanarak, karşılaştırma aralığı kavramını ortaya koymuşlar ve global tutarlılığı sağlamak ve karşılaştırma sürecinin bulanıklığını göz önüne almak için stokastik optimizasyona dayalı bir metodoloji önermişlerdir. Cheng vd. (1999), dilsel değişken ağırlıklarına dayalı olarak AHY'yi kullanmışlar ve silah sistemlerinin değerlendirilmesi için yeni bir metod önermişlerdir. Zhu vd. (1999) derece analizi ve bulanık AHY'nin uygulaması üzerine bir tartışma yapmışlardır. Chan vd. (2000) bulanık ortamda hem soyut hem de somut her iki

faydaları sayısalılaştırarak teknoloji seçimi algoritması sunmuşlardır. Leung ve Cao (2000), bulanık AHY'deki alternatifler için tolerans sapmasını dikkate alan bir bulanık tutarlılık tanımını önermişlerdir. Kahraman vd. (2004) tarafından yemek hizmeti veren şirketlerin çok kriterli karşılaştırılması BAHY ile yapılmıştır. Çalışmada Türkiye'deki büyük bir tekstil işletmesi için üç yemek şirketinden hangisinin seçileceği ile ilgili bir problem ele alınmıştır. Wang vd. (2007) tarafından BAHY ile optimum bakım stratejileri ile seçim yapılmıştır. Çalışmada farklı makineler için farklı bakım stratejileri (düzeltici bakım, zaman-esaslı önleyici bakım, durum-esaslı bakım ve tahmin edici bakım vb.) değerlendirilmiştir. Büyüközkan (2004), e-pazar seçimi için çok kriterli karar vermede BAHY'yi kullanmıştır.

BAHY'de yapılan farklı uygulamalara yukarıda değinilmiştir. Tedarikçi seçimi problemi ile ilgili olarak literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar klasik AHY, BAHY ve diğer matematiksel yöntemler ile yapılmıştır. Klasik AHY ile yapılan çalışmalardan bazıları; Min (1994), Tullous ve Utecht (1994), Barbarosoğlu (1997), Barbarosoğlu ve Yazgaç (1997), Narasimhan (1983), Hill ve Nydick (1992), Masella ve Rangone (2000) tarafından yapılmıştır. BAHY ile yapılan çalışmalara örnek olarak Kahraman vd. (2005), Akman ve Alkan (2006) tarafından yapılan çalışmalardır.

Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak örnek bir işletmenin stratejik tedarikçi seçimi BAHY kullanılarak analiz edilmiştir. İkili karşılaştırma matrisleri dilsel ifadelerle doldurularak kantitatif hale getirilmiştir. Matrislerin ağırlıklarının hesaplanmasında Chang'ın (1992) derece analizi yöntemi kullanılmıştır. Takip eden kısımda yöntem detaylı olarak anlatılmış ve daha sonra da uygulama problemine yer verilmiştir.

B. Bulanık Analitik Hiyerarşi Yönteminde Derece (Mertebe) Analizi Yöntemi

Aşağıda öncelikle BAHY'de derece analizi yönteminin çerçevesi verilmiştir ve daha sonra yöntem bir işletmede stratejik tedarikçi seçimi problemine uygulanmıştır.

Elemanların kümesinin $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ olduğunu ve amaç kümesinin $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ olduğunu kabul edelim. Chang'ın (1992) derece analizi yöntemine göre her bir eleman ele alınarak her biri için sırası ile g_i amacı için derece analizi gösterilir. Bu nedenle her bir eleman için aşağıda gösterildiği gibi m derece analizi değeri elde edilir:

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

Burada tüm $M_{gi}^j (j = 1, 2, \dots, m)$ 'ler ÜBS'dir.

Derece analizi yöntemine göre ikili karşılaştırma matrislerinin ağırlıklarının hesaplanması için gerekli matematiksel işlemler aşağıda adım adım anlatılmıştır.

Adım 1: i. elman bakımından bulanık sentetik derecenin değeri aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (4)$$

$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ ifadesini elde etmek için m dereceden analiz değerlerinin bulanık ilave matrisinde özel bir matris kullanılır. Bu matrisin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (5)$$

Burada çarpımın ikinci kısmı olan $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$ matematiksel ifadesini elde etmek için M_{gi}^j ($j=1,2,\dots,m$) değerlerinin bulanık ilave işlemi aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (6)$$

Eşitlik (6)'deki vektörün tersi ise aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (7)$$

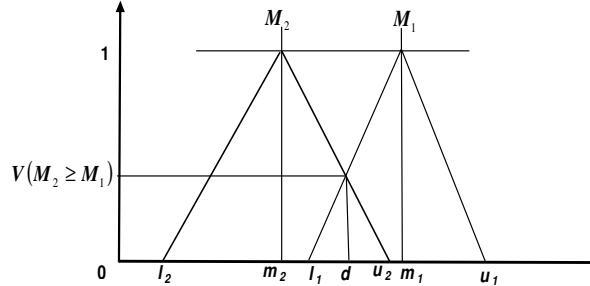
Adım 2: Karşılaştırması yapılacak M_1 ve M_2 olmak üzere iki küme olsun $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ eşitliğinin olasılık derecesi aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (8)$$

ve bu ifade aşağıdaki ifadeye eşit olacak şekilde eşitlik (8)'deki gibi ifade edilir:

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise,} \\ 0, & l_1 \geq l_2 \text{ ise,} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (9)$$

Burada d değeri, μ_{M_1} ve μ_{M_2} (yani M_1 'in üyelik fonksiyonu ile M_2 'nin üyelik fonksiyonu) arasındaki en yüksek kesişim değeri olan D noktasının ordinatıdır (Şekil 2).

Şekil 2: M_1 ve M_2 Arasındaki Kesişim

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırmak için $V(M_1 \geq M_2)$ ve $V(M_2 \geq M_1)$ değerleri hesaplanır.

Adım 3: Konveks bulanık bir sayı için derece olasılığı k konveks bulanık sayıdan fazla olabilir. M_i ($i=1,2,\dots,m$) aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V$$

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \vee (M \geq M_2)] \vee \dots \vee (M \geq M_k) \quad (10)$$

$$= \min V(M \geq M_i), \quad i=1,2,3,\dots,k$$

Varsayalım ki,

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (11)$$

(11)

$k=1,2,\dots,n$ için; $k \neq n$ 'dir.

Buna göre ağırlık vektörü aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T, \quad (12)$$

Burada A_i ($i=1,2,\dots,n$) n elemanlıdır.

Adım 4: Son adımda normalizasyon yolu ile normalize edilen ağırlık vektörü aşağıdaki gibi elde edilir:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T, \quad (13)$$

Burada W bulanık olmayan sayılardan oluşan ağırlık vektörünü ifade eder.

C. Örnek işletme için çok kriterli stratejik tedarikçi seçimi

Çalışmanın uygulaması Türkiye'de önde gelen bir mobilya fabrikasında yapılmıştır. İşletmenin üretim yaptığı ürününden dolayı işbirliği içinde olduğu çok sayıda tedarikçisi mevcuttur. Bu nedenle satın alma departmanından sorumlu kişilerle görüşülerek mevcut tedarikçilerinden uzun süreli çalışmayı istedikleri tedarikçilerini belirlemeleri ile ilgili bilgi alınmıştır. Çalışma işletmenin satın alma bölümünden sorumlu yetkili kişilerinin verdiği karar neticesinde işletme bünyesinde önemli bir maliyet unsuru olan, ürünün estetiği bakımından etkili olan ve tüm ürünlerde kullanılabilen girdi olan mobilya

aksesuarları tedarikçilerinin değerlendirilmesi üzerine yapılmıştır. Bu amaçla karar verme grubu tarafından belirlenen stratejik kriterler çerçevesinde tedarikçilerin stratejik değerlendirmesi yapılmıştır. İşletme hâlihazırda işbirliği yaptığı ve uzun dönemli işbirliği yapabileceği tedarikçisini seçmek istemektedir. Amaç alternatif tedarikçiler arasından işletme stratejisine uygun en iyi tedarikçinin seçimidir. Karar verici grup tarafından belirlenen kriterleri ve bu kriterlere ait alt kriterleri gösteren hiyerarşik yapı Şekil 3’de görülmektedir. Görüldüğü gibi iki kademeli bir tedarikçi seçim hiyerarşi yapısı söz konusudur. Toplam olarak 7 temel kriter 1. seviyede bulunmaktadır. Bu kriterlerin her birine ait alt kriterlerde temel kriterin altında yani 2. seviyede sıralanmıştır.

Temel kriterlerden ilk dört (maliyet, kalite, zaman, esneklik) kriter işletme için stratejik ölçümleri ifade ederken, geriye kalan üç kriter ise (kültür, teknoloji ve ilişkiler) operasyonel (işlemsel) faktörleri içermektedir. Bu kriterlerin her birine ait alt kriterler baş harfleri ile kodlanmıştır ve ne anlama geldikleri aşağıda belirtilmektedir.

Bu kriterlerin anlamları aşağıda sırası ile verilmiştir.

Maliyet kriterine ait alt kriterler: DBF(Düşük Başlangıç Fiyatı), MASU(Maliyet Analizi Sistemine Uyum), MAF(Maliyet Azaltma Faaliyetleri), SFDU(Sektörel Fiyat Davranışlarına Uyum)

Kalite kriterine ait alt kriterler:UK (Uygunluk Kalitesi), DT(Dağıtımda Tutarlılık), KF (Kalite Felsefesi), HT(Hızlı Tepki/Cevap)

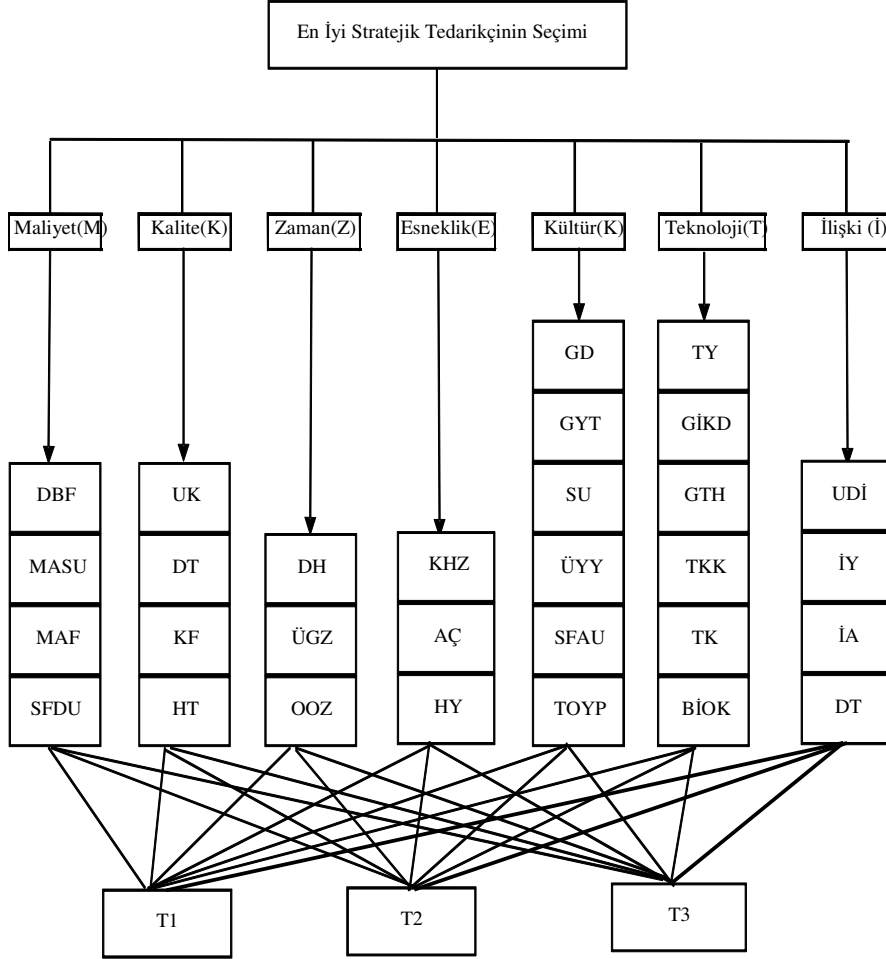
Zaman kriterine ait alt kriterler: (DH: Dağıtım Hızı), ÜGZ(Ürün Geliştirme Zamanı), OÖZ(Ortak Oluşturma Zamanı)

Esneklik kriterine ait alt kriterler: KHZ(Kısa Hazırlık Zamanı), AÇ(Anlaşmazlık Çözme), HY(Hizmet Yeterliliği)

Kültür kriterine ait alt kriterler: GD(Güven Duygusu), GYT(Gelecek için Yönetimin Görünümü/Tutumu), SU(Stratejik Uyum), ÜYY(Üst Yönetim Yeterliliği), SFAU(Seviyeler ve Fonksiyonlar Arasındaki Uyumluluk), TOYP(Tedarikçinin Organizasyonel Yapısı ve Personeli)

Teknoloji kriterine ait alt kriterler: TY(Teknolojik Yeterlilik), GİKD(Gelecekteki İmalat Kabiliyetlerinin Değerlendirilmesi), GTH(Gelişmede Tedarikçinin Hızı), TTK(Tedarikçinin Tasarım Kabiliyeti), TK(Teknik Kabiliyet), BİO(Bugünkü İmalat Olanakları/Kabiliyetleri)

İlişki kriterine ait alt kriterler: UDİ(Uzun Dönemli İlişki), İY(İlişki Yakınlığı), İA(İletişimde Açıklık), DT(Dürüstlikle Tanınma).



Şekil 3: Problemin Hiyerarşisi

Matrislerin doldurulması sözel ifadelerle gerçekleştirilmiştir. Bu ifadelerin her birine denk gelen üçgensel bulanık sayıların ne olduğu şu şekilde belirtilmiştir:

Mutlak, kesin: $(7/2, 4, 9/2)$; Çok güçlü: $(5/2, 3, 7/2)$, Biraz güçlü: $(3/2, 2, 5/2)$, Zayıf: $(2/3, 1, 3/2)$, Eşit, denk: $(1, 1, 1)$

Aşağıda amaç bakımından tüm temel alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir. ÜBS'ler ile doldurulan matrisin hesaplanan ağırlık vektörü tablonun altında verilmiştir.

Tablo 1: *Amaç Bakımından Bulanık Değerlendirme Matrisi*

	M	K	Z	E	K	T	İ
M	(1,1,1)	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,3/2)
K	(2/7,1/3,2/5)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)
Z	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,3/2)
E	(2/5,1/2,2/3)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
K	(2/5,1/2,2/3)	(2/5,1/2,2/3)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(3/2,2,5/2)
T	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
İ	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)	(2/5,1/2,2/3)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Tablo 1'e ait ağırlık vektörü $W_{Amaç}=(0.34, 0.17, 0.20, 0.07, 0.02, 0.15, 0.04)^T$ olarak hesaplanmıştır.

Daha sonra temel kriterler kendi alt kriterleri bakımından değerlendirilerek o kritere ait ağırlık vektörleri hesaplanmıştır. Örnek olarak maliyet kriterine ait matris gösterimi aşağıda verilmiştir.

Tablo 2: *Maliyet Kriteri Açısından Alt Kriterlerin Değerlendirilmesi*

	DBF	MASU	MAF	SFDU
DBF	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)
MASU	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(3/2,2,5/2)
MAF	(2/5,1/2,2/3)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(5/2,3,7/2)
SFDU	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/7,1/3,2/5)	(1,1,1)

Tablo 2t ağırlık vektörü $W_{Maliyet}=(0.40, 0.13, 0.47, 0)^T$ olarak hesaplanmıştır.

Diğer temel kriterler açısından hesaplanan ağırlık vektörleri ise sırası ile şu şekildedir: $W_{Kalite}=(0.92, 0.08, 0, 0)^T$, $W_{Zaman}=(0.91, 0.09, 0, 0)^T$, $W_{Esneklik}=(1, 0, 0)^T$, $W_{Kültür}=(0.17, 0.17, 0.17, 0, 0, 0.5)^T$, $W_{Teknoloji}=(0, 0.09, 0.34, 0.47, 0, 0.09)^T$, $W_{İlişki}=(0, 0, 1, 0)^T$

Son olarak bu matrislerin yanında her bir alt kriter açısından tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Bu matrislerin de ağırlık vektörü hesaplanmıştır. Örnek olarak DBF alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisine ait tablo verilmiş ve tablonun altında hesaplanan ağırlık vektörü gösterilmiştir.

Tablo 3: DBF Alt-Kriteri Açısından Alternatiflerin Değerlendirilmesi

	T1	T2	T3
T1	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)
T2	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)
T3	(3/2,2,5/2)	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)

Tablo 3'e ait ağırlık vektörü $W_{DBF}=(0.17, 0, 0.83)^T$ olarak hesaplanmıştır.

Diğer alt kriterlere ait matrisler de bu şekilde doldurularak ağırlık vektörleri hesaplanmıştır. Alt kriterler hesaplanan ağırlık vektörleri ile şu şekilde belirlenmiştir.

Maliyet alt kriterleri: $W_{MASU}=(0.17, 0, 0.83)^T$, $W_{MAF}=(0.08, 0, 0.92)^T$,
 $W_{SFDU}=(0.76, 0, 0.24)^T$,

Kalite alt kriterleri: $W_{UK}=(0.33, 0.33, 0.33)^T$, $W_{DT}=(0.5, 0, 0.5)^T$,
 $W_{KF}=(0.33, 0.33, 0.33)^T$, $W_{HT}=(0, 1, 0)^T$,

Zaman alt kriterleri: $W_{DH}=(0.33, 0.33, 0.33)^T$, $W_{ÜGZ}=(0.67, 0.33, 0)^T$,
 $W_{OOZ}=(0.5, 0.5, 0)^T$,

Esneklik alt kriterleri: $W_{KHZ}=(0.33, 0.33, 0.33)^T$, $W_{AÇ}=(0.46, 0.08, 0.46)^T$,
 $W_{HY}=(1, 0, 0)^T$,

Kültür alt kriterleri: $W_{GD}=(0.17, 0, 0.83)^T$, $W_{GYT}=(0.5, 0.5, 0)^T$, $W_{SU}=(0.5, 0.5, 0)^T$,
 $W_{ÜYY}=(0.5, 0.5, 0)^T$, $W_{SFAU}=(0.5, 0, 0.5)^T$, $W_{TOYP}=(0, 1, 0)^T$,

Teknoloji alt kriterleri: $W_{TY}=(0, 1, 0)^T$, $W_{GİKD}=(0.5, 0, 0.5)^T$,
 $W_{GTH}=(0.5, 0.5, 0)^T$, $W_{TTK}=(0.5, 0.5, 0)^T$, $W_{TK}=(0.34, 0.66, 0)^T$, $W_{BİOK}=(0.5, 0, 0.5)^T$,

İlişki alt kriterleri: $W_{UDI}=(0.5, 0, 0.5)^T$, $W_{IY}=(0, 0, 1)^T$, $W_{IA}=(0, 0, 1)^T$,
 $W_{DT}=(0.5, 0, 0.5)^T$

Son olarak elde edilen ağırlık vektörlerinin birleştirilmesi sonucunda her bir tedarikçi açısından ağırlık değerleri hesaplanır (Tablo 4).

Elde edilen analiz sonucuna göre, işletmenin 3. tedarikçisi işletme tarafından belirlenen stratejik kriterler bakımından uzun dönemli işbirliği içinde çalışabileceği tedarikçisidir. Bunun yanında işletmenin stratejik ortaklığında en önemli temel kriter maliyettir. Maliyet kriteri bilindiği gibi işletmeler açısından uzun vadede önemli bir kriterdir. Bu kriterin arkasından önem ağırlığına göre sırası ile zaman, kalite, teknoloji, esneklik, ilişki ve kültür kriterleri gelmektedir.

Tablo 4: Öncelik Ağırlıklarının Bütünleştirilmesi

Maliyet kriterine ait alt-kriterler								
	DBF	MASU	MAF	SFDU	--	--	--	A.Ö.A.
Ağırlık	0,40	0,13	0,47	0	--	--	--	
Alternatifler								
T1	0,17	0,17	0,08	0,76	--	--	--	0,13
T2	0	0	0	0	--	--	--	0
T3	0,83	0,83	0,92	0,24	--	--	--	0,87
Kalite kriterine ait alt-kriterler								
	UK	DT	KF	HT	--	--	--	A.Ö.A.
Ağırlık	0,92	0,08	0	0	--	--	--	
Alternatifler								
T1	0,33	0,5	0,33	0	--	--	--	0,35
T2	0,33	0	0,33	1	--	--	--	0,30
T3	0,33	0,5	0,33	0	--	--	--	0,35
Zaman kriterine ait alt-kriterler								
	DH	ÜGZ	OOZ	--	--	--	--	A.Ö.A.
Ağırlık	0,91	0,09	0	--	--	--	--	
Alternatifler								
T1	0,33	0,67	0,5	--	--	--	--	0,36
T2	0,33	0,33	0,5	--	--	--	--	0,34
T3	0,33	0	0	--	--	--	--	0,30
Esneklik kriterine ait alt-kriterler								
	KHZ	AÇ	HY	--	--	--	--	A.Ö.A.
Ağırlık	1	0	0	--	--	--	--	
Alternatifler								
T1	0,33	0,46	1	--	--	--	--	0,33
T2	0,33	0,08	0	--	--	--	--	0,33
T3	0,33	0,46	0	--	--	--	--	0,33
Kültür kriterine ait alt-kriterler								
	GD	GYT	SU	ÜYY	SFAU	TOYP	--	A.Ö.A.
Ağırlık	0,17	0,17	0,17	0	0	0,5	--	
Alternatifler								
T1	0,17	0,5	0,5	0,5	0,5	0	--	0,19
T2	0	0,5	0,5	0,5	0	1	--	0,67
T3	0,83	0	0	0	0,5	0	--	0,14
Teknoloji kriterine ait alt-kriterler								
	TY	GİKD	GTH	TSK	TK	BİOK	--	A.Ö.A.
Ağırlık	0	0,09	0,34	0,47	0	0,09	--	
Alternatifler								
T1	0	0,5	0,5	0,5	0,34	0,5	--	0,5
T2	1	0	0,5	0,5	0,66	0	--	0,41
T3	0	0,5	0	0	0	0,5	--	0,09
İlişki kriterine ait alt-kriterler								
	UDİ	İY	İA	DT	--	--	--	A.Ö.A.
Ağırlık	0	0	1	0	--	--	--	
Alternatifler								
T1	0,5	0	0	0,5	--	--	--	0
T2	0	0	0	0	--	--	--	0
T3	0,5	1	1	0,5	--	--	--	1
Amaç bakımından temel kriterler								
	M	K	Z	E	K	T	İ	A.Ö.A.
Ağırlık	0,34	0,17	0,20	0,07	0,02	0,15	0,04	
Alternatifler								
T1	0,13	0,35	0,36	0,33	0,19	0,50	0	0,28
T2	0	0,30	0,34	0,33	0,67	0,41	0	0,22
T3	0,87	0,35	0,30	0,33	0,14	0,09	1	0,50

IV. Sonuç

Günümüz işletmelerinde dinamik çevrede alınan kararların bu çevreye uyumu bakımından stratejik önemi oldukça artmıştır. Özellikle de uzun dönemli ilişkiler açısından stratejik kararlar işletmeler için çağımızın vazgeçilmezi durumundadır. İşletmelerin karar vermesi gereken en önemli konuların başında tedarikçilerin seçimi gelmektedir. Tedarikçi seçimi kararının yanında, diğer bir karar aşaması da işletmenin tedarikçilerinden hangilerinin ileriye yönelik işbirliği yapılabilecek yeterliliğe sahip olduğunun belirlenmesidir. Bu nedenle de uzun dönemli ilişkilere imza atılması ancak ve ancak işletmenin belirlediği stratejilerle uyumluluğun bir göstergesidir.

Bu amaçla çalışmada Türkiye’de önde gelen bir mobilya fabrikası ele alınarak, işletmenin önemli bir maliyet unsuru olan ve mobilyada aksesuar olarak kullanıldığından estetik bakımdan önemi olan mobilya aksesuarı tedarikçilerinin stratejik değerlendirilmesi BAHY’ye göre analiz edilmiştir.

AHY çok kriterli karar vermede etkili olan bir analiz olmakla birlikte, ilgilenilen konuyla ilgili tüm kişilerin ortak kararına göre değerlendirme özelliğine sahiptir. AHY’nin bulanık olarak kullanılması ise, sözel olarak söylenen ifadelerin belirli kalıplar altında olması yerine esneklik kazandırılmasını kolaylaştırması bakımından etkili olmuştur. İnsanlar klasik AHY’de değerlendirme puanlarını atama konusunda genelde kararsızdırlar. BAHY yöntemi ile bu durum kolaylaşmakta ve ifadelerin kalitatif olması ile yaklaşım gerçekçi bir durum sergilemektedir.

Analizler karar verici bir grup ile belirlenen ürünü tedarik eden üç tedarikçiden hangisi/hangileri ile uzun dönemli işbirliği içinde çalışılması amacına yönelik olarak yapılmıştır. Bunun içinde grup karar vermesinin bir sonucu olarak gerekli kıyaslamalarla işletmenin stratejik bakımdan dikkate aldığı yedi temel kriter esas alınmış ve her bir temel kriteri kapsayan ilgili alt kriterleri doğrultusunda tedarikçiler karşılaştırılmıştır.

Elde edilen karşılaştırma sonuçlarına göre, işletmenin uzun dönemli işbirliği içinde çalışması 3. tedarikçisi ile mümkün görünmektedir. Gelecekteki değişen koşullar için işletmelerin işbirliği yapabileceği çalışma ortaklarını belirlemesi bu tarz analizlerin yapılmasını daha önemli hale getirmektedir. Çok kriterli karar verme için yapılan karşılaştırmalarda kullanılan çok değişik yöntemler bulunmaktadır. İleride yapılacak bir başka çalışma, alternatif yöntemlerden olan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions), ELECTRE (Elimination et choix traduisant la realite) ve DEA (Data Envelopment Analyses) gibi değişik analizlerin yapılarak bu yöntemlerin karşılaştırılmasıyla çalışmaya değişik boyutlar kazandırılabilir.

Kaynaklar

- Akman, G. ve Alkan, A. (2006) "Tedarik zinciri yönetiminde bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: Otomotiv yan sanayinde bir uygulama", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9), ss.23 46.
- Barbarosoğlu, G. ve Pinhas, D. (1995) "Capital rationing in the public sector using the Analytic Hierarchy Process", *The Engineering Economist*, 40(14), ss.315 326.
- Barbarosoğlu, G. ve Yazgaç, T. (1997) "An application of the supplier selection problem", *Production and Inventory Management*, First Quarter, ss.14 21.
- Buckley, J.J. (1985) "Fuzzy hierarchical analysis", *Fuzzy Sets and Systems*, 17, ss.233 247.
- Büyüközkan, G. (2004) "Multi-criteria decision making for e-marketplace selection", *Internet Research*, 14(2), ss.139 154.
- Chan, F.T.S., Chan, M.H., Tang, N.K.H., 2000. "Evaluation methodologies for technology selection", *Journal of Materials Processing Technology*, 107, ss.330–337.
- Chang, D. Y. (1992), *Extent Analysis and Synthetic Decision, Optimization Techniques and Applications*, World Scientific, 1, Singapore, s. 352.
- Chang, D.Y. (1996) "Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, 95, ss.649–655.
- Cheng, C. H. (1997) "Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function", *European Journal of Operational Research*, 96 (2), ss.343 350.
- Cheng, C. H., Yang, K. L. ve Hwang, C. L. (1999) "Evaluating attack helicopters by AHP based on linguistic variable weight", *European Journal of Operational Research*, 116 (2), ss.423 435.
- Deng, H. (1999) "Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison", *International Journal of Approximate Reasoning*, 21 (3), ss.215 231.
- Diñçer, Ö. (1998), *Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası*, Beşinci basım, Beta Basım Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Eren, E. (2000), *Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası*, 5. Baskı, Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş., İstanbul.
- Erensal, Y. C., Öncan, T. ve Demircan, M. L. (2006) "Determining Key Capabilities in Technology Management Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process: A Case Study of Turkey", *Information Sciences*, 176, ss.2755 2770.
- Evered, R. (1983) "So What is Strategy?", *Long Range Planning*, 16(3), s.59.
- Harvey, D. F. (1982), *Business Policy and Strategic Management*, Eastern Washington University, USA.

- Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ulukan, Z. (2003) "Multi-Criteria Supplier Selction Using Fuzzy AHP", *Logistics Information Management*, 16(6), ss.382 394.
- Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ruan, D. (2004) "Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey", *International Journal of Production Economics*, 87, ss.171 184.
- Kahraman, C., Ulukan, Z., Tolga, E., 1998. A fuzzy weighted evaluation method using objective and subjective measures In: Proceedings of the International ICSC Symposium on Engineering of Intelligent Systems (EIS'98), Vol. 1, University of La Laguna Tenerife, Spain, pp. 57–63.
- Karacaoğlu, K. (2006) Rekabet Üstünlüğü Sağlamada Endüstri Temelli Ve Kaynak Temelli Bakış Açısı: Kayseri’de Faaliyet Gösteren İmalat Sanayi İşletmeleri İçin Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Lee, M., Pham, H. ve Zhang, X. (1999) "A methodology for priority setting with application to software development process", *European Journal of Operational Research*, 118, ss.375 389.
- Leung, L.C., Cao, D. (2000) "On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, 124, ss.102 113.
- Masella, C. ve Rangone, A. (2000) "A contingent approach to the design of vendor selection systems for different types of co-operative customer / supplier relationships ", *International Journal of Operations and Production Management*, 20 (1), ss.70 84.
- Min, H. (1994) "International supplier selection: A multi-attribute utility approach", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24 (5), ss.24 33.
- Sarkis, J. ve Talluri, S. (2002) "A Model for Strategic Supplier Selection", *The Journal of Supply Chain Management*, ss.18 28.
- Stam, A., Minghe, S. ve Haines, M. (1996) "Artificial neural network representations for hierarchical preference structures", *Computers and Operations Research*, 23 (12), ss.1191 1201.
- Tullous, R. ve Utecht, R. L. (1994) "A decision support system for integration of vendor selection task ", *Journal of Applied Business Research*, 10 (1), 59-72.
- Türkşen, İ. B. (1985) "Bulanık Kümeler Kuramı ve Uygulamaları", *Yöneylem Araştırması Dergisi*, 4(1), ss.1 15.
- Van Laarhoven, P. J. M. ve Pedrycz, W. (1983) "A fuzzy extension of Saaty’s priority theory", *Fuzzy Sets and Systems*, 11, ss.229 241.
- Wang, L., Chu, J. ve Wu, J. (2007) "Selection of Optimum Maintenance Strategies Based on A Fuzzy Analytic Hierarchy Process", *International Journal of Economics*, 107, ss.151 163.

- Weck, M., Klocke, F., Schell, H. ve Rüenauver, E. (1997) "Evaluating alternative production cycles using the extended fuzzy AHP method", *European Journal of Operational Research*, 100 (2), ss.351 366.
- Yalçın Seçme, N. (2005) Klasik Doğrusal Programlama ve Bulanık Doğrusal Programlamanın Karşılaştırmalı Bir Analizi: Üretim Planlama Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Zadeh, L. (1965) "Fuzzy sets", *Information Control*, 8, ss.338–353.
- Zhu, K. J., Jing, Y. ve Chang, D. Y. (1999) "A discussion of extent analysis method and applications of fuzzy AHP". *European Journal of Operational Research*, 116, ss.450 456.