

Kalite Fonksiyonu Açınımında bulanık insan kaynakları atama modeli

Orkun KOZANOĞLU*, Ahmet Fahri ÖZOK

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Programı, 34469, Ayazağa, İstanbul

Özet

Personel seçimi, personel bulma süreci sonunda oluşan aday kümesinden en iyi adayın seçilmesi sürecidir. Başvuran adayların potansiyel performansını tahmin etmek personel seçim sürecinin temelini oluşturur. Ancak, personel seçiminde iş gereklerini ve bu gereklerin seviyelerini belirlemek seçim kararını etkileyen önemli bir faktördür. İş gerekleri, eğitim, deneyim, fiziksel ve zihinsel gerekler ile kişilik özelliklerini kapsar. İş gerekleri ve iş gerekleri seviyelerinin doğru şekilde belirlenmemesi yanlış adayın seçilmesine sebep olur. Bu çalışmanın amacı, personel seçim sürecini, iş gereklerini belirleme süreci ile birleştiren Bulanık Kalite Fonksiyonu Açınımı (BKFA) temelinde bir personel seçim çatısı önermektir. Bu çatı, personel seçim kararlarındaki işe ilişkin kriterleri tanımlama ve performans-tahmin değişkenleri ilişkilerine yönelik hipotezlerin doğru bir şekilde geliştirilmesini sağlamaktadır. Önerilen modelde, iş gereklerinin seviyelerini ve personel adaylarının niteliklerini değerlendirmeye ilişkin belirsizlikleri ve subjektiflikleri modellemek amacıyla dilsel değişkenler ve bu değişkenleri matematiksel olarak ifade etmek için bulanık kümeler kullanılmaktadır. Bulanık kümelerin kullanılması ile zihinsel süreçlere ve insan iletişimine ilişkin belirsizlikler ve subjektifliklerin önerilen modele dahil edilmesi sağlanmaktadır. BKFA çatısı altında, birinci kalite evinde işi oluşturan görevlerin ağırlıkları Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) ile hesaplanmaktadır. Daha sonra, iş görevleri iş gereklerine çevrilmekte ve iş gereklerinin ağırlıkları elde edilmektedir. İkinci kalite evinde ise Bulanık TOPSIS (BTOPSIS) ve Bulanık VIKOR (BVIKOR) yöntemleri uygulanarak en uygun aday seçilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Personel seçimi, bulanık kümeler, karar verme, Bulanık Kalite Fonksiyon Açınımı.*

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Orkun KOZANOĞLU. Orkun.kozanoglu@yasar.edu.tr; Tel: (232) 411 52 78.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Programı'nda tamamlanmış olan "Kalite Fonksiyonu Açınımında bulanık insan kaynakları atama modeli" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 04.06.2009 tarihinde dergiye ulaşılmış, 15.07.2009 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 31.01.2011 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

A fuzzy human resource allocation model in Quality Function Deployment

Extended abstract

Human resources are considered as the most important assets of organizations, but very few organizations are able to fully use their potential. Sophisticated technologies and innovative practices alone can do very little to enhance operational performance unless the requisite human resource management practices are in place to form a consistent socio-technical system. For this reason, manufacturing and service organizations need to carefully evaluate their existing human resources, and develop them so that employees can effectively contribute to operational performance improvement.

Building a high performance workforce certainly starts with hiring new personnel. Recruitment and selection are the two main phases of a hiring process. Although both are closely interrelated parts of a multistage decision process, recruiting activities gather applicants for jobs, and selection decisions must then be made to choose the subset of applicants, or the applicant, who are most likely to succeed.

This study concentrates on the selection phase which can be considered as a multi-criteria decision making problem. Personnel selection involves collecting information about individuals by using one or more selection devices or methods. The most important property of an assessment method is its ability to predict future job performance or job-related learning. However, it is difficult to select the most suitable person for a certain job unless there is a clear understanding of the job's requirements in terms of personnel characteristics. By identifying such requirements, it is possible to develop selection procedures that will determine whether a particular applicant possesses the necessary and proper characteristics to carry out the tasks involved in the job. Thus, success of the personnel selection process is dependent on two basic processes: (1) determination of personnel characteristics required to perform the job and their levels, and (2) assessment of candidates. Improvement of these processes will result in improvement of overall personnel selection process.

The assessment involved in these processes are performed by a number of people within the organization and it is well recognized that people's assessments of concepts are always subjective and imprecise,

and the linguistic terms people use to express their judgments are vague. Using objective and precise numbers to represent linguistic assessments are, although widely applied, not very reasonable. In essence, human cognitive processes, such as thinking and reasoning and human communication are inherently fuzzy. Thus, a more rational approach is to assign fuzzy numbers to linguistic assessments so that their vagueness arising from mental phenomena and human communication can be captured.

This study proposes an improved personnel selection model which will help to select the most suitable person by providing a strong linkage between the content of the job and characteristics of selected candidate(s) and by involving the vagueness and subjectivity inherent in personnel selection processes. The proposed model assumes that there are a number of candidates applying for a particular job (white-collar or blue-collar) and a certain number of candidate(s) is to be selected for the job in question. In order to meet these objectives, the model employs Fuzzy Quality Function Deployment (FQFD) as a framework for integrating the determination of required personnel characteristics and final selection processes. The use of FQFD helps to develop hypotheses in a structured approach about performance-predictor relationships tested in a specific personnel selection problem. The proposed model also employs Fuzzy Analytical Hierarchy Process, Fuzzy TOPSIS and Fuzzy VIKOR under FQFD framework. It also allows multiple decision makers in the determination of personnel characteristics and final selection processes so that various people within the organization who are responsible for or who are affected by the selection decision can be involved in both phases of the FQFD process.

The model has been applied for a real-life problem in one of the leading companies in the milk and milk products sector for Shift Engineer position. The results of these applications show that the model can distinguish the candidates accurately with respect to their characteristics which are assessed by the decision makers involved in the personnel selection process. Since decision makers are not capable of analyzing and synthesizing vast amount of job and candidate information judgmentally, the utility of the proposed model is established.

Keywords: Personnel selection, fuzzy sets, decision making, Fuzzy Quality Function Deployment.

Giriş

Yüksek performanslı iş gücü oluşturmanın en önemli yolu işe alma ve personel seçim sürecidir. Personel seçim süreci, adaylar hakkında bilgi toplamayı ve bu bilgileri değerlendirerek adayların iş için uygunluğunu belirlemeyi kapsar. Gerekli bilgilerin toplanması genellikle birden fazla yöntemin bir arada kullanılması ile gerçekleştirilir. Buna rağmen bazen personel seçim yöntemleri gerçekte başarılı olması mümkün olmayan bir adayın en uygun kişi olduğu sonucuna veya gelecekte iyi performans gösterebilecek bir adayın yeterli olmadığı kararına varabilir. Bu gibi hatalara seçim hataları denir. Herhangi bir personel seçim yönteminin tamamen hatasız olması beklenemez. Bir personel seçim yönteminin başarılı olması o yöntemin geçerli ve güvenilir olması ile değerlendirilir. Personel seçim yöntemleri için üç farklı türde geçerlilik söz konusudur: kriterlere ilişkin geçerlilik, içeriğe ilişkin geçerlilik ve yapılara ilişkin geçerlilik. Belirli bir seçim yöntemi için kriterlere ilişkin geçerlilik, o yöntem uygulanan bir kişinin aldığı puan ile aynı kişinin iş performansı arasındaki korelasyon ile ölçülebilir. Eğer bir yöntemin belirli bir iş için kriterler açısından geçerli olduğu belirlendiyse, o yöntemin uygulanması ile başarılı olarak değerlendirilen kişinin iş performansının yüksek olması beklenir. Aynı yöntem ile yetersiz olarak değerlendirilen kişinin iş performansının da düşük olacağı düşünülür. İçeriğe ilişkin geçerlilik ise söz konusu işin içerdiği temel görevler ve davranışlar ile seçim yöntemi arasında güçlü bir ilişkinin varlığının gösterilmesi ile ortaya çıkar. Yapılara ilişkin geçerlilik, bir seçim yönteminin, ölçmeyi amaçladığı kişi niteliklerini ölçtüğünün ve bu niteliklerin başarılı bir iş performansı için gerekli olduğunun gösterilmesi ile belirlenir. Güvenilirlik ise bir yöntemin, kişinin niteliklerini ne kadar tutarlı bir şekilde ölçtüğü ile ilgilidir. Güvenilirliği ispatlanmış bir yöntem aynı aday için tekrar tekrar uygulandığında adayın birbirine yakın puanlar alması beklenir.

Bir personel seçim yönteminin sağladığı fayda seçim oranına da bağlıdır. Seçim oranı seçilecek aday sayısının seçim yönteminin uygulandığı aday sayısına bölünmesi ile bulunur. Eğer seçim

oranı düşük ise geçerliliği düşük olan bir yöntemin bile fayda sağlaması mümkündür. Aksi durumda, eğer iş için başvuran her aday işe alınacak ise, geçerliliği oldukça yüksek olan bir yöntemin bile faydası yüksek olmayacaktır.

Seçim yöntemlerinin sağladığı faydanın yanı sıra maliyet de seçim yöntemlerinin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi hususunda oldukça önemlidir. Bazı seçim yöntemlerinin uygulanması diğerlerine göre daha yüksek bir maliyete sahip olabilir. Böyle bir durumda, daha az kişinin test edilmesi tercih edileceği için, minimum niteliklere göre yapılan ön eleme süreci önem kazanır. Ancak, bir seçim yöntemine ilişkin en önemli maliyet yanlış kişinin seçiminden doğan veya seçim sonrası eğitim yatırımları yapılan kişilerin organizasyondan ayrılması ile ortaya çıkan kayıplardır. Uygulanması ve değerlendirilmesi en pahalı yöntemlerin maliyeti bile, üretken olmayan ve başarısız kişilerin işe alınmadan doğan maliyetler yanında oldukça küçüktür. Dolayısıyla, özellikle ülkemizdeki işsizlik sorunu göz önüne alındığında, seçim oranlarının oldukça düşük olması ve işe alım ve işten ayrılma/çıkarma maliyetlerinin yüksekliği nedeniyle adil ve gelişmiş seçim yöntemlerinin, gerek işverenler gerekse adaylar açısından oldukça önemli olduğu sonucuna varabiliriz.

Bu çalışmada, personel seçim sürecini, iş gereklerini belirleme süreci ile birleştiren BKFA temelli bir personel seçim çatısı önerilmiştir. Bu çatı, personel seçim kararlarındaki işe ilişkin kriterleri tanımlamayı ve performans-tahmin değişkenleri ilişkilerine yönelik hipotezleri doğru bir şekilde geliştirmeyi sağlamaktadır. Önerilen modelde, iş gereklerini tanımlamaya ve personel adaylarını değerlendirmeye ilişkin belirsizlikleri ve subjektiflikleri modellemek amacıyla dilsel değişkenler ve bu değişkenleri matematiksel olarak ifade etmek için bulanık sayılar kullanılmaktadır. Makalede ilk önce bulanık mantığın personel seçimindeki gerekliliği irdelenmiş, daha sonra BKFA çatısı altında işi oluşturan görevlere bağlı olarak personel seçim sürecinin aşamaları ve kullanılan bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri açıklanmıştır.

Önerilen personel seçim yöntemi ülkemizin önde gelen süt ve süt ürünleri üreticisi bir firmada yeni bir Vardiya Mühendisi seçimi için uygulanmış ve test edilmiştir. Yöntem birden fazla karar vericinin, iş gereklerinin ağırlıklarının belirlenmesine ve nihai seçim sürecine dahil olmasını mümkün kılmıştır. Böylelikle, işi oluşturan görevleri temel alarak Vardiya Mühendisi pozisyonu için en uygun aday seçilmiş ve makalenin son bölümünde elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

Bulanık mantık ve personel seçimi

Bulanık küme teorisi insanın zihinsel süreçlerinden doğan belirsizlikleri modellemek üzere önerilmiş matematiksel bir teoridir (Zadeh, 1965). Bu teori temel olarak sınırları kesin olmayan sınıfları ya da kümeleri kapsar. Bulanık mantık teorisi doğru/yanlış, evet/hayır, yüksek/düşük gibi geleneksel ikili değerlendirmelere ek olarak ara değerlerin tanımlanmasını sağlar. Yaşlı, genç, uzun, kısa, çok az, çok fazla gibi kavramlar bulanık mantık teorisi aracılığıyla matematiksel olarak tanımlanabilir ve böylelikle, bilgisayarların insana benzer düşünme tarzında programlanabilmesi sağlanır.

Bulanık kümeler üyelik fonksiyonları ile tanımlanır. \tilde{A} bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu $\mu_A(x)$ ile gösterilir ve bir faktörün bir kümeye üyeliği 0 ve 1 arasında bir sayı ile belirlenir. Bulanık kümelerin kesin sınırları yoktur ve üyelikten üye olmamaya doğru kademeli bir geçisi öngörür (Klir ve Yuan, 1995). Bir x elemanı 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 elemanının \tilde{A} kümesine ait olma derecesinin daha yüksek olduğunu gösterir.

Bulanık kümelerin ana enstrümanı bulanık sayılardır. Üçgen, yamuk, çan eğrisi gibi bulanık sayı türleri mevcuttur. Yapılan çalışmalarda büyük oranda üçgen bulanık sayılar kullanılır. Üçgen bulanık sayı (\tilde{A}) üç gerçek sayı (L, M, U) ile ifade edilir ve üyelik fonksiyonu da bu sayılara bağlı olarak tanımlanır. Üçgen bulanık sayının üyelik fonksiyonu şu şekildedir:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-L}{M-L}, & L \leq x \leq M \\ \frac{U-x}{U-M}, & M \leq x \leq U \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (1)$$

$\tilde{M} = (m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{N} = (n_1, n_2, n_3)$ iki üçgen bulanık sayı iken bulanık sayılar üzerindeki temel bulanık operasyonlar şu şekilde tanımlanır:

$$M \oplus N = (m_1 + n_1, m_2 + n_2, m_3 + n_3) \quad (2)$$

$$M \otimes N = (m_1 \times n_1, m_2 \times n_2, m_3 \times n_3) \quad (3)$$

$$\frac{\tilde{M}}{\tilde{N}} \cong \left(\frac{m_1}{n_3}, \frac{m_2}{n_2}, \frac{m_3}{n_1} \right) \quad (4)$$

$$k\tilde{M} = (km_1, km_2, km_3) \quad \forall k > 0, k \in R \quad (5)$$

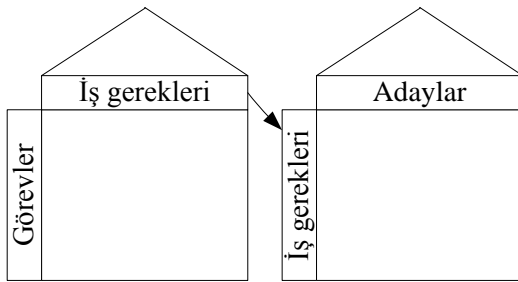
Personel seçim süreci iki aşamada belirsizlik ve subjektiflik içerir. İlk nokta, adaylarda aranan niteliklerin ve bu niteliklerin seviyelerinin belirlenmesine ilişkin belirsizlik ve subjektifliktir. İş analiz yöntemleri ile iş gerekleri belirlenebilmesine rağmen bu gereklerin seviyelerini belirlemek, değerlendiren kişilerin subjektif değerlendirmelerine bağlıdır. Belirsizlik ve subjektifliğin ortaya çıktığı ikinci aşama ise, adayların gerekli personel nitelikleri açısından değerlendirilmesi sürecidir. Personel alımı işletmeye bir makina ya da teçhizat almaktan farklıdır. Bir makinanın performansı teknik özelliklerine bakılarak tahmin edilebilirken, işe alınan kişinin performansını, tek başına aday hakkındaki objektif olarak ölçülebilen bilgilere dayanarak tahmin edilebilir. Bu nedenle, karar vericilerin gözlem ve mülakat ile adayları değerlendirmesi, adayların gelecekteki iş performansı hakkında önemli bir fikir sağlar. Ancak karar vericilerin her iki noktada da kesin sayılar ile değerlendirme yapması önemli bir zihinsel çaba gerektirir. Genel olarak, insanlar kavramları veya nesnelere kelimeler aracılığıyla değerlendirmekte çok daha başarılıdırlar. Bu nedenle, gerek

işi oluşturan görevler ile iş gereklerinin ilişkisini değerlendirirken, gerekse adayların iş gereklerini ne derece sağlayabildiklerini değerlendirirken, karar vericilerin değerlendirmelerini dilsel değişkenler ile ifade etmeleri oldukça mantıklı ve faydalı bir yaklaşımdır.

BKFA temelli personel seçim modeli

Bu çalışmada önerilen model, iş görevlerini iş gereklerine ve iş gereklerini adaylara çevirmek amacıyla BKFA'nı kullanmaktadır. Herhangi bir iş için gerekli personel niteliklerini ve bu niteliklerin ağırlıklarını işi bütün olarak ele alarak değerlendirmek yerine, işin içerdiği görevlerden yola çıkarak değerlendirmek daha doğru olacaktır. Bunun sebebi, işverenin ilk aşamada ilgilendiği konunun aslında iş görenin nitelikleri değil iş görenin iş kapsamındaki görevleri yerine getirebilmesidir.

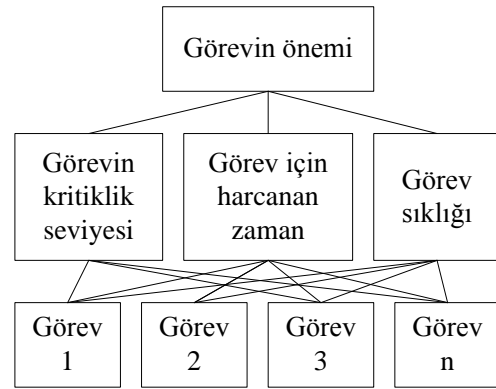
Bu çalışmada önerilen BKFA süreci Şekil 1'de görüldüğü üzere iki aşamadan oluşur. Birinci kalite evinde görev ifadeleri iş gereklerine çevrilmektedir. Ancak, yalnız başına görev ifadeleri iş içeriğini bütünüyle anlatmak için yeterli değildir. Bu nedenle, iş sırasında kullanılan araç-gereç ve teknoloji, organizasyonun iş görenin performansı üzerindeki etkisi ve işin gerçekleştirildiği fiziksel, sosyal ve psikolojik koşullar görev ifadeleri ile birlikte ele alınmalıdır.



Şekil 1. Personel seçiminde BKFA süreci

Bu aşamada iş kapsamını tanımlamak için kullanılan görev ifadeleri ve iş gerekleri, söz konusu iş için iş analizi uygulanarak elde edilir. Görev ifadeleri tanımlandıktan sonra görevlerin iş gereklerine çevrilmesi için her bir görevin önem ağırlığının belirlenmesi gerekir. Görev önemi literatürde karmaşık, çok boyutlu ve subjektif bir kavram olarak tanımlanmıştır (Harvey,

1991; Raymond, 2001; Sanchez ve Levine, 1989). Bu nedenle, genellikle izlenen yol birden fazla ölçeğin birleştirilmesi ile görev önem ağırlıklarının belirlenmesidir. Bu çalışmada görevlerin ağırlıkları BKFA uygulamalarında popüler bir yöntem olan BAHS ile hesaplanmaktadır. Literatürde kullanılan görev önemi bileşenleri temel alınarak oluşturulan BAHS modelinde, görev önemine ilişkin kriterler, görevin kritiklik seviyesi, görev için harcanan zaman ve görevin sıklığı olarak belirlenmiştir. Oluşturulan BAHS hiyerarşisi Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Görev önemi hiyerarşisi

Literatürde birçok farklı BAHS yöntemi bulunması nedeniyle, görev ağırlıkları hesaplanırken farklı BAHS yöntemlerinin sonucu nasıl etkilendiğini görmek amacıyla üç farklı BAHS yöntemi kullanılmıştır. Bunlar, mertbe analiz yöntemi (Chang, 1996), Deng (1999) tarafından kullanılan toplamsal önceliklendirme ve geometrik ortalamalar kullanarak önceliklendirme (Buckley, 1985) yöntemleridir. Görev ağırlıkları hesaplandıktan sonra iş gereklerinin her bir görev ile ilişkisi karar vericiler tarafından dilsel değişkenler kullanılarak değerlendirilir ve her bir iş gereği için bulanık ağırlıklı toplam hesaplanır. Bu ağırlıklar doğrusal ölçek dönüşümü yöntemi ile normalize edilir ve böylelikle işin bütünü için iş gereklerinin önem ağırlıkları elde edilmiş olur.

İkinci kalite evi, personel adaylarının, daha önce belirlenen iş gereklerine göre dilsel değişkenler kullanılarak değerlendirildiği ve birinci kalite evinden elde edilen iş gereklerinin ağırlıkları kullanılarak nihai seçimin gerçekleştirildiği

aşamadır. Bu aşamada Chen (2000) tarafından uygulanan BTOPSIS ve Büyüközkan ve Ruan (2008) tarafından uygulanan BVIKOR yöntemi kullanılarak iş için en uygun aday seçilir. Kullanılan BTOPSIS yönteminin adımları sırasıyla şöyledir.

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Bu çalışmada karar matrisi olarak ikinci kalite evindeki bulanık ilişki matrisi kullanılır. Bu matris her bir karar vericinin adayları (A_j) iş gerekleri ($\dot{I}G_i$) açısından değerlendirmesi ile ortaya çıkar. Dolayısı ile “K” adet karar matrisi elde edilir. Tablo 1’de görülen karar matrisinde \tilde{s}_i İş Gereklerinin Ağırlığını ($\dot{I}GA$) göstermekte ve $(\alpha_i, \beta_i, \delta_i)$ parametreleri ile ifade edilmektedir. \tilde{x}_{ij}^k ise “k” karar vericisinin “j” adayını “i” iş gereği açısından bulanık değerlendirmesini göstermektedir. Karar vericilerin bireysel değerlendirmeleri kullanılarak, toplam karar matrisi şu şekilde hesaplanır:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{x}_{ij}^1 \oplus \tilde{x}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{x}_{ij}^K] \quad (6)$$

Tablo 1. İş gerekleri-adaylar matrisi

	$\dot{I}GA$	A_1	A_2	A_j	A_n
$\dot{I}G_1$	\tilde{s}_1	\tilde{x}_{11}^k	\tilde{x}_{12}^k	\tilde{x}_{1j}^k	\tilde{x}_{1n}^k
$\dot{I}G_2$	\tilde{s}_2				
$\dot{I}G_m$	\tilde{s}_m	\tilde{x}_{m1}^k		\tilde{x}_{mj}^k	\tilde{x}_{mn}^k

Adım 2: Karar matrisinin normalizasyonu

\tilde{x}_{ij} üçgen bulanık sayısı (a, b, c) parametreleri ile ifade edilirse, iş gereğinin fayda (F) veya maliyet (M) türünde oluşuna göre toplam karar matrisi doğrusal ölçek dönüşümü ile şu şekilde normalize edilebilir:

$$\tilde{d}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_i^*}, \frac{b_{ij}}{c_i^*}, \frac{c_{ij}}{c_i^*} \right), \quad i \in F \quad (7)$$

$$\tilde{d}_{ij} = \left(\frac{a_i^-}{c_{ij}}, \frac{a_i^-}{b_{ij}}, \frac{a_i^-}{a_{ij}} \right), \quad i \in M \quad (8)$$

Yukarıdaki formüllerde c_i^* ve a_i^- şu şekilde hesaplanır:

$$c_i^* = \max_j c_{ij}, \text{ eğer } i \in F \quad (9)$$

$$a_i^- = \min_j a_{ij}, \text{ eğer } i \in M \quad (10)$$

Adım 3: Ağırlıklı ve normalize edilmiş karar matrisinin hesaplanması

Birinci kalite evinde elde ettiğimiz iş gereklerinin ağırlıklarını (\tilde{s}_i) kullanarak ağırlıklı ve normalize edilmiş karar matrisini ($\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$) şu şekilde hesaplarız:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{s}_i \otimes \tilde{d}_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

Adım 4: Bulanık pozitif ideal çözüme ve bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklıkların hesaplanması

Chen (2000) tarafından uygulanan BTOPSIS yönteminde bulanık pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm noktaları sırasıyla $\tilde{v}_i^* = (1, 1, 1)$ ve $\tilde{v}_i^- = (0, 0, 0)$ olarak kabul edilmiştir. Her bir iş gereği açısından ideal çözümlere olan uzaklık ise vertex yöntemi ile hesaplanmıştır.

$\tilde{M} = (m_1, m_2, m_3)$ and $\tilde{N} = (n_1, n_2, n_3)$ iki üçgen bulanık sayı iken vertex yöntemine göre bu iki bulanık sayı arasındaki uzaklık aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$S(\tilde{M}, \tilde{N}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (12)$$

Yukarıdaki uzaklık formülü kullanılarak her bir adayın bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklıkları şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$S_j^* = \sum_{i=1}^m d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_i^*), \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

$$S_j^- = \sum_{i=1}^m d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_i^-), \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

Adım 5: İdeal çözüme görelî yakınlığın hesaplanması

Her bir adayın ideal çözüme görelî yakınlığı (C_j) şu şekilde hesaplanır.

$$C_j = \frac{S_j^-}{S_j^* + S_j^-}, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (15)$$

Burada C_j değeri $0 \leq C_j \leq 1$ aralığında kesin bir değer alır ve adaylar C_j değerine göre azalan şekilde sıralanarak en yüksek C_j değerine sahip olan aday, iş için en uygun kişi olarak seçilir.

Sonuçların farklı bulanık karar verme yöntemleri açısından tutarlı olup olmadığını görmek amacıyla BTOPSIS yöntemine ek olarak Büyükköçkan ve Ruan (2008) tarafından uygulanan BVIKOR yöntemi de nihai seçim aşamasında kullanılmıştır. Öncelikle, BTOPSIS yönteminde olduğu gibi, Tablo 1’de verilen karar matrisi doğrusal ölçek dönüşümü ile normalize edilir. Daha sonra, \tilde{S}_j ve \tilde{R}_j sıralama ölçütleri hesaplanır. Bu ölçütlerden \tilde{S}_j “grup faydası” ve \tilde{R}_j ise “bireysel pişmanlık” değerlerini göstermektedir.

$$\tilde{S}_j = \sum_{i=1}^m \tilde{s}_i \otimes d(\tilde{1}, \tilde{r}_{ij}) \quad (16)$$

$$\tilde{R}_j = \max_i \tilde{s}_i \otimes d(\tilde{1}, \tilde{r}_{ij}), \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (17)$$

Bu hesaplamalarda $d(\tilde{1}, \tilde{r}_{ij})$, normalize edilmiş karar matrisindeki \tilde{r}_{ij} değerinin (1,1,1) ile gösterilen pozitif ideal çözüm noktasına olan uzaklığının vertex yöntemi ile hesaplanan değerini ifade etmektedir. \tilde{s}_i ise BTOPSIS de olduğu gibi iş gereklerinin bulanık ağırlığını temsil etmektedir. \tilde{S}_j ve \tilde{R}_j değerleri hesapladıktan sonra doğrusal ölçek dönüşümü ile normalize edilerek \tilde{S}'_j ve \tilde{R}'_j değerleri bulunur. Son olarak \tilde{S}'_j ve \tilde{R}'_j değerleri kullanılarak \tilde{Q}_j değerleri

$$\tilde{Q}_j = \nu(\tilde{S}'_j) \oplus (1-\nu)(\tilde{R}'_j) \quad (18)$$

formülü ile hesaplanır. Bu formülde ν kriterlerin çoğunluğuna ilişkin stratejinin ağırlığını ifade etmektedir. Kriterler arası uzlaşma farklı ν değerleri ile sağlanabilir. Çoğunluk ile seçim için $\nu > 0.5$, ortak karar için $\nu \approx 0.5$ ve veto için ise $\nu < 0.5$ değerleri kullanılır. Daha sonra $\tilde{S}'_j, \tilde{R}'_j$ ve \tilde{Q}_j değerleri

$$M(\tilde{x}) = \frac{-a^2 + c^2 - ab + bc}{[3(-a + c)]} \quad (19)$$

şeklinde ifade edilen genelleştirilmiş ortalama formülü (Kahraman vd., 2007) ile durulaştırılarak S'_j, R'_j ve Q_j kesin değerleri elde edilir. Bu formülasyonda \tilde{x} , (a, b, c) parametreleri ile ifade edilen herhangi bir üçgen bulanık sayıyı; $M(\tilde{x})$ ise genelleştirilmiş ortalama ile bulunan kesin değeri ifade etmektedir. Daha sonra, personel adayları Q_j, S'_j ve R'_j değerlerine göre artan sırada listelenir. Bu sıralamada adayların pozisyonu $S'_{[j]}, R'_{[j]}$ ve $Q_{[j]}$ notasyonu ile ifade edilir. Örneğin $Q_{[1]}, Q_j$ değerine göre ilk pozisyondaki adayı ifade eder ve bu aday j_1 ile gösterilir. Son olarak aşağıda belirtilen iki koşula göre değerlendirme yapılarak seçim sonucuna varılır.

Koşul 1: $Q_{[2]} - Q_{[1]} \geq DQ$ ise, ilk sıradaki adayın ikinci sıradaki adaya göre kabul edilebilir bir üstünlüğe sahip olduğu söylenir. DQ değeri, m aday sayısını ifade ederken $DQ = 1/(m-1)$ şeklinde bulunur. Eğer $m \leq 4$ ise, $DQ = 0.25$ olarak alınır.

Koşul 2: j_1 adayı $S'_{[j]}$ ve/veya $R'_{[j]}$ sıralamasında da ilk sırada bulunmaktadır.

Bu iki koşul birden sağlanıyor ise j_1 alternatifinin uzlaşık bir çözüm olduğu sonucuna varılır. Eğer iki koşul birden sağlanmıyorsa aşağıdaki değerlendirmeler yapılarak uzlaşık bir çözüm kümesi elde edilir:

- Sadece koşul 2 sağlanmıyor ise j_1 ve j_2 adayları uzlaşık bir çözüm kümesi oluşturur.
- Koşul 1 sağlanmıyor ise, j_1, j_2, \dots, j_k adaylarından oluşan bir uzlaşık çözüm kümesi bulunur. Bu kümede j_k , $Q_{[k]} - Q_{[1]} < DQ$ ilişkisini sağlayan en büyük k değerine sahip adaydır.

Modelin uygulanması

Bu çalışmada önerilen personel seçme yöntemi, ülkemizin süt ve süt endüstrisi sektöründe faaliyet gösteren önemli kuruluşlarından birinde Vardiya Mühendisi (VM) pozisyonu için personel seçiminde uygulanmıştır. Birinci kalite evinde, vardiya mühendisinin temel görevleri (Tablo 2) ile iş gerekleri (Tablo 3), iş analizi gerçekleştirilerek belirlenmiştir.

Tablo 2. VM'nin görevleri

İş oluşturan görevler
1 Üretim sürecinde hijyen, görüntü ve kalite parametrelerini denetler.
2 Açık alanda muhafaza edilen ürünlerin düzenini kontrol eder. Islanma ve yıpranmalarını önleyecek önlemleri alır.
3 Vardiyası esnasında süt dağılımını stratejik hedeflere göre takip eder.
4 Vardiyası sırasında, yemek molalarında UHT ve süt tozu ünitelerinin operatörlüğünü yapar.
5 Vardiyası süresince ünitelerdeki işçi hareketleri, eksik malzemeler, problemler, üretim, yönetim sorunları ile ilgili bilgileri (görev ve sorumluluğu ile ilgili bilgiyi) derhal İmalat Şefi'ne ve İmalat Departman Müdürü'ne bildirir, neticede alınan kararı uygular.
6 Vardiyasında ünitelerdeki sistemleri, ölçü aletlerinin doğruluk derecesini ve soğuk hava depo sıcaklıklarını tek tek inceler, uygun olmayan durumlarda Makina Bakım Departmanı ile iletişim kurarak problemin giderilmesini sağlar.
7 Vardiya süresince üniteler arasında gerekli eleman transferini gerçekleştirir.
8 Vardiyası sırasındaki sorunları imalat toplantısında gündeme getirerek, zamanında çözülmesini sağlar.
9 Vardiya süresince yapılan işlerin talimat ve prosedürlere uygun olarak yapılıp yapılmadığını takip eder, belli aralıklarla imalat föylerini kontrol eder.
10 Vardiya başlangıcı ve bitiminde imalat üniteleri elemanlarının vardiyalarına zamanında gelip gelmediğini kontrol eder.

İşin içerdiği görevlerin bulanık ağırlıklarının belirlenmesi için firmada halen çalışmakta olan iki vardiya mühendisinin katılımı ile Tablo 4'te verilen ölçek kullanılarak ikili karşılaştırmalar yapılmış ve bu karşılaştırmalar geometrik ortalama ile birleştirilerek üç farklı BAHS yöntemi (Chang, 1996; Deng, 1999 ve Buckley, 1985)

uygulanmış ve her bir görevin üçgen bulanık ağırlıkları elde edilmiştir.

Tablo 3. VM pozisyonu için iş gerekleri

İş gerekleri
1 Sözel Kavrama
2 Yazılı Kavrama
3 Sözlü İfade
4 Yazılı İfade
5 Aktif Dinleme
6 İşlem Denetleme ve Kontrol
7 Hata Giderme
8 Kalite Kontrol Analizi
9 Süt Üretimi ve İşlenmesine İlişkin Bilgi
10 Liderlik
11 Uzlaşmacılık
12 Başarı Odaklılık
13 Arkadaşça Yaklaşım
14 Başkalarının Çıkarlarına Hassasiyet Gösterme
15 İşbirliği ile Çalışma Eğilimi
16 Genel Güvenilirlik
17 İş Ahlakına Bağlılık
18 Titizlik ve Detaylara Önem Verme
19 Duygusal Denge
20 Fikir Üretme İsteği
21 Karşılaşılabilecek Durumları ve Sonuçlarını Önceden Gözden Geçirme

Tablo 4. BAHS'nde kullanılan dilsel değişkenler ve bulanık sayılar (Tüysüz ve Kahraman, 2006)

Dilsel ölçek	Üçgen bulanık ölçek	Üçgen bulanık ters ölçek
Tam eşit	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Eşit derecede önemli	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
Biraz daha fazla önemli	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
Kuvvetli derecede önemli	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok kuvvetli derecede önemli	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
Tamamıyla önemli	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)

Görev ağırlıkları bulunduktan sonra iki vardiya mühendisinin ortak görüşü ve bir insan kaynakları uzmanının katılımı ile birinci kalite evindeki görev-iş gereği ilişkileri Tablo 5'te verilen ölçeğe göre değerlendirilmiş ve bu değerlendirmeler aritmetik ortalama ile birleştirilmiştir Her bir iş gereği için bulanık ağırlıklı toplam hesaplandıktan sonra doğrusal ölçek dönüşümü ile normalize edilmiş ve iş gereklerinin bulanık ağırlıkları elde edilmiştir. Bu bulanık ağırlıklar daha önce üç farklı BAHS yöntemine göre hesaplanmış olan görev ağırlıkları kullanılarak hesaplandıktan her bir iş gereği için üç farklı bulanık ağırlık bulunmuştur.

Tablo 5. Görev-iş gereği ilişkilerini değerlendirme ölçeği

Dilsel ölçek	Üçgen bulanık ölçek
Çok düşük	(0,0,1)
Düşük	(0, 0.1, 0.3)
Orta-düşük	(0.1, 0.3, 0.5)
Orta	(0.3, 0.5, 0.7)
Orta-yüksek	(0.5, 0.7, 0.9)
Yüksek	(0.7, 0.9, 1)
Çok yüksek	(0.9, 1, 1)

İkinci kalite evine karşılık gelen nihai seçim aşamasında vardiya mühendisi pozisyonu için işletmeye başvuran 7 gıda mühendisi adaydan üçü eğitim ve tecrübeleri nedeniyle elenmiş ve kalan 4 aday ile seçim sürecine devam edilmiştir. Değerlendirilen 4 aday arasından yalnız biri işe alınacağı için seçim oranı 0.25 olmuştur.

İşletmenin Üretim Bölümü Müdürü ve İnsan Kaynakları Uzmanı, adayları değerlendirmek üzere ayrı zamanlarda bağımsız olarak mülakat yapmışlar ve kendi geleneksel değerlendirme yöntemlerine ek olarak Tablo 6'da verilen ölçek ile Tablo 3'te verilen iş gerekleri açısından değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmeler daha sonra bulanık aritmetik ortalama ile birleştirilmiş ve iş gereklerinin ağırlıkları kullanılarak BTOPSIS ve BVIKOR yöntemleri uygulanmıştır.

Tablo 6. Aday değerlendirme ölçeği

Dilsel ölçek	Üçgen bulanık ölçek
Çok zayıf	(0,0,1)
Zayıf	(0,1,3)
Orta-zayıf	(1,3,5)
Orta	(3,5,7)
Orta-iyi	(5,7,9)
İyi	(7,9,10)
Çok iyi	(9,10,10)

BTOPSIS uygulanması sonucunda elde edilen Tablo 7'deki sıralamaya göre, 2 numaralı adayın daima ilk sırada, 1 numaralı adayın ise daima son sırada olduğu görülmektedir. Görevlerin ağırlıklarını bulmak için Deng (1999) ve Buckley (1985) tarafından kullanılan BAHS süreçleri uygulandığında elde ettiğimiz sıralama tamamen aynı iken Chang'ın (1996) BAHS yöntemi kullanıldığında 3 ve 4 numaralı adayların yer değiştirdiğini görmekteyiz.

Tablo 7. Adayların BTOPSIS yöntemine göre sıralaması

BAHS yöntemi	Chang (1996)	Deng (1999)	Buckley (1985)
	Aday 2	Aday 2	Aday 2
	Aday 4	Aday 3	Aday 3
	Aday 3	Aday 4	Aday 4
	Aday 1	Aday 1	Aday 1

Sonuçların farklı bir bulanık çok kriterli karar verme yöntemi uygulandığında ne derece tutarlı olacağını görmek üzere nihai seçim aşamasında BVIKOR yöntemi de uygulanmıştır. Birinci kalite evinde üç farklı BAHS yöntemi, ve BVIKOR'da üç farklı ν değeri denenmesi sonucunda, Tablo 8'de görülen 9 farklı sıralama elde edilmiştir. Farklı ν değerleri için elde ettiğimiz sıralamaların tümünde 2 numaralı adayın ilk sırada, 1 numaralı adayın ise son sırada olduğunu görmekteyiz. 4 numaralı aday $\nu = 1$ olduğunda, kullanılan BAHS yönteminden bağımsız olarak ikinci sıraya yerleşmekte; diğer tüm durumlarda üçüncü sırada bulunmaktadır. Bu sonuçlar BTOPSIS yönteminden elde edilen sonuçlar ile tutarlılık göstermektedir.

Tablo 8. Adayların BVIKOR yöntemine göre sıralaması

BAHS yöntemi	$\nu = 0.50$	$\nu = 0.75$	$\nu = 1.00$
	Aday 2	Aday 2	Aday 2
Chang (1996)	Aday 3	Aday 3	Aday 4
	Aday 4	Aday 4	Aday 3
	Aday 1	Aday 1	Aday 1
Deng (1999)	Aday 2	Aday 2	Aday 2
	Aday 3	Aday 3	Aday 4
	Aday 4	Aday 4	Aday 3
	Aday 1	Aday 1	Aday 1
	Aday 2	Aday 2	Aday 2
Buckley (1985)	Aday 3	Aday 3	Aday 4
	Aday 4	Aday 4	Aday 3
	Aday 1	Aday 1	Aday 1

Sonuçlar

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- İş görevlerini BKFA çatısı altında personel seçim kararıyla ilişkilendiren, personel seçim sürecindeki subjektifliği dilsel değişkenler ve bulanık sayıların kullanımıyla modelleyen bir personel seçim yöntemi geliştirilmiş ve geliştirilen yöntem gerçek bir personel seçim problemi için uygulanmıştır.
- Uygulamanın sonucunda elde edilen sıralamanın karar vericilerin geleneksel yöntemleriyle elde ettikleri kararlarla tutarlı bir sonuç vermiştir. Bu anlamda yöntemin geçerliliği konusunda olumlu bir sonuca varılmıştır. Değerlendirilen aday sayısı arttığında zihinsel süreçler ile en uygun adayı seçmek oldukça zorlaşacağı için önerilen yöntemin daha fazla katkı yapılacağı sonucuna varılmıştır.
- BKFA çatısı altında iki farklı çok kriterli karar verme yöntemi denenmiş ve her iki yöntem ile aynı adayın seçildiği gözlemlenmiştir.
- Önerilen model, karar vericilerin geleneksel seçim yöntemlerinde yaşadıkları zihinsel süreci kolaylaştırmış ve analitik bir temele oturtmuştur. Böylelikle, seçim süreci aynı adaylar için tekrar tekrar uygulandığında benzer sonuçların elde edilebilmesini, diğer bir deyişle personel seçim kararlarındaki güvenilirliğin artmasını sağlamıştır.

Kaynaklar

- Buckley, J.J., (1985). Fuzzy hierarchical analysis, *Fuzzy Sets and Systems*, **17**, 3, 233-247.
- Büyüközkan, G. ve Ruan, D., (2008). Evaluation of software development projects using a fuzzy

- multi-criteria decision approach, *Mathematics and Computers in Simulation*, **77**, 464-475.
- Chang, D.Y., (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*, **95**, 3, 649-655.
- Chen, T.C., (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment, *Fuzzy Sets and Systems*, **114**, 1-9.
- Deng, H., (1999). Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison, *International Journal of Approximate Reasoning*, **21**, 215-231.
- Harvey, R.J., (1991). *Job analysis* in Dunnette, M. ve Hough, L., eds., *Handbook of Industrial & Organizational Psychology*, **2**, 71-163, Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Kahraman, C., Buyukozkan, G. ve Ateş, N.Y., (2007). A two phase multi-attribute decision-making approach for new product introduction, *Information Sciences*, **177**, 1567-1582.
- Klir, G. ve Yuan, B., (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic: Theory and applications*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Raymond, M.R., (2001). Job analysis and the specification of content for licensure and certification examinations, *Applied Measurement in Education*, **14**, 369-415.
- Sanchez, J.J. ve Levine, E.L., (1989). Determining important tasks within jobs: A policy-capturing approach, *Journal of Applied Psychology*, **74**, 336-342.
- Tüysüz, F. ve Kahraman, C., (2006). Project risk evaluation using a fuzzy analytic hierarchy process: an application to information technology projects, *International Journal of Intelligent Systems*, **21**, 559-584.
- Zadeh, L.A., (1965). Fuzzy sets, *Information and Control*, **8**, 338-353.