

# BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ İLE PERSONEL SEÇİMİ VE BİR UYGULAMA

**Metin DAĞDEVİREN**

Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Maltepe, 06570 Ankara.  
[metindag@gazi.edu.tr](mailto:metindag@gazi.edu.tr)

(Geliş/Received: 07.11.2006 ; Kabul/Accepted: 15.05.2007)

## ÖZET

Personel seçimi organizasyonlar için önemli bir konu olup, karar verme sürecinde kesin olmayan ve belirsiz verilerin kullanılmasını gerektirir. Bu çalışmada Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemi ile personel seçimi probleminin çözümüne yönelik bir algoritma önerilmiştir. Önerilen algoritma bir işletmede terfi edecek personelin belirlenmesi amacıyla kullanılmış ve aday personeller için öncelik değerleri belirlenmiştir. Aday personellerin faktörler temelinde değerlendirilmesinde dilsel değişkenler kullanılmış ve bulanık ağırlıkların durulaştırılması  $\alpha$ -kesme ve iyimserlik indeksi temelinde geliştirilen bir durulaştırma işlemi ile yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İnsan kaynakları yönetimi, personel seçimi, AHP, bulanık AHP, çok kriterli analiz

## PERSONNEL SELECTION WITH FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS AND AN APPLICATION

### ABSTRACT

Personnel selection is an important matter for organizations that is needed to incomplete and uncertain data in decision making processes. In this study, an algorithm is offered for personnel selection with Fuzzy Analytical Hierarchy Process Method (FAHP). This algorithm is used for the determination of the personnel to be promoted and the priorities are found out for candidates. The linguistic variables are used for the evaluation on the basis of factors and the defuzzification of fuzzy weights is done with a different defuzzification operation developed on the basis of  $\alpha$ -cut and optimism index.

**Keywords:** Human resource management, personnel selection, AHP, fuzzy AHP, multi-criteria analysis

### 1. GİRİŞ (Introduction)

Personel seçimi, insan kaynakları yönetimi sürecinin önemli konularından birisidir. Doğru insanın doğru işe yerleştirilmesini sağlayan personel seçimi, hem kamu kurumları hem de özel işletmeler için önemli bir konudur. Aday araştırma ve bulma çabaları sonucu bir aday havuzu oluşturulduktan sonra, sıra işe alınacak uygun kişilerin seçimine gelir. Personel sağlamanın bu son evresi, “*personel seçimi*” veya “*işe alma*” olarak adlandırılır [1,2]. Bir işletmenin sahip olduğu üretim faktörlerini yönlendiren ve işletmenin başarılı ya da başarısız olmasında belirleyici olan en önemli öge insan gücüdür. Bu nedenle, işletmeler amaçlarına katkıda bulunacak, işletmeyi başarıya taşıyacak düzey ve yetenekte bulunan insan gücünü istihdam etmeye çalışmaktadırlar. İşletmenin gerçek

gereksinmesini karşılayacak işgörenlerin temini ise objektif ilkeler ve yöntemler temelinde yapılacak bir seçim kararı ile mümkündür [1-5].

Literatürde, personel seçimi için kullanılan ilk teknikler; yazılı sınav, test ve sözlü sınavdır [1-6]. Personel adaylarının yazılı, test ve sözlü sınav ile değerlendirilmesi, işletmenin gereksinim duyduğu personelin temin edilmesinde gerekli bir koşul olmakla birlikte tek başına yeterli değildir. Personel seçiminde öncelikle, ölçme ve değerlendirmeye temel olacak kriterler ve bu kriterlerin ağırlıklarının belirlenmiş olması gerekir. Çünkü her bir kriterin personel ölçme ve değerlendirilmesinde farklı önemi ya da ağırlığı bulunmaktadır. Dolayısıyla, belirli kriter ve ağırlıkları temel almamış olan bu yöntemler ölçme ve değerlendirme sürecinde subjektifliğe ve buna

bağlı olarak yanlış kararların alınmasına neden olmaktadır.

Personel seçiminin objektif bir şekilde yapılabilmesi için farklı çalışmalar yapılmıştır. Gargano ve diğ. [7] yaptıkları çalışmada, finans sektöründe istihdam edilecek personel seçimi için genetik algoritma ve yapay sinir ağı yöntemlerini birleştiren bir uygulama yapmışlardır. Çalışmada; kişilik, sosyal sorumluluk, eğitim, ekonomik bilgi, finansal bilgi ve deneyim faktörleri personel seçiminde temel alınan kriterler olarak belirlenmiştir. Miller ve Feinzig [8] ise yaptıkları çalışmada, personel seçimi problemi için bulanık küme teorisini önermişlerdir. Liang ve Wang'da [9] personel seçimi probleminin çözümünde bulanık küme teorisini kullanan bir algoritma geliştirmişlerdir. Geliştirilen metotta kişilik, liderlik, deneyim gibi subjektif kriterler ile genel yetenek, iş bilgisi, analitik düşünebilme becerisi gibi objektif kriterler kullanılmıştır. Karsak [10], yaptığı çalışmada, personel seçimi sürecini bulanık çok amaçlı programlama ile modellemiştir. Modelde, üyelik fonksiyonları aracılığıyla nitel ve nicel faktörleri bir arada değerlendirmiştir. Hooper ve diğ. [11], personel seçimi için BOARDEX olarak adlandırılan bir uzman sistem geliştirmişler ve bu sistemi Amerikan ordusunda uygulamışlardır. Bu uzman sistemde; rütbe, askeri eğitim seviyesi, sivil eğitim seviyesi, boy uzunluğu, kilo, sicil gibi faktörler kullanılmıştır. Literatürde yer alan bir diğer personel seçim yöntemi çok kriterli analizlerdir [12-17]. Bu yöntemler özellikle büyük karmaşık problemlerde çok sayıda faktörün bir arada değerlendirilmesinde etkin bir şekilde kullanılmıştır.

Bu çalışmada literatürde yer alan bulanık mantık ve çok kriterli analiz çalışmalarını birleştiren bir algoritma önerilmiş ve önerilen algoritmada Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemi kullanılmıştır. Önerilen algoritma bir işletmede terfi edilecek bir pozisyon için ön şartları sağlamış olan üç adayın değerlendirilmesi ve terfi edecek adayın belirlenmesi amacıyla uygulanmıştır. Yapılan uygulamada seçim sürecini etkileyen faktör ve alt faktörler üçgensel bulanık sayılar ile karşılaştırılmış, bulanık sayılarla oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin analiz edilmesinde bulanık geometrik ortalama yöntemi kullanılmıştır. Aday personeller alt faktör ağırlıkları temelinde dilsel değişkenler

kullanılarak değerlendirilmiş ve her aday için toplam bulanık öncelikler belirlenmiştir. Bu öncelik değerleri  $\alpha$ -kesme ve iyimserlik indeksi temelinde geliştirilen bir durulaştırma işlemi ile durulaştırılmış ve durulaştırılmış değerlerin normalize edilmesiyle terfi edecek aday belirlenmiştir.

## 2. YÖNTEMLER (METHODS)

### 2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic Hierarchy Process)

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen çok amaçlı karar verme yöntemlerinden birisidir. AHP karar almada, grup veya bireyin önceliklerini de dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir [18].

Karar verme problemi en genel anlamda; bir seçenek kümesinden en az bir amaç veya faktöre göre en uygunun seçimi, şeklinde tanımlanabilir. Buna göre bir karar probleminin elemanlarını; karar verici, alternatifler, faktörler, sonuçlar, çevre ve karar vericinin öncelikleri oluşturur. En basit halde bir karar problemi bir hedef ve bu hedefi etkileyen faktörler dikkate alınarak alternatifler arasından en iyi alternatifin seçilmesi olarak düşünülebilir [18].

AHP'de, karar vericinin amacı doğrultusunda faktörlerin ve ona ait olan alt faktörlerin belirlenip, hiyerarşik yapının oluşturulması ilk adımdır. AHP'de, öncelikli amaç belirlenir ve bu amaç doğrultusunda seçimi etkileyen faktörler saptanmaya çalışılır, bu aşamada seçimi etkileyen tüm faktörlerin belirlenebilmesi için anket çalışmasına veya bu konuda uzman kişilerin görüşlerine başvurulabilir. Daha sonra belirlenen bu faktörler dikkate alınarak potansiyel alternatifler belirlenir [18].

Hiyerarşik model oluşturulduktan sonra, her bir faktör temelinde alternatiflerin değerlendirilmesi ve faktörlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi için ikili karşılaştırma karar matrisleri oluşturulur. Bu matrislerin oluşturulmasında Saaty [18] tarafından önerilen 1-9 önem skalası kullanılır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Önem skalası değerleri (Importance scale values)

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Biraz önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Fazla önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok fazla önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Aşırı derece önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

İkili karşılaştırma karar matrisleri oluşturulduktan sonra izleyen aşama öncelik veya ağırlık vektörlerinin hesaplanmasıdır. AHP metodolojisine göre karşılaştırma matrisinin özdeğer ve özvektörleri öncelik sırasını belirlemeye yardımcı olur. En büyük özdeğere karşılık gelen özvektör öncelikleri belirlemektedir.  $A$  matrisinin en büyük özdeğeri  $\lambda_{enb}$  olarak ele alınırsa,  $W$  öncelik vektörü;  $(A - \lambda_{enb}I)W=0$  denklem sisteminin çözümü ile elde edilir [19].

AHP’de karar vericinin karşılaştırma yaparken tutarlı davranıp davranmadığını ölçmek için Tutarlılık Oranı ( $T.O.$ ) hesaplanır. Bu hesaplamada  $n$  alternatif sayısına bağlı olarak rasgele indeks ( $R.I.$ ) sayıları kullanılır. Hesaplamalar sonucunda bulunan değer  $0,10$ ’un altında çıkmışsa oluşturulan karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu sonucuna varılır. Aksi durumda karşılaştırma matrisi tutarsızdır ve tekrar düzenlenmesi gerekir [18].

AHP’nin son adımı faktörlerin önem ağırlıkları ile alternatiflerin önem ağırlıklarının çarpımı ve her bir alternatif için öncelik değerinin bulunmasıdır. Bu hesaplama sonucunda en büyük önceliğe sahip olan alternatif, karar problemi için en iyi alternatif olarak belirlenir.

## 2.2. Bulanık Mantık (Fuzzy Logic)

Bulanık mantık kavramı ilk olarak Zadeh [20] tarafından kullanılmış ve literatüre kazandırılmıştır. Bulanık mantığa göre faktörler ve kriterler kesin sınırlamalar olmaksızın sınıflandırılabilir. Bulanık mantık, belirsizlik ve kesin olmayan gerçek hayat problemlerinin tanımlanması ve çözülmesi için kullanışlı bir tekniktir. Bulanık mantık “*evet*” yada “*hayır*”, “*doğru*” yada “*yanlış*” gibi klasik değişkenler yerine “*orta*”, “*yüksek*”, “*düşük*” gibi ortalama değerleri kullanan çok değişkenli bir teoridir.

Bulanık kümeler üyelik fonksiyonları ile tanımlanır.  $A$  bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu  $\mu_A(x)$  ile gösterilir ve bir faktörün bir kümeye üyeliği 0 ve 1 arasında bir sayı ile belirlenir. Bir  $x$  faktörü  $A$  kümesine kesinlikle ait ise  $\mu_A(x)=1$ , kesinlikle ait değil ise  $\mu_A(x)=0$  olur. Daha yüksek bir üyelik derecesi değeri,  $x$  faktörünün  $A$  kümesine ait olma derecesinin daha yüksek olduğunu gösterir.

Bulanık kümelerde işlem kolaylığı sağlamak için bulanık sayılar kullanılır. Yapılan çalışmalarda bu amaçla büyük oranda üçgensel bulanık sayılar kullanılır. Üçgensel bulanık sayılar bulanık sayıların özel bir sınıfıdır, üçgensel bir bulanık sayı ( $\tilde{A}$ ) üç gerçek sayı ( $l \leq m \leq u$ ) ile ifade edilir ve üyelik fonksiyonu da bu sayılara bağlı olarak tanımlanır. Üçgensel bulanık sayının üyelik fonksiyonu şu şekildedir [21]:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad (1)$$

( $l, m, u$ ) ile ifade edilen  $\tilde{A}$  bulanık sayısında,  $m$  bulanık sayının en mümkün değerini,  $l$  ve  $u$  değerleri ise sırasıyla alt ve üst sınırları yani bulanıklığın kapsamını göstermektedir.  $\tilde{A} = (l_a, m_a, u_a)$  ve  $\tilde{B} = (l_b, m_b, u_b)$  iki üçgensel bulanık sayı iken bulanık sayılar üzerindeki temel bulanık operasyonlar şu şekilde tanımlanır [21]:

- Toplama:  $\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (l_a + l_b, m_a + m_b, u_a + u_b)$
- Çıkarma:  $\tilde{A} - \tilde{B} = (l_a - u_b, m_a - m_b, u_a - l_b)$
- Çarpma:  $\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (l_a l_b, m_a m_b, u_a u_b)$
- Bölme:  $\frac{\tilde{A}}{\tilde{B}} = \left[ \frac{l_a}{u_b}, \frac{m_a}{m_b}, \frac{u_a}{l_b} \right]$
- Tersini Alma:  $\tilde{A}^{-1} = \left[ \frac{1}{u_a}, \frac{1}{m_a}, \frac{1}{l_a} \right]$
- $\alpha$ -kesme:  $\tilde{A} = (l_a, m_a, u_a)$  bulanık sayısından farklı  $\alpha$  değerleri için kapalı değerler kümesi elde etmek için kullanılır.  $A$  bulanık kümesinin  $\alpha$ -kesmesi şu şekilde tanımlanır:  $A_\alpha = \{x \in [0, 1] \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$

## 2.3. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (Fuzzy Analytic Hierarchy Process)

Gerçek hayatta birçok karar verme probleminin çözümünde etkin bir biçimde kullanılan AHP yöntemi, ikili karşılaştırmalar sürecinde gerçek sayıların kullanılması açısından eleştirilmiştir. Özellikle nitel faktörlerin karşılaştırılmasında gerçek sayıların kullanılması karar verici için önemli bir güçlüktür. Yapılan farklı çalışmalarda bu problemin aşılması için bulanık sayıların kullanılması önerilmiştir [22-24]. Bu çalışmalarda karar verme sürecini etkileyen faktörler ve alt faktörler bulanık sayılar kullanılarak karşılaştırılmış ve bulanık öncelikler hesaplanmıştır. Belirlenen bulanık öncelikler değişik metotlarla durulaştırılarak kesin sayılar ile faktör öncelikleri belirlenmiştir.

Literatürde ikili karşılaştırmalar sürecinde bulanık sayıları kullanan ilk çalışmalar Van Laarhoven ve Pedrycz [25], ve Buckley [26] tarafından yapılmış olup izleyen yıllarda ikili karşılaştırma sürecinde bulanık sayıları kullanan birçok çalışma yapılmıştır. Chang [27], yaptığı çalışmada BAHF’nin işleme tarzı için yeni bir yaklaşım geliştirmiş ve BAHF’de ikili karşılaştırma skalaları için üçgensel bulanık sayıları kullanmıştır. Cheng [28], yaptığı çalışmada donanmaya ait bir silah seçimi probleminde BAHF ile

farklı bir çözüm yöntemi önermiştir. Weck ve diğ. [29], yaptıkları çalışmada farklı üretim çevrim zamanları alternatiflerini değerlendirmek için klasik AHP'ye bulanık mantık matematiği ekleyen bir metod sunmuşlardır. Kahraman ve diğ. [30], AHP'de bulanık ağırlıklandırma ile öncelik değerlerini elde etmek için bir metod geliştirmişlerdir. Deng [31], nitel çok kriterli problem takımlarının analizi için basit bir bulanık yaklaşım sunmuştur. Lee ve diğ. [32], yaptıkları çalışmada AHP ile yapılmış geçmiş çalışmalara ilişkin bir literatür taraması yapmışlar ve bu çalışmaları temel alarak ikili karşılaştırmaların aralık şeklinde düzenlenmesi için karşılaştırma prosesinin bulanık yapısıyla bağdaşan ve global tutarlılığı sağlayan stokastik optimizasyon temelli yeni bir metodoloji önermişlerdir. Chan ve diğ. [33], yaptıkları çalışmada bulanık ortamda nitel ve nicel faktörlerin faydalarını birlikte ölçmeye imkân tanıyan bir teknoloji seçimi algoritması sunmuşlardır. Chan ve diğ. [34], esnek imalat sistemlerinin otomatik tasarımı için çok kriterli karar verme tekniklerini ve benzetimi kullanan bütünleşik bir yaklaşım önermiştir. Kuo ve diğ. [35], yaptıkları çalışmada tesis yeri seçimi problemi için bir karar destek sistemi geliştirmişler ve önerdikleri sistemde hiyerarşik yapının geliştirilme ve değerlendirme aşamasında BAHP yöntemini kullanmışlardır. Mikhailov ve Singh [36], bulanık yargılarla belirlenen ikili karşılaştırma matrislerinden öncelik değerlerinin belirlenmesinde kullanılan mevcut yöntemlerin çok fazla işlem yükü gerektirdiğini ileri sürmüş ve önceliklendirme sürecine doğrusal programlama yaklaşımını önermiştir. Mikhailov [37] ve Mikhailov ve Tsvetinov [38] yaptıkları çalışmalarda aralık ve bulanık sayılarla oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinden öncelik değerlerinin hesaplanması için farklı bir metod geliştirmişler ve geliştirilen metotta doğrusal ve doğrusal olmayan programlama yöntemlerini kullanmışlardır.

### 3. BAHP İLE PERSONEL SEÇİMİ ALGORİTMASI (Personnel Selection Algorithm with Fuzzy Analytic Hierarchy Process)

BAHP ile personel seçimi problemi için önerilen algoritma şu adımlardan oluşmaktadır:

*Adım 1:* Karar verme ekibi kurulur.

*Adım 2:* Personel seçimi sürecinde kullanılacak faktör ve alt faktörler belirlenir ve hiyerarşik AHP modeli yapılandırılır.

*Adım 3:* Faktör ve alt faktör ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla ikili karşılaştırma matrisleri düzenlenir ve bulanık geometrik ortalama yöntemi ile faktör/alt faktör bulanık ağırlıkları belirlenir.

Bu aşamada karşılaştırmalar Tablo 2'de verilen üçgensel bulanık sayılar kullanılarak yapılacaktır.

Tablo 2'de verilen üçgensel bulanık sayılar Prakash [39] tarafından Saaty'nin 1-9 önem skalası (Tablo 1) temel alınarak geliştirilmiştir.

**Tablo 2.** Faktör karşılaştırmada kullanılan bulanık sayılar (Fuzzy numbers for factor comparison)

1-9 Skala Değeri	Bulanık Sayılar	1-9 Skala Değeri	Bulanık Sayılar
1	(1, 1, 1)	1/1	(1/1, 1/1, 1/1)
2	(1, 2, 4)	1/2	(1/4, 1/2, 1/1)
3	(1, 3, 5)	1/3	(1/5, 1/3, 1/1)
5	(3, 5, 7)	1/5	(1/7, 1/5, 1/3)
7	(5, 7, 9)	1/7	(1/9, 1/7, 1/5)
9	(7, 9, 11)	1/9	(1/11, 1/9, 1/7)

*Adım 4:* Faktörler ve alt faktörler için belirlenen bulanık ağırlıklar kullanılarak alt faktörler için global bulanık ağırlıklar hesaplanır. Global bulanık ağırlıklar alt faktörün ait olduğu faktörün bulanık ağırlığı ile alt faktörün kendi bulanık ağırlığının çarpılması ile hesaplanır.

*Adım 5:* Belirlenen global bulanık ağırlıklar ile aday personeller değerlendirilir ve her aday için bulanık öncelikler hesaplanır. Adayların alt faktörler temelinde değerlendirilmesinde Chan ve diğ. [33] tarafından önerilen dilsel değişkenler ve bu dilsel değişkenler için tanımlanan üçgensel bulanık sayılar kullanılacaktır (Tablo 3). Her aday için bulanık öncelik değeri, değerlendirme sonucunda hesaplanan alt faktör bulanık ağırlıklarının toplanmasıyla elde edilir.

**Tablo 3.** Bulanık değerlendirme skalası (Fuzzy evaluation scale)

Dilsel Değişken	Üçgensel Bulanık Sayı
Çok İyi (Çİ)	(3, 5, 5)
İyi (İ)	(1, 3, 5)
Orta (O)	(1, 1, 1)
Düşük (D)	(1/5, 1/3, 1)
Çok Düşük (ÇD)	(1/5, 1/5, 1/3)

*Adım 6:* Adaylar için belirlenen bulanık öncelikler durulaştırılır. Durulaştırma işlemi aşağıda adımları verilen durulaştırma algoritması ile yapılacaktır [40]. Kullanılacak olan bu algoritmada bulanık sayı farklı  $\alpha$ -kesme seviyeleri ile  $\alpha$ -kesme işlemine tabi tutulmakta ve bu sayede durulaştırılmış değerlerin bulanık sayıyı temsil etme derecesi artırılmaktadır.

*Adım 6.1:*  $k$ . adaya ait bulanık öncelik değerine farklı  $\alpha_l$ ,  $l=1,2,\dots,L$  değerleri için  $\alpha$ -kesme operasyonu uygulanarak alt ve üst sınır öncelik değeri belirlenir.

*Adım 6.2:* Elde edilen alt ve üst sınır öncelik değerleri (2) ve (3) ifadeleri ile birleştirilir:

$W_{kA}$ :  $k$ . adaya ait birleştirilmiş alt sınır öncelik değeri

$W_{kU}$ :  $k$ . adaya ait birleştirilmiş üst sınır öncelik değeri

$$W_{kA} = \frac{\sum_{l=1}^L \alpha_l (AS_k)_l}{\sum_{l=1}^L \alpha_l} \quad (2)$$

$$W_{kÜ} = \frac{\sum_{l=1}^L \alpha_l (ÜS_k)_l}{\sum_{l=1}^L \alpha_l} \quad (3)$$

*Adım 6.3:* Birleştirilmiş alt ve üst öncelik değerleri (4) ifadesi ile birleştirilerek  $k$ . adaya ait durulaştırılmış öncelik değeri ( $W_{dk}$ ) belirlenir.

$W_{dk}$ :  $k$ . adaya ait durulaştırılmış öncelik değeri  
 $\lambda$ : iyimserlik indeksi

$$W_{dk} = \lambda W_{kÜ} + (1 - \lambda) W_{kA} \quad \lambda \in [0,1] \quad (4)$$

Pratik uygulamalarda  $\lambda$  iyimserlik indeksi için  $\lambda=1$ ,  $\lambda=0.5$  ve  $\lambda=0$  değerleri karar vericinin sırasıyla iyimser, ılımlı ve kötümser görüşlerini belirlemek için kullanılmaktadır. İyimser bir karar verici bulanık değerlendirmelerin daha yüksek değerlerini tercih etme eğiliminde iken, kötümser bir karar verici daha düşük bir değer belirleme eğilimindedir [31].

*Adım 7:* Durulaştırılmış öncelikler normalleştirilir ve aday öncelikleri belirlenir. En büyük önceliğe sahip olan aday terfi edecek aday olarak belirlenir.

#### 4. UYGULAMA (APPLICATION)

BAHP ile personel seçimi algoritmasının uygulaması uluslararası pazarda faaliyet gösteren bir işletmede yapılmıştır. İşletmede ithalat-ihracat bölümündeki üst düzey bir pozisyon için personel ataması yapılacak olup, bu seçim işletme içinde ön elemenden geçirilerek belirlenmiş olan üç aday arasından yapılacaktır.

Terfi edecek personelin seçimi BAHP yöntemi ile bölüm 3’de verilen adımların uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir.

*Adım 1:* Bu adımda karar verme sürecinde görev alacak ekip belirlenmiştir. Faktör/alt faktörlerin belirlenmesi, bulanık sayılar kullanılarak faktör/alt faktörlerin karşılaştırılması ve belirlenen global alt faktör ağırlıkları temelinde adayların değerlendirilmesi bu ekip tarafından gerçekleştirilmiştir.

*Adım 2:* Çalışmanın ikinci adımında terfi edecek personelin seçimi sürecinde kullanılacak faktör ve alt faktörler belirlenmiş ve Tablo 4’de verilen faktör ve alt faktörlerin bu süreçte kullanılmasına karar verilmiştir.

**Tablo 4.** Personel seçiminde kullanılacak faktör ve alt faktörler (Factors and sub-factors for personal selection)

Amaç	Faktörler	Alt Faktörler
Pozisyon İçin En Uygun Adayın Seçilmesi	İşsel Faktörler (İF)	Kambiyo Bilgisi (KB) Dış Ticaret Bilgisi (DTB) Mevzuat Bilgisi (MB)
	Kişisel Faktörler (KF)	Kendine Güven (KG) İnisiyatif Alma (İA) Algılama (ALG) Analitik Düşünme (AD) Fiziksel Görünüm (FG)

Tablo 4’de ilk aşamada “pozisyon için en uygun adayın seçilmesi” amaç olarak belirlenmiş, bu amaca ulaşmak için kullanılacak olan faktörler “işsel” ve “kişisel” olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır. Üçüncü aşamada faktörlere bağlı alt faktörler yer almış ve işsel faktörlere bağlı üç, kişisel faktörlere bağlı beş alt faktör belirlenmiştir.

*Adım 3:* Personel seçimi sürecinde kullanılacak olan faktör ve alt faktörlerin belirlenmesinin ardından ağırlıklandırma aşamasına geçilmiş ve bu aşamada Tablo 2’de verilen üçgensel bulanık sayılar kullanılarak faktör ve alt faktörler karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sürecinde karşılaştırma değerleri ekip üyelerinin ortak çalışması sonucu belirlenmiş ve oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinden bulanık ağırlıkların belirlenmesi için bulanık geometrik ortalama yöntemi kullanılmıştır.

Faktör ağırlıklarının belirlenmesi için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi Tablo 5’de verilmiştir. Bu tabloda bulanık geometrik ortalama yöntemi ile yapılan hesaplamalar gösterilmiş ve elde edilen bulanık ağırlıklara tablonun son sütununda yer verilmiştir.

Faktör ağırlıklarının belirlenmesinin ardından alt faktör ağırlıklarının belirlenmesine geçilmiş ve alt faktör bulanık ağırlıkları da faktör ağırlıklarının belirlenmesine benzer şekilde belirlenmiştir. İşsel alt faktörlere ait ikili karşılaştırma matrisi Tablo 6’da, kişisel alt faktörlere ait ikili karşılaştırma matrisi ise Tablo 7’de hesaplanan bulanık ağırlıklar ile birlikte verilmiştir.

*Adım 4:* Bu adımda, Adım 3’te belirlenen faktör ve alt faktör bulanık ağırlıkları kullanılarak alt faktörlere ait global bulanık ağırlıklar hesaplanmıştır. Bulanık matematiksel operasyonlar kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen global ağırlıklar Tablo 8’de verilmiştir.

*Adım 5:* Global bulanık ağırlıkların belirlenmesinin ardından aday değerlendirme aşamasına geçilmiş ve Tablo 3’de verilen dilsel değişkenler kullanılarak her aday alt faktörler temelinde değerlendirilmiştir. Adaylar için yapılan hesaplamalar, toplam bulanık öncelikler ile birlikte Tablo 9-11’de verilmiştir.

**Tablo 5.** Faktörler için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ve bulanık ağırlıklar (Pairwise comparison matrix and fuzzy weights for factors)

Faktörler	İF	KF	Bulanık Ağırlıklar
İşsel Faktörler (İF)	(1, 1, 1)	(1, 2, 4)	(0.33, 0.67, 1.33)
Kişisel Faktörler (KF)	(1/4, 1/2, 1)	(1, 1, 1)	(0.16, 0.33, 0.67)
<i>Birinci satırın bulanık geometrik ortalaması: <math>\{(1 \times 1)^{1/2}, (1 \times 2)^{1/2}, (1 \times 4)^{1/2}\} = (1, 1.41, 2)</math></i>			
<i>İkinci satırın bulanık geometrik ort.: <math>\{(1/4 \times 1)^{1/2}, (1/2 \times 1)^{1/2}, (1 \times 1)^{1/2}\} = (0.5, 0.70, 1)</math></i>			
<i>Bulanık geometrik ortalamaların toplamı: (1.5, 2.11, 3)</i>			
<i>İF faktörünün bulanık ağırlığı: <math>\{(1/3), (1.41/2.11), (2/1.5)\} = (0.333, 0.67, 1.33)</math></i>			
<i>KF faktörünün bulanık ağırlığı: <math>\{(0.5/3), (0.70/2.11), (1/1.5)\} = (0.16, 0.33, 0.67)</math></i>			

**Tablo 6.** İşsel alt faktörler için ikili karşılaştırma matrisi ve bulanık ağırlıklar (Pairwise comparison matrix and fuzzy weights for job related sub-factors)

İşsel Faktörler	KB	DTB	MB	Bulanık Ağırlıklar
Kambiyo Bilgisi (KB)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/2, 1)	(1, 2, 4)	(0.12, 0.3, 0.79)
Dış Ticaret Bilgisi (DTB)	(1, 2, 4)	(1, 1, 1)	(1, 3, 5)	(0.19, 0.54, 1.36)
Mevzuat Bilgisi (MB)	(1/4, 1/2, 1)	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 1)	(0.07, 0.16, 0.5)

**Tablo 7.** Kişisel alt faktörlere ait ikili karşılaştırma matrisi ve bulanık ağırlıklar (Pairwise comparison matrix and fuzzy weights for personal sub-factors)

Kişisel Faktörler	KG	İA	ALG	AD	FG	Bulanık Ağırlıklar
Ken.Güv. (KG)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/2, 1)	(1, 2, 4)	(1, 2, 4)	(1, 3, 5)	(0.08, 0.24, 0.71)
İns.Al. (İA)	(1, 2, 4)	(1, 1, 1)	(1, 3, 5)	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)	(0.13, 0.41, 1.1)
Alg. (ALG)	(1/4, 1/2, 1)	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 2, 4)	(0.06, 0.14, 0.39)
Ana.Düş.(AD)	(1/4, 1/2, 1)	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 2, 4)	(0.06, 0.14, 0.39)
Fiz. Gör.(FG)	(1/5, 1/3, 1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/4, 1/2, 1)	(1/4, 1/2, 1)	(1, 1, 1)	(0.03, 0.07, 0.24)

**Tablo 8.** Alt faktörler için global bulanık ağırlıklar (Global fuzzy weights for sub-factors)

Faktörler ve Bulanık Ağırlıklar	Alt Faktörler ve Bulanık Ağırlıklar	Alt Faktör Global Bulanık Ağırlıkları
İşsel Faktörler (İF) (0.333, 0.67, 1.33)	Kambiyo Bilgisi (KB) (0.12, 0.30, 0.79)	(0.039, 0.201, 1.050)
	Dış Ticaret Bilgisi (DTB) (0.19, 0.54, 1.36)	(0.062, 0.361, 1.808)
	Mevzuat Bilgisi (MB) (0.07, 0.16, 0.5)	(0.023, 0.107, 0.665)
Kişisel Faktörler (KF) (0.167, 0.33, 0.67)	Kendine Güven (KG) (0.08, 0.24, 0.71)	(0.013, 0.079, 0.475)
	İnisiyatif Alma (İA) (0.13, 0.41, 1.1)	(0.021, 0.135, 0.737)
	Algılama (ALG) (0.06, 0.14, 0.39)	(0.010, 0.046, 0.261)
	Analitik Düşünme (AD) (0.06, 0.14, 0.39)	(0.010, 0.046, 0.261)
	Fiziksel Görünüm (FG) (0.03, 0.07, 0.24)	(0.005, 0.023, 0.160)

*Adım 6:* Bu adımda aday personeller için belirlenen toplam bulanık önceliklerin durulaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bölüm 3, Adım 6'da verilen eşitlikler kullanılarak birinci adaya ait toplam bulanık ağırlığın durulaştırılmasına ilişkin işlemler Tablo 12'de verilmiştir. Durulaştırma aşamasında  $\alpha$ -kesme operasyonu için sırasıyla 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 değerleri ve  $\lambda$  iyimserlik indeksi için ilimli bir karar verici profilini gösteren 0.5 değeri kullanılmıştır.

İkinci ve üçüncü aday için belirlenen toplam bulanık önceliklerde benzer şekilde durulaştırılarak elde edilen sonuçlar Tablo 13'de verilmiştir.

*Adım 7:* Önerilen personel seçimi algoritmasının son adımı hesaplanan durulaştırılmış önceliklerin normalleştirilmesi ve aday önceliklerinin belirlenmesidir. Yapılan normalleştirme ile elde edilen sonuçlar Tablo 14'de verilmiştir.

**Tablo 9.** Birinci aday için toplam bulanık öncelik (Total fuzzy priority for first candidate)

Alt Faktörler	Global Bulanık	ADAY 1		
		Oran	Puan	Ağırlık
Kambiyo Bilgisi (KB)	(0.039, 0.201, 1.050)	İ	(1, 3, 5)	(0.039, 0.603, 5.250)
Dış Ticaret Bilgisi (DTB)	(0.062, 0.361, 1.808)	O	(1, 1, 1)	(0.062, 0.361, 1.808)
Mevzuat Bilgisi (MB)	(0.023, 0.107, 0.665)	D	(1/5, 1/3, 1)	(0.004, 0.035, 0.665)
Kendine Güven (KG)	(0.013, 0.079, 0.475)	İ	(1, 3, 5)	(0.013, 0.237, 2.375)
İnisiyatif Alma (İA)	(0.021, 0.135, 0.737)	O	(1, 1, 1)	(0.021, 0.135, 0.737)
Algılama (ALG)	(0.010, 0.046, 0.261)	İ	(1, 3, 5)	(0.010, 0.138, 1.305)
Analitik Düşünme (AD)	(0.010, 0.046, 0.261)	İ	(1, 3, 5)	(0.010, 0.138, 1.305)
Fiziksel Görünüm (FG)	(0.005, 0.023, 0.160)	Çİ	(3, 5, 5)	(0.015, 0.115, 0.800)
<b>Toplam Bulanık Öncelik</b>				<b>(0.174, 1.762, 14.245)</b>

**Tablo 10.** İkinci aday için toplam bulanık öncelik (Total fuzzy priority for second candidate)

Alt Faktörler	Global Bulanık Ağırlıklar	ADAY 2		
		Oran	Puan	Ağırlık
Kambiyo Bilgisi (KB)	(0.039, 0.201, 1.050)	İ	(1, 3, 5)	(0.039, 0.603, 5.250)
Dış Ticaret Bilgisi (DTB)	(0.062, 0.361, 1.808)	Çİ	(3, 5, 5)	(0.186, 1.805, 9.040)
Mevzuat Bilgisi (MB)	(0.023, 0.107, 0.665)	İ	(1, 3, 5)	(0.023, 0.321, 3.325)
Kendine Güven (KG)	(0.013, 0.079, 0.475)	İ	(1, 3, 5)	(0.013, 0.237, 2.375)
İnisiyatif Alma (İA)	(0.021, 0.135, 0.737)	Çİ	(3, 5, 5)	(0.063, 0.675, 3.685)
Algılama (ALG)	(0.010, 0.046, 0.261)	İ	(1, 3, 5)	(0.010, 0.138, 1.305)
Analitik Düşünme (AD)	(0.010, 0.046, 0.261)	Çİ	(3, 5, 5)	(0.030, 0.230, 1.305)
Fiziksel Görünüm (FG)	(0.005, 0.023, 0.160)	O	(1, 1, 1)	(0.005, 0.023, 0.160)
<b>Toplam Bulanık Öncelik</b>				<b>(0.369, 4.032, 26.445)</b>

**Tablo 11.** Üçüncü aday için toplam bulanık öncelik (Total fuzzy priority for third candidate)

Alt Faktörler	Global Bulanık	ADAY 3		
		Oran	Puan	Ağırlık
Kambiyo Bilgisi (KB)	(0.039, 0.201, 1.050)	O	(1, 1, 1)	(0.039, 0.201, 1.050)
Dış Ticaret Bilgisi (DTB)	(0.062, 0.361, 1.808)	İ	(1, 3, 5)	(0.062, 1.083, 9.040)
Mevzuat Bilgisi (MB)	(0.023, 0.107, 0.665)	İ	(1, 3, 5)	(0.023, 0.321, 3.325)
Kendine Güven (KG)	(0.013, 0.079, 0.475)	O	(1, 1, 1)	(0.013, 0.079, 0.475)
İnisiyatif Alma (İA)	(0.021, 0.135, 0.737)	İ	(1, 3, 5)	(0.021, 0.405, 3.685)
Algılama (ALG)	(0.010, 0.046, 0.261)	Çİ	(3, 5, 5)	(0.030, 0.230, 1.305)
Analitik Düşünme (AD)	(0.010, 0.046, 0.261)	Çİ	(3, 5, 5)	(0.030, 0.230, 1.305)
Fiziksel Görünüm (FG)	(0.005, 0.023, 0.160)	İ	(1, 3, 5)	(0.005, 0.069, 0.800)
<b>Toplam Bulanık Öncelik</b>				<b>(0.223, 2.618, 20.985)</b>

**Tablo 12.** Birinci aday için yapılan durulaştırma (Defuzzification for first candidate)

$\alpha$ -kesmesi	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
AS	0.332	0.491	0.650	0.809	0.968	1.126	1.285	1.444	1.603
ÜS	12.996	11.748	10.500	9.251	8.003	6.755	5.506	4.258	3.010

Birinci adaya ait birleştirilmiş alt sınır öncelik değeri:  $W_{IA} = 1.179$

Birinci adaya ait birleştirilmiş üst sınır öncelik değeri:  $W_{IU} = 6.339$

Birinci adaya ait durulaştırılmış öncelik değeri:  $W_{d1} = 3.759$

Tablo 13. Durulaştırılmış aday öncelikleri (Defuzzification priorities for candidates)		
Adaylar	Toplam Bulanık	Durulaştırılmış
Aday 1	(0.174, 1.762, 14.245)	3.759
Aday 2	(0.369, 4.032, 26.445)	7.469
Aday 3	(0.223, 2.618, 20.985)	5.546

**Tablo 14.** Normalleştirilmiş aday öncelikleri (Normalization priorities for candidates)

Adaylar	Normalleştirilmiş Ağırlıklar
Aday 1	0.224
Aday 2	0.445
Aday 3	0.330

Tablo 14’de verilen normalleştirilmiş aday öncelikleri incelendiğinde birinci önceliğe sahip olan adayın Aday 2 olduğu görülmektedir, Aday 2’yi sırasıyla Aday 3 ve Aday 1 izlemiştir. Uygulama sonucunda Aday 2 terfi edecek aday olarak belirlenmiştir.

#### 4. SONUÇ (CONCLUSION)

Günümüzde karar verme problemlerinin çoğu tam ve kesin olmayan bilgilerin kullanılmasını gerektirmesine rağmen, birçok karar verme ve problem çözme aracı nicel verilerin kullanılması ile çözüme gitmektedir. Bulanık küme teorisi karar verme sürecinde kesin olmayan ve yaklaşık bilgilerin kullanılmasına imkân tanımakta ve kesin olmayan ve belirsiz birçok problemin matematiksel olarak formüle edilmesini sağlamaktadır. Personel seçimi problemi de belirsizlik içeren bir süreç olup, belirsizlik karar verme sürecinde kullanılacak olan faktörlerin doğru ve tutarlı bir şekilde ölçülememesinden kaynaklanmaktadır. Bu sorun değerlendirme sürecinde bulanık sayılar ve dilsel değişkenler kullanılarak aşılabılır.

Bu çalışmada personel seçimi problemine BAHF yöntemi ile farklı bir çözüm önerilmiştir. Önerilen modelin uygulamasında karar verme sürecindeki faktör ve alt faktörler bulanık sayılar kullanılarak karşılaştırılmış ve bu yolla süreçteki belirsizliklerin karar vericiler tarafından daha kolay bir şekilde değerlendirilmesi sağlanmıştır. Buna ek olarak adayların alt faktörler temelinde değerlendirilmesinde dilsel değişkenler kullanılmış ve bu yolla karar vericilerin daha kolay karar vermesi sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan durulaştırma işleminde farklı  $\alpha$ -kesme seviyeleri kullanılmış ve bu sayede durulaştırılmış değerlerin bulanık sayıları temsil etme derecesini arttırmıştır. Sonuç olarak her aday personel için bir öncelik değeri belirlenmiş ve en büyük önceliğe sahip olan aday terfi edecek aday olarak belirlenmiştir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Kaynak, T., **İnsan Kaynakları Yönetimi**, İ.Ü.İşletme Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1998.
2. Sabuncuoğlu, Z., **İnsan Kaynakları Yönetimi**, Ezgi Yayınevi, Bursa, 2000.
3. Erdoğan, İ., **İşletmelerde Personel Seçimi ve Başarı Değerleme Teknikleri**, İşletme İktisadi Enstitüsü Yayınları, İstanbul, 1991.
4. Özgen, H., Öztürk, A., Yalçın, A., **İnsan Kaynakları Yönetimi**, Nobel Kitabevi, Adana, 2002.
5. Bingöl, D., **İnsan Kaynakları Yönetimi**, Beta Yayınları, İstanbul, 1998.
6. Arvey, R.D., Champion, J.E., “The employment interview: A summary and review of recent research”, **Personel Psychology**, 35(1), 281-322, 1982.
7. Gargano, M.L., Marose, R.A., Kleecck, L., “An application of artificial neural Networks and genetic algorithms to personnel selection in the financial industry”, **Proceedings of the First International Conference on Artificial Intelligence Applications**, 257-262, 1991.
8. Miller, G.M., Feinzig, S.L., “Fuzzy sets and personnel selection: Discussion and an application”, **Journal of Occupational and Organizational Psychology**, 66(1), 163-169, 1993.
9. Liang, S.L., Wang M.J., “Personnel selection using fuzzy MCDM algorithm”, **European Journal of Operational Research**, 78(2), 22-33, 1994.
10. Karsak, E.E., “Personnel selection using a fuzzy MCDM approach based on ideal and anti-ideal solutions”, **Multiple Criteria Decision Making in the New Millenium**, Berlin, 425-432, 2001.
11. Hooper, R.S., Galvin, T.P., Kimler, R.A., Liebowitz, J., “Use of an expert system in a personnel selection process”, **Expert Systems with Applications**, 14(1), 425-432, 1998.
12. Bohanec, M., Urh, B., Rajkovic, V., “Evaluating options by combined qualitative and quantitative methods”, **Acta Psychologica**, 80(2), 67-89, 1992.
13. Timmermans, D., Vlek, C., “Multi-attribute decision support and complexity: An evaluation and process analysis of aided versus unaided decision making”, **Acta Psychologica**, 80(1), 49-65, 1992.
14. Timmermans, D., Vlek, C., “Effects on decision quality of supporting multi-attribute evaluation in



- groups”, **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, 68(2), 158-170, 1996.
15. Gardiner, A.R., Armstrong-Wright, D., “Employee selection and anti-discrimination law: Implications for multi-criteria group decision support”, **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, 9(1), 99-109, 2000.
  16. Spyridakos, A., Siskos, Y., Yannacopoulos, D., Skouris, A., “Multicriteria job evaluation for large organisations”, **European Journal of Operational Research**, 130(2), 375-387, 2001.
  17. Jessop, A., “Minimally biased weight determination in personnel selection”, **European Journal of Operational Research**, 153(2), 433-444, 2004.
  18. Saaty, T.L., **The Analytic Hierarchy Process**, McGraw-Hill, New York, 37-85, 1980.
  19. Dağdeviren, M., “Analitik hiyerarşi prosesi ile yeni bir analitik iş değerlendirme tekniğinin geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 47-63, 2002.
  20. Zadeh, L.A., “Fuzzy sets”, **Information and Control**, 8, 338-353, 1965.
  21. Zimmermann, H.J., “Fuzzy Set Theory and its Application”, **Kluwer Academic Publishers**, Boston, 35-85, 1990.
  22. Karsak, E.E., Tolga, E., “Fuzzy multi-criteria decision-making procedure for evaluating advanced manufacturing system investments”, **International Journal of Production Economics**, 69,49-64,2001.
  23. Kahraman, C., Beşkese, A., Ruan, D., “Measuring flexibility of computer integrated manufacturing systems using fuzzy cash flow analysis”, **Information Sciences**, 168,77-94,2004.
  24. Ding, J.F., Liang, G.S., “Using fuzzy MCDM to select partners of strategic alliances for liner shipping”, **Information Sciences**, 173,197-225,2005.
  25. Van Laarhoven, P.J.M., Pedrycz, W., “A fuzzy extension of Saaty’s priority theory”, **Fuzzy Sets and Systems**, 11,229-241,1983.
  26. Buckley, J.J., “Fuzzy hierarchical analysis”, **Fuzzy Sets and Systems**,17,233-247,1985.
  27. Chang, D.Y., “Applications of te extent analysis method on fuzzy AHP”, **European Journal of Operational Research**, 95(2), 649-655, 1996.
  28. Cheng, C.H., “Evaluating naval tactical misilse systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function”, **European Journal of Operational Research**, 96(2), 343-350, 1997.
  29. Weck, M., Klocke, F., Schell, H., Rüenauer, E., “Evaluating alternative production cycles using the extended fuzzy AHP method”, **European Journal of Operational Research**, 100(2), 351-366, 1997.
  30. Kahraman, C., Ulukan, Z., Tolga, E., “A fuzzy weighted evaluation method using objective and subjective measures”, **Proceedings of the International ICSC Symposium on Engineering of Intelligent Systems**, 1, 57-63, 1998.
  31. Deng, H., “Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison”, **International Journal of Approximate Reasoning**, 21(3), 215-231, 1999.
  32. Lee, M., Pham, H., Zhang, X., “A methodology for priority setting with application to software development process”, **European Journal of Operational Research**, 118(2), 375-389, 1999.
  33. Chan, F.T.S., Chan, M.H., Tang, N.K.H., “Evaluation methodologies for technology selection”, **Journal of Materials Processing Technology**, 107(1-3), 330-337, 2000a.
  34. Chan, F.T.S., Jiang, B., Tang, N.K.H., “The development of intelligent decision support tools to aid the design of flexible manufacturing systems”, **International Journal of Production Economics**, 65(1), 73-84, 2000b.
  35. Kuo, R.J., Chi, S.C., Kao, S.S., “A decision support system for selecting convenience store location through integration of fuzzy AHP and artificial neural network”, **Computers in Industry**, 47(2), 199-214, 2002.
  36. Mikhailov, L., Singh, M.G., “Fuzzy analytic network process and its application to the development of decision support systems”, **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews**, 33(1), 33-41, 2003.
  37. Mikhailov, L., “A fuzzy approach to deriving priorities from interval pairwise comparison judgement”, **European Journal of Operational Research**, 159(3), 687-704, 2004.
  38. Mikhailov, L., Tsvetinov, P., “Evaluation of services using a fuzzy analytic hierarchy process”, **Applied Soft Computing**, Article in pres, 2004.
  39. Prakash, T.N., “Land Suitability Analysis for Agricultural Crops: A Fuzzy Multicriteria Decision Making Approach”, MSc Thesis, **ITC Institue**, 2003.
  40. Dağdeviren, M., “Performans Değerlendirme Sürecinin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Bütünleşik Modellenmesi”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 2005.