



Araştırma Makalesi / Research Article
INTEGRATED MODELLING THE PERFORMANCE EVALUATION
PROCESS WITH FUZZY AHP

Metin DAĞDEVİREN*

Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Maltepe-ANKARA

Geliş/Received: 31.01.2007 Kabul/Accepted: 02.10.2007

ABSTRACT

The changes in the philosophy of management in parallel to the developing technology have changed the point of view of organizations to human resources and resulted in significant differences in the content of human resources management. One of the topics which became more important in parallel to this change is the evaluation of the employer performances objectively. An objective performance evaluation is possible only if universally accepted scientific methods are used in the evaluation process. In this study, a model is offered for performance evaluation with Fuzzy Analytical Hierarchy Process Method (FAHP). Proposed model is used for an organization and application of the model is showed at this application.

Keywords: Performance Evaluation, AHP, Fuzzy AHP, Multi-criteria analysis.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME SÜRECİNİN BULANIK AHP İLE BÜTÜNLEŞİK
MODELLENMESİ

ÖZET

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak değişen yönetim anlayışı, örgütlerin insan kaynaklarına bakış açısını değiştirmiş ve insan kaynakları yönetiminin içeriğinde önemli farklılıklara neden olmuştur. Bu değişime paralel olarak önem kazanan konulardan biri de çalışan performanslarının objektif bir şekilde değerlendirilmesidir. Objektif bir performans değerlendirme, değerlendirme sürecinde evrensel olarak kabul edilmiş bilimsel yöntemlerin kullanılması ile mümkündür. Bu çalışmada performans değerlendirme süreci Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemi ile modellenmiş ve bu süreç için bir model önerilmiştir. Önerilen model bir işletmede uygulanmış ve bu uygulama üzerinde modelin kullanımı gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Performans Değerlendirme, AHP, Bulanık AHP, Çok kriterli analiz.

1. GİRİŞ

İşletmelerin ekonomik ve toplumsal yaşamdaki önemleri gittikçe artmaktadır. Yoğun rekabet ortamına bağlı olarak etkili bir biçimde yönetilmesi gereken işletmelerde, en üst düzeydeki yöneticiden en alt kademedeki işgörene kadar tüm çalışanların belirli bir standardın üzerinde olması gerekir. Bir işletmenin rakiplerine göre herhangi bir üstünlüğe sahip olması, bu üstünlüğü etkin bir şekilde yönetecek ve kullanacak işgörelere bağlıdır. Buradan hareketle işletmelerde yüksek verimliliğe ulaşabilmenin yolu, insan faktöründen mümkün olan en yüksek seviyede

* e-mail/e-ileti: metindag@gazi.edu.tr, tel: (312) 231 74 00 / 2821

faýdalanmaktan geçmektedir. Başarıya yönelik bütün kurumlarda temel üretim faktörü insan olup, insan faktöründen etkin olarak faydalanabilmenin temel ölçütlerinden birisi de performans değerlendirmedir.

Performans değerlendirme kavramını, statik anlamda bir değerlendirme faaliyeti olarak değil, dinamik bir süreç olarak ele alarak, çalışanların performanslarını planlama, değerlendirme ve geliştirmeyi amaçlayan ve konuyu daha geniş bir açıdan ele alan örgütsel sistem, günümüzde “*Performans Yönetimi Sistemi*” olarak adlandırılmaktadır. Performans yönetimiyle organizasyonel hedeflerin belirgin hedeflere dönüştürülmesi, herhangi bir pozisyon için söz konusu hedeflerin gerçekleştirilmesinde gerekli olan performans kriterlerinin ve standartların belirlenmesi, çalışanların adil olarak ve zamanında değerlendirilmesi, etkin bir iletişim süreci ve bireysel performansın geliştirilmesi amaçlanmaktadır [1]. Bu amaçla günümüze kadar gelen süreçte farklı performans değerlendirme yöntemleri geliştirilmiş olup bu yöntemlerin ilham kaynağı önceki yöntemlerin değerlendirme sürecindeki eksiklikleri ve dezavantajları olmuştur.

Performans değerlendirme sürecinin en önemli özelliği değerlendirme sürecinde nitel ve nicel faktörlerin aynı anda kullanılması ve bu faktörlerin ortak bir skala üzerinde ele alınması gerekliliğidir. Bu çalışmada bu gereklilikten hareketle performans değerlendirme süreci çok ölçütlü karar verme araçlarından birisi olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile modellenmiş ve bu modelde yer alan faktörlerin ağırlıklandırılmasında bulanık sayılar kullanılmıştır. Ağırlıklandırma sürecinde bulanık sayıların kullanılması belirsiz ve tam olarak doğru verilerin elde edilemediği durumlarda karar vericilerin faktör ve alt faktörleri daha kolay bir şekilde ağırlıklandırmasını sağlamak ve böylelikle ağırlıklandırma sürecinin etkinliğini arttırmaktadır.

2. PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Performans, bir kişinin sahip olduğu potansiyel veya reel bilgi-maharet ve kabiliyetlerini hedeflerine veya beklentilerine ulaşabilmek için ne ölçüde kullanabildiğini tanımlayan bir kavramdır. Bir başka ifadeyle insanın sahip olduğu kapasitesini, bir işi belli zaman dilimi içinde başarıyla tamamlamada kullanabilme yüzdesidir [2].

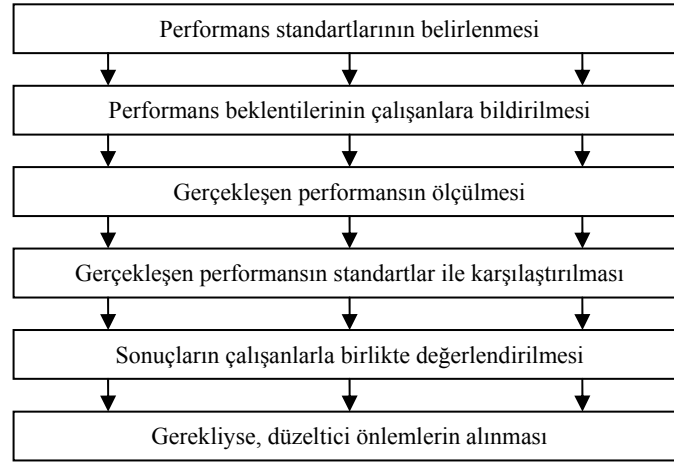
Performans değerlendirme kavramı ise değişik kaynaklarda farklı terimlerle tanımlanmakla birlikte, genel olarak sınıflandırma (rating), değerlendirme (evaluation) ve ölçme (appraisal) sözcükleri ile birlikte kullanılmaktadır. Literatürde performans değerlendirme farklı bakış açılarıyla ele alınmıştır. Nitekim, performans değerlendirme için literatürde yer alan bazı tanımlarda sadece kişinin özelliklerinin değerlendirildiği belirtilmektedir [3]. Performans değerlendirme, Cascio [4] tarafından kişi veya grubun iş ile ilgili özelliklerinin değerlendirilmesi, Şenatalar [5] tarafından işgörenin işinde sağladığı başarı ve gelişme yeteneğinin sistematik olarak değerlendirilmesi, Mondy [6] tarafından bireyin iş performansının periyodik ve sistematik olarak değerlendirilmesi olarak tanımlanmıştır.

Performans değerlendirme, kişinin kendisi için tanımlanan özellik ve yeteneklerine uygun olan işi, kabul edilebilir sınırlar içinde yerine getirmesi olarak da tanımlanmaktadır. Nitekim, işgörenin performansından söz etmek için, önce kişinin tanımlanmış bir işle karşı karşıya gelmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, bu işin de işgörenin özellik ve yeteneklerine uyması ve kişinin işini yerine getirme derecesinin göstergesi olan standardın da bulunması gerekmektedir. Tanımlanan standarda ulaşma kişinin iyi performansını ifade ederken, standardın altında kalma da başarısız performansın göstergesi olarak kabul edilmektedir [7].

Performans değerlendirme sürecinin planlanması ve uygulanmasına yönelik farklı yöntemlerden bahsetmek mümkündür. Önemli olan, işletmenin yapısına ve kültürüne uygun olan bir değerlendirme sürecinin planlanmasıdır. Performans değerlendirme süreci, değerlendirmede kullanılacak kriterlerin belirlenmesi ile başlayıp değerlendirme sonuçlarının uygulanmaya alınması ile sonuçlanan bilimsel bir süreçtir. Performans değerlendirme sürecinde işgören ve işletme çıkarlarının eş düzeyde ve uyumlu olarak gerçekleşmesinin gerekliliği de üzerinde durulması gereken bir konudur. İşgören ve işletme çıkarlarının eş düzeyde ve uyumlu olarak

gerçekleşmesini sağlamak için gerekli düzenlemeleri yapmayı kolaylaştırmanın yolu da, işletmeye ve işgöre geri bildirim sağlamaktan geçmektedir. Bu bilgiler ışığında performans değerlendirme süreci Şekil 1’de gösterilen şekilde ifade edilebilir.

Literatürde değişik performans değerlendirme yöntemleri vardır. Klasik ve modern yöntemler olarak iki gruba ayrılan bu yöntemlerden, klasik yöntemler, sadece kişilik özelliklerini ve yeteneklerini temel alan belli standartlar üzerine kurulmuş yöntemleri kapsamaktadır [9-13]. Bu yöntemlerin ortak özelliği; değerlendirmenin gizliliği, değerlendirilenlerin değerlendirme sürecine aktif olarak katılmamaları ve değerlendirmelerin denetim, ceza ve ödüllendirmeye yönelik olmasıdır. Modern performans değerlendirme yöntemleri de, modern yönetim düşüncesini doğrultusunda klasik performans değerlendirme yöntemlerinin uygulamadaki sakıncalarını ortadan kaldırmak, objektif değerlendirmeler yapabilmek ve ortaya konulmuş performans ile çalışanın gelecekte göstereceği performans potansiyelini belirlemek için geliştirilmiştir [9-14]. Klasik ve modern performans değerlendirme yöntemlerinin dışında geliştirilen analitik performans değerlendirme yöntemlerinde ise [15-18] tamamen yapılan iş miktarı veya çalışma koşulları temel alınarak değerlendirme yapılmış, işgörenin kişisel özellikleri değerlendirme dışında tutulmuştur.



Şekil 1. Performans değerlendirme süreci [8]

Günümüzde her yönetici ve örgütün kendi gereksinimlerine en uygun düşecek bir yöntemi geliştirme çabası içine girdiği görülmektedir. Her ne kadar her örgütün özellikleri o örgütün kendine özgü bir performans değerlendirme yöntemi uygulamasını gerektiriyorsa da, bu tür tutum ve uygulamaların zamanla öznelliğe yol açtığı görülmektedir. Bu bakımdan değerlendirmenin bilimsel ölçütlere göre yapılmasına ve bu konuda evrensel olarak kabul edilen yöntemlerin her örgüt tarafından kullanılması gerekmektedir [19].

Performans değerlendirme sürecinde kullanılmak amacıyla yukarıda açıklanan yöntemlerin dışında az sayıda çalışma yapılmış ve yapılan bu çalışmalarda farklı yöntemler kullanılmıştır. Shaout ve Al-Shammari [20] işgören performans değerlendirme süreci için bulanık küme teorisini kullanarak bir uygulama yapmışlardır. Yapılan uygulamada bir yüksek öğretim kuruluşundaki öğretim üyeleri; eğitim ve öğretim, ders yükü, öğrenci değerlendirmesi, ekstralara, araştırma ve bilimsel aktiviteler ve bölüm içindeki hizmetler faktörleri temel alınarak değerlendirilmiştir. Dadrack ve Gardner [21] geleneksel performans değerlendirme yöntemlerine yönelik çok sayıda eleştiri olduğunu ileri sürmüşler ve yaptıkları çalışmada toplam kalite yönetimi prensiplerini kullanan yeni bir performans değerlendirme ve yönetim sistemi

geliştirmişlerdir. Challis ve diğ. [22] toplam kalite yönetimi, tam zamanında üretim ve ileri üretim teknolojilerini içeren bütünleşik üretim sistemleri üzerine Avustralya ve Yeni Zelanda da bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada çalışan performansı ile üretim performansı arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki olduğunu tespit etmişler ve çalışan performansını endüstriyel rekabet seviyesi ve beceri ve yetenek gücü olmak üzere iki ana başlık altında analitik yöntemler kullanılarak değerlendirmişlerdir. Özdemir [23] Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemini kullanarak bir işletmede performans değerlendirme sistemi tasarlamıştır. Yapılan çalışmada performans değerlendirmede kullanılacak faktörler: teknik, davranışsal ve diğer faktörler olmak üzere üç ana başlık altında toplanmış ve bu faktörlere ilişkin değişik sayılarda alt faktör belirlenmiştir.

3. YÖNTEMLER

3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden birisidir. AHP karar vermede, grup veya bireyin önceliklerini de dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir [24]. AHP’de, karar vericinin amacı doğrultusunda faktörlerin ve ona ait olan alt faktörlerin belirlenip, hiyerarşik yapının oluşturulması ilk adımdır. AHP’de, öncelikle 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 [24]. 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 [24] tarafından önerilen 1-9 önem skalası kullanılır.

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 λ_{enb} olarak ele alınırsa, W öncelik vektörü; $(A - \lambda_{enb}I)W=0$ denklem sisteminin çözümü ile elde edilir [25]. 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 [24]. AHP’nin son adımı faktörlerin önem ağırlıkları ile alternatiflerin önem ağırlıklarının çarpımı ve her bir alternatif için öncelik değerinin bulunmasıdır. Bu hesaplama sonucunda en yüksek önceliğe sahip olan alternatif, karar problemi için en iyi alternatif olarak belirlenir.

3.2. Bulanık Mantık

Bulanık mantık kavramı ilk olarak Zadeh [26] 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 çok kullanışlıdır. Bulanık mantık “evet” ya da “hayır”, “doğru” ya da “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 kesin 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 [27]:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{diğ. dur.} \end{cases} \quad (1)$$

(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 [27]:

- 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: $\tilde{A}^{-1} = \left[\frac{1}{u_a}, \frac{1}{m_a}, \frac{1}{l_a} \right]$
- α -kesme: $\tilde{A} = (l_a, m_a, u_a)$ bulanık sayısından farklı α değerleri için kapalı değerler kümesi elde etmek için kullanılır. A bulanık kümesinin α -kesmesi şu şekilde tanımlanır: $A_\alpha = \{x \in [0, 1], \mu_A(x) \geq \alpha\}$

3.3. Bulanık AHP

Gerçek hayatta birçok karar verme probleminin çözümünde etkin bir biçimde kullanılan AHP yöntemi, ikili karşılaştırmalar sürecinde kesin sayıların kullanılması açısından eleştirilmiştir. Özellikle nitel faktörlerin karşılaştırılmasında kesin sayıların kullanılması karar verici için önemli bir güçtür. Yapılan farklı çalışmalarda bu problemin aşılması için bulanık sayıların kullanılması önerilmiştir. Bu çalışmalarda karar verme sürecini etkileyen faktörler ve alt faktörler bulanık sayılar kullanılarak karşılaştırılmış ve sonuç olarak bulanık ağırlıklar belirlenmiştir. Belirlenen bulanık ağırlıklar değişik metotlarla durulaştırılarak kesin sayılar temelinde faktör ağırlıkları belirlenmiştir.

Literatürde ikili karşılaştırmalar sürecinde bulanık sayıları kullanan ilk çalışmalar Van Laarhoven ve Pedrycz [28], ve Buckley [29] tarafından yapılmış olup izleyen yıllarda ikili karşılaştırma sürecinde bulanık sayıları kullanan birçok çalışma yapılmıştır. Chang [30], yaptığı çalışmada Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP)'nin işleme tarzı için yeni bir yaklaşım geliştirmiş ve BAHP'de ikili karşılaştırma skalaları için üçgensel bulanık sayıları kullanmıştır. Cheng [31], yaptığı çalışmada donanmaya ait bir silah seçimi problemine BAHP ile farklı bir çözüm yöntemi önermiştir. Weck ve diğ. [32], yaptıkları çalışmada farklı üretim çevrim zamanları alternatiflerini değerlendirmek için klasik AHP'ye bulanık mantık matematiği ekleyen bir metot sunmuşlardır. Kahraman ve diğ. [33], AHP'de bulanık ağırlıklandırma ile öncelik değerlerini elde etmek için bir metot geliştirmişlerdir. Deng [34], nitel çok kriterli problem takımlarının analizi için basit bir bulanık yaklaşım sunmuştur. Lee ve diğ. [35], yaptıkları

çalışmada AHP ile yapılmış geçmiş çalışmalara ilişkin bir literatür taraması yapmışlar ve bu çalışmaları temel olarak 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. [36], yaptıkları çalışmada bulanık ortamda nitel ve nicel faktörlerin faydalarını birlikte ölçmeye imkân tanıyan bir teknoloji seçimi algoritması sunmuşlardır. Chan ve diğ. [37], esnek imalat sistemlerinin otomatik tasarımı için çok kriterli karar verme tekniklerini ve benzetimi kullanan bütünleşik bir yaklaşım önermiştir. Kuo ve diğ. [38], 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 [39], bulanık yargılarla belirlenen ikili karşılaştırma matrislerinden ağırlıkların belirlenmesinde kullanılan mevcut yöntemlerin çok fazla işlem yükü gerektirdiğini ileri sürmüş ve ağırlıklandırma sürecine doğrusal programlama yaklaşımını önermiştir. Mikhailov [40] ve Mikhailov ve Tsvetinov [41] yaptıkları çalışmalarda aralık ve bulanık sayılarla oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinden ağırlıkların hesaplanması için farklı bir metod geliştirmişler ve geliştirilen metotta doğrusal ve doğrusal olmayan programlama yaklaşımını kullanmışlardır.

4. BAHF İLE ÖNERİLEN PERFORMANS DEĞERLENDİRME ALGORİTMASI

BAHP ile performans değerlendirme için önerilen algoritma 6 adımdan oluşmaktadır:

Adım 1: Karar verme ekibinin kurulması.

Adım 2: Performans değerlendirme sürecinde kullanılacak faktör ve alt faktörlerin belirlenmesi ve AHP modelinin oluşturulması.

Adım 3: Faktör ve alt faktör ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla ikili karşılaştırma matrislerinin düzenlenmesi ve Chan ve diğ. [34] tarafından önerilen bulanık geometrik ortalama yöntemi ile faktör/alt faktör bulanık ağırlıklarının belirlenmesi ($\tilde{W}_{faktör} / \tilde{W}_{alt-faktör}$). Bu aşamada karşılaştırmalar Saaty [24] tarafından önerilen 1-9 önem skala değerleri temel alınarak oluşturulan ve Çizelge 1’de verilen üçgensel bulanık sayılar kullanılarak yapılacaktır. Bu üçgensel bulanık sayılar performans değerlendirme sürecinde kullanılacak faktör ve alt faktörlerin bulanık kapsamını ifade edebilecek şekilde 1-9 önem skala değerlerinin ± 2 aralığı alınarak oluşturulmuştur.

Çizelge 1. Faktör karşılaştırmada kullanılan bulanık sayılar

Üçgensel bulanık sayı	Ters üçgensel bulanık sayı
(1, 1, 3)	(1/3, 1, 1)
(1, 3, 5)	(1/5, 1/3, 1)
(3, 5, 7)	(1/7, 1/5, 1/3)
(5, 7, 9)	(1/9, 1/7, 1/5)
(7, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/7)

Adım 4: Faktörler ve alt faktörler için belirlenen bulanık ağırlıklar kullanılarak alt faktörler için global bulanık ağırlıkların hesaplanması. Global bulanık ağırlıklar, alt faktörün ait olduğu faktörün bulanık ağırlığı ile alt faktörün kendi bulanık ağırlığının çarpılması ile belirlenir

$$(\tilde{W}_{alt-faktör(genel)} = \tilde{W}_{faktör} \times \tilde{W}_{alt-faktör}).$$

Adım 5: Belirlenen global bulanık ağırlıklar ile işgören performanslarının değerlendirilmesi ve her aday için toplam performansın belirlenmesi. İşgörenlerin alt faktörler temelinde değerlendirilmesinde Şekil 2’de üyelik fonksiyonu grafikleri verilen dilsel değişkenler kullanılmıştır. Belirlenen skala “çok iyi” (Çİ), “iyi” (İ), “orta” (O), “zayıf” (Z) ve “çok zayıf” (ÇZ) olmak üzere beş dilsel değişkenden oluşmuş ve değerlendirme bu dilsel değişkenlere

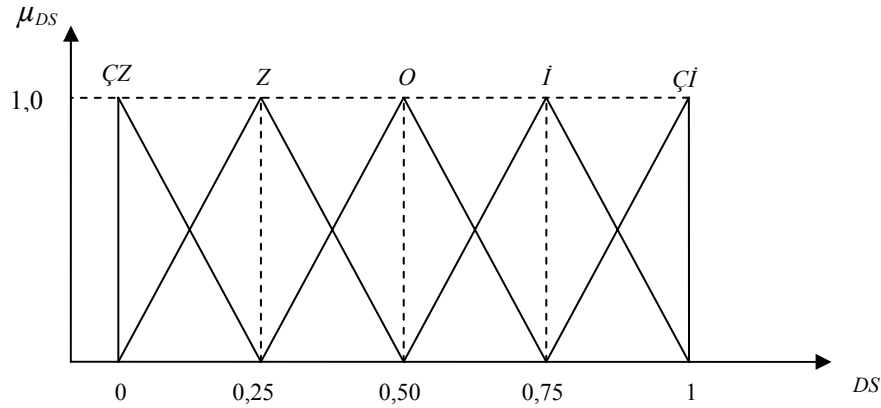
karşılık gelen ve Çizelge 2’de verilen üçgensel bulanık sayılar ile yapılmıştır. Her işgören için toplam performans değeri, değerlendirme sonucunda hesaplanan alt faktör bulanık ağırlıklarının toplanmasıyla elde edilir

$$(W = \tilde{W}_{alt-faktör(genel)} \times \tilde{W}_{skala}).$$

Adım 6: İşgörenler için belirlenen toplam performansların durulaştırılması. Durulaştırma işlemi aşağıda alt adımları verilen durulaştırma algoritması ile yapılacaktır [42]. Kullanılacak olan bu algoritmada bulanık sayı farklı α -kesme seviyeleri ile α -kesme işlemine tabi tutulmakta ve bu sayede durulaştırılmış değerin bulanık sayıyı temsil etme derecesi artırılmaktadır.

Adım 6.1: k . işgörene ait toplam performans değerine farklı α_l , $l=1,2,\dots,L$ değerleri için α -kesme operasyonu uygulanarak alt ve üst sınır performans değeri belirlenir.

Adım 6.2: Elde edilen alt ve üst sınır performans değerleri (2) ve (3) ifadeleri ile birleştirilir. Bu ifadelerde, α kesmeler ile bu kesmeler ile k . aday için hesaplanan alt sınır (AS_k) ve üst sınır ($ÜS_k$) değerleri ile çarpılmakta ve bu çarpım ile elde edilen sonuç yapılan α kesmelerin toplamına bölünmektedir. Bu işlem yardımıyla yapılan α kesmeler neticesinde k . aday için hesaplanan alt sınır (AS_k) ve üst sınır ($ÜS_k$) değerleri tek bir değerde birleştirilmektedir.



Şekil 2. Dilsel değişkenlerin üyelik fonksiyonları

Çizelge 2. Dilsel değişkenlere karşılık gelen üçgensel bulanık sayılar

Dilsel Değişken	Üçgensel bulanık sayı, (\tilde{W}_{skala})
Çok Zayıf (ÇZ)	(0, 0, 0.25)
Zayıf (Z)	(0, 0.25, 0.5)
Orta (O)	(0.25, 0.5, 0.75)
İyi (İ)	(0.5, 0.75, 1)
Çok İyi (Çİ)	(0.75, 1, 1)

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

$$W_{k\bar{U}} = \frac{\sum_{l=1}^L \alpha_l (\bar{U}S_k)_l}{\sum_{l=1}^L \alpha_l} \quad (3)$$

W_{kA} : k . işgörene ait birleştirilmiş alt sınır performans değeri

$W_{k\bar{U}}$: k . işgörene ait birleştirilmiş üst sınır performans değeri

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

W_{dk} : k . işgörene ait durulaştırılmış performans değeri

λ : iyimserlik indeksi

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

Pratik uygulamalarda λ 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 [34].

Adım 6.4: Durulaştırılmış ağırlıkların normalleştirilmesi ile işgören performansları belirlenir.

5. UYGULAMA

BAHP ile önerilen performans değerlendirme algoritmasının uygulaması Ankara'da faaliyet gösteren ve kendi markası ya da müşteri isteklerine bağlı olarak elektrikli ev ve sanayi gereçleri üreten bir işletmede yapılmıştır. İşletmede hali hazırda sistematik bir performans değerlendirme sistemi mevcut olmayıp, işgörenlerin performansları devamsızlık oranlarına bakılarak ve yöneticilerin subjektif değerlendirmelerine bağlı olarak yapılmaktadır. Bu uygulamada işgören performansı BAHP yöntemi ile önerilen ve bölüm 4'de adımları verilen algoritmanın uygulanmasıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Algoritmanın uygulaması aşağıda adımlar halinde verilmiştir.

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

Adım 2: Çalışmanın ikinci adımında performans değerlendirme sürecinde kullanılacak faktör ve alt faktörler belirlenmiş ve bu süreçte Özdemir [23] tarafından performans değerlendirme amacıyla geliştirilen AHP modelinde yer alan faktör ve alt faktörler kullanılmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3'de ilk aşamada "Performans Değerlendirme Sürecinde Kullanılacak Faktörlerin Ağırlıklandırılması" amaç olarak belirlenmiş, bu amaca ulaşmak için kullanılacak olan faktörler "teknik", "davranışsal" ve "diğer" olmak üzere üç ana başlık altında toplanmıştır. Üçüncü aşamada faktörlere bağlı alt faktörler yer almış ve teknik faktörlere bağlı yedi, davranışsal faktörlere bağlı sekiz, diğer faktörlere bağlı iki alt faktör belirlenmiştir.

Adım 3: Performans değerlendirme sürecinde kullanılacak olan faktör ve alt faktörlerin belirlenmesinin ardından ağırlıklandırma aşamasına geçilmiş ve bu aşamada Çizelge 1'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.

Çizelge 3. Performans değerlendirmede kullanılacak faktör ve alt faktörler

Hedef	Faktörler	Alt Faktörler
Performans Değerlendirme Sürecinde Kullanılacak Faktörlerin Ağırlıklandırılması	1. Teknik Faktörler	1.1. İşe gösterilen dikkat ve takip
		1.2. Yaratıcılık
		1.3. Beceri
		1.4. Ekip çalışmasına uyum
		1.5. İnisiyatif kullanma
		1.6. Birden fazla operasyonda çalışabilme
		1.7. Öneri
	2. Davranışsal Faktörler	2.1. Özveri
		2.2. Temizlik
		2.3. Etkin iletişim kurabilme
		2.4. Tertip
		2.5. İşyeri kurallarına uygunluk
		2.6. Şirket kimliğine uygunluk
		2.7. Hızlı ve dinamik olma
		2.8. Algılama
	3. Diğer Faktörler	3.1. Eğitim
		3.2. Deneyim

Faktör ağırlıklarının belirlenmesi için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4'de verilmiştir. Bu Çizelgede bulanık geometrik ortalama yöntemi ile yapılan hesaplamalar gösterilmiş ve elde edilen bulanık ağırlıklara Çizelgenin son sütununda yer verilmiştir.

Çizelge 4. Faktörler için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ve bulanık ağırlıklar

Faktörler	TF	DŞF	DF	Bulanık Ağırlıklar
Teknik Faktörler (İF)	(1, 1, 1)	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)	(0.254, 0.637, 1.409)
Davranışsal Faktörler (DŞF)	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 1)	(1, 3, 5)	(0.102, 0.259, 0.732)
Diğer Faktörler (DF)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 1)	(0.053, 0.103, 0.297)
Birinci satırın bulanık geometrik ort.: $\{(1 \times 1 \times 3)^{1/3}, (1 \times 3 \times 5)^{1/3}, (1 \times 5 \times 7)^{1/3}\} = (1.442, 2.466, 3.271)$				
İkinci satırın bulanık geometrik ort.: $\{(1/5 \times 1 \times 1)^{1/3}, (1/3 \times 1 \times 3)^{1/3}, (1 \times 1 \times 5)^{1/3}\} = (0.584, 1.000, 1.709)$				
Üçüncü satırın bulanık geo. ort.: $\{(1/7 \times 1/5 \times 1)^{1/3}, (1/5 \times 1/3 \times 1)^{1/3}, (1/3 \times 1 \times 1)^{1/3}\} = (0.305, 0.405, 0.693)$				
Bulanık geometrik ortalamaların toplamı: (2.331, 3.871, 5.673)				
Teknik faktörünün bulanık ağırlığı: $\{(1.442/5.673), (2.466/3.871), (3.271/2.331)\} = (0.254, 0.637, 1.403)$				
Davranışsal faktörünün bulanık ağırlığı: $\{(0.584/5.673), (1/3.871), (1.709/2.331)\} = (0.102, 0.259, 0.732)$				
Diğer faktörünün bulanık ağırlığı: $\{(0.305/5.673), (0.405/3.871), (0.693/2.331)\} = (0.053, 0.103, 0.297)$				

Faktör ağırlıklarının belirlenmesinin ardından alt faktör ağırlıklarının belirlenmesine geçilmiş ve alt faktör bulanık ağırlıkları da faktör ağırlıklarının belirlenmesine benzer şekilde belirlenmiştir. Alt faktör ağırlıklarının belirlenmesi için düzenlenen ikili karşılaştırma matrisleri sırasıyla Çizelge 5-7'de 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 Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 5. Teknik alt faktörler için düzenlenen ikili karşılaştırma matrisi

Tek.	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
1.1	(1,1,1)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)
1.2	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,3)	(1,3,5)	(3,5,7)
1.3	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,1,3)	(1/5,1/3,1)	(1,1,3)	(1,3,5)
1.4	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1/3,1,1)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,3)	(1,3,5)
1.5	(1/5,1/3,1)	(1/3,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,3,5)	(3,5,7)
1.6	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1/3,1,1)	(1/3,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,3,5)
1.7	(1/9,1/7,1/5)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)

Çizelge 6. Davranışsal alt faktörler için düzenlenen ikili karşılaştırma matrisi

Davranışsal	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
2.1	(1,1,1)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(3,5,7)
2.2	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	(1/3,1,1)	(1,1,1)
2.3	(1/9,1/7,1/5)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/3,1,1)
2.4	(1/5,1/3,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,3)	(1,3,5)
2.5	(1/5,1/3,1)	(1,1,3)	(1,3,5)	(1/3,1,1)	(1,1,1)	(1,1,3)
2.6	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(1,1,3)	(1/5,1/3,1)	(1/3,1,1)	(1,1,1)

Çizelge 7. Diğer alt faktörler için düzenlenen ikili karşılaştırma matrisi

Diğer Alt Faktörler	3.1	3.2
3.1	(1,1,1)	(1,3,5)
3.2	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)

Adım 5: Global bulanık ağırlıkların belirlenmesinin ardından işgören performansı değerlendirme aşamasına geçilmiş ve Çizelge 2’de verilen dilsel değişkenler kullanılarak işgören performansları değerlendirilmiştir. Modelin uygulanmasına yönelik olarak bir işgören için yapılan değerlendirme Çizelge 9’da verilmiştir.

Çizelge 8. Alt faktörler için hesaplanan bulanık ağırlıklar ve alt faktör global bulanık ağırlıkları

Faktörler ve bulanık ağırlıkları	Alt faktörler ve bulanık ağırlıkları	Alt faktör global bulanık ağırlıkları
Teknik Faktörler (0.254,0.637,1.403)	İşe gösterilen dikkat ve takip (0.134,0.384,0.963)	(0.034,0.244,1.357)
	Yaraticılık (0.062,0.184,0.594)	(0.015,0.117,0.836)
	Beceri (0.032,0.072,0.284)	(0.008,0.045,0.400)
	Ekip çalışmasına uyum (0.027,0.072,0.242)	(0.006,0.045,0.340)
	İnisiyatif kullanma (0.053,0.183,0.508)	(0.013,0.116,0.715)
	Birden fazla operasyonda çalışabilme (0.023,0.072,0.207)	(0.005,0.045,0.291)
	Öneri (0.014,0.032,0.112)	(0.003,0.020,0.157)
Davranışsal Faktörler (0.102, 0.259, 0.732)	Özveri (0.155,0.445,1.057)	(0.015,0.115,0.773)
	Etkin iletişim kurabilme (0.038,0.100,0.244)	(0.003,0.025,0.178)
	Tertip (0.021,0.054,0.171)	(0.002,0.013,0.125)
	İşyeri kurallarına uyma (0.063,0.188,0.602)	(0.006,0.048,0.440)
	Hızlı ve dinamik olma (0.052,0.130,0.423)	(0.005,0.033,0.309)
	Algılama (0.038,0.083,0.224)	(0.003,0.021,0.163)
Diğer Faktörler (0.053, 0.103, 0.297)	Eğitim (0.309,0.750,1.550)	(0.016,0.077,0.460)
	Deneyim (0.138,0.250,0.690)	(0.007,0.025,0.204)

Adım 6: Bu adımda işgören için belirlenen toplam bulanık ağırlığın durulaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bölüm 4, Adım 6’da verilen eşitlikler kullanılarak işgörene ait toplam bulanık ağırlığın durulaştırılmasına ilişkin işlemler Çizelge 10’da verilmiştir. Durulaştırma aşamasında α -kesme operasyonu için sırasıyla 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 değerleri ve λ iyimserlik indeksi için ılımlı bir karar verici profilini gösteren 0.5 değeri kullanılmıştır.

Yapılan örnek performans değerlendirme çalışmasında işgörenin durulaştırılmış performans puanı 1.567, normalleştirilmiş performans değeri ise 83.2 olarak belirlenmiştir. Normalleştirilmiş performans değeri alt faktörlerin tümünün değerlendirme aşamasında “çok iyi” olarak değerlendirilmesi sonucunda elde edilen durulaştırılmış performans değerinin 100 olarak kabul edilmesi ve yapılan değerlendirmeler ile hesaplanan değerlerin bu değere oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

Çizelge 9. Bulanık AHP algoritması ile yapılan örnek bir performans değerlendirme

Faktörler Alt Faktörler	Alt faktör bulanık ağırlıkları	Dilsel değ.	Bulanık değerlendirme	Genel alt faktör bulanık puanı
Teknik				
1.1	(0.034,0.244,1.357)	İyi	(0.5, 0.75, 1)	(0.017, 0.183, 1.357)
1.2	(0.015,0.117,0.836)	Zayıf	(0, 0.25, 0.5)	(0.000, 0.029, 0.418)
1.3	(0.008,0.045,0.400)	İyi	(0.5, 0.75, 1)	(0.004, 0.033, 0.400)
1.4	(0.006,0.045,0.340)	Çok İyi	(0.75, 1, 1)	(0.004, 0.045, 0.340)
1.5	(0.013,0.116,0.715)	İyi	(0.5, 0.75, 1)	(0.007, 0.087, 0.715)
1.6	(0.005,0.045,0.291)	Orta	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.001, 0.022, 0.218)
1.7	(0.003,0.020,0.157)	İyi	(0.5, 0.75, 1)	(0.001, 0.015, 0.157)
Davranışsal				
2.1	(0.015,0.115,0.773)	İyi	(0.5, 0.75, 1)	(0.007, 0.086, 0.773)
2.2	(0.003,0.025,0.178)	İyi	(0.5, 0.75, 1)	(0.001, 0.018, 0.178)
2.3	(0.002,0.013,0.125)	Çok İyi	(0.75, 1, 1)	(0.001, 0.013, 0.125)
2.4	(0.006,0.048,0.440)	Çok İyi	(0.75, 1, 1)	(0.004, 0.048, 0.440)
2.5	(0.005,0.033,0.309)	İyi	(0.5, 0.75, 1)	(0.002, 0.024, 0.309)
2.6	(0.003,0.021,0.163)	İyi	(0.5, 0.75, 1)	(0.001, 0.015, 0.163)
Diğer				
3.1	(0.016,0.077,0.460)	Orta	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.004, 0.038, 0.345)
3.2	(0.007,0.025,0.204)	İyi	(0.5, 0.75, 1)	(0.003, 0.018, 0.204)
Toplam bulanık performans puanı				(0.061, 0.679, 6.142)

Çizelge 10. İşgören bulanık performans puanı için yapılan durulaştırma

α -kesmesi	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
AS	0.122	0.184	0.246	0.308	0.370	0.431	0.493	0.555	0.617
ÜS	5.595	5.049	4.503	3.956	3.410	2.864	2.317	1.771	1.225
İşgörene ait birleştirilmiş alt sınır performans değeri: $W_{1A} = 0.452$									
İşgörene ait birleştirilmiş üst sınır performans değeri: $W_{1U} = 2.682$									
İşgörene ait durulaştırılmış performans değeri: $W_{d1} = 1.567$									
İşgörene ait normleştirilmiş performans değeri=83,2									

Yapılan uygulama, ağırlıklandırma aşamasında kullanılan bulanık sayıların ve dilsel değerlendirme skalasının en mümkün değerleri (m) kesin sayı olarak kabul edilerek AHP yöntemi ile tekrar ele alınmış ve performans değeri 79,8 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu sonuç bulanık değerler ile elde edilen sonuca oldukça yakındır. Buradan hareketle kesin sayılara ulaşılamayan ve belirsizliğin fazla olduğu durumlarda bulanık sayıların gerçek durumu iyi bir şekilde temsil edebildiği söylenebilir.

6. SONUÇ

Günümüzde karar verme problemlerinin çoğu tam ve kesin olmayan bilgilerin kullanılmasını gerektirmesine rağmen, birçok karar verme ve problem çözüme 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 etkin bir şekilde çözülmesini sağlamaktadır. Performans değerlendirme de belirsizlik içeren bir süreç olup, belirsizlik karar verme sürecinde kullanılacak olan faktörlerin çoğu zaman nicel verilerle ölçülememesinden kaynaklanmaktadır. Bu sorun değerlendirme sürecinde bulanık sayılar ve dilsel değişkenler kullanılarak aşılabılır.

Bu çalışmada performans değerlendirme sürecine BAHF yöntemi ile farklı bir model önerilmiştir. Önerilen modelin uygulamasında karar verme sürecindeki faktör ve alt faktörler bulanık sayılar kullanılarak ağırlıklandırılmış ve bu yolla süreçteki belirsizliklerin karar vericiler tarafından daha kolay bir şekilde değerlendirilmesi sağlanmıştır. Buna ek olarak işgören performanslarının alt faktörler temelinde değerlendirilmesinde dilsel değişkenler kullanılmış ve bu yolla daha objektif bir değerlendirme yapılmıştır. Önerilen model uygulaması Ankara'da faaliyet gösteren bir işletmede yapılmış ve modelin uygulanışı bir işgörenin performansının belirlenmesi için örneklendirilmiştir. Önerilen model bu çalışmada okuyucuların daha iyi anlayabilmesi amacıyla kapsamlı olarak tanıtılmış ve matematiksel adımları ayrıntılı bir şekilde açıklanmış olsa da, gerçek hayatta işletme yöneticilerinin kolaylıkla uygulayabilmesi için bir bilgisayar programı geliştirilmiş ve böylelikle modelin kullanım etkinliği artırılmıştır. İşletme yöneticileri geliştirilen bu program ile önerilen modeli kolaylıkla uygulayabilmekte ve işgören performanslarını belirleyebilmektedir. Bu çalışmaya ek olarak izleyen çalışmalarda işgören performansına etki eden faktörlerin ağırlıkları AHP yönteminin uzantısı olan Analitik Ağ Prosesi (AAP) ile belirlenebilir. AAP faktörler arasındaki bağımlılıkları dikkate alarak ağırlıklandırma sürecinin hassasiyetini arttıracak yapıda bir yöntemdir.

KAYNAKLAR

- [1] Uyargil, C., “İşletmelerde Performans Yönetim Sistemi”, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1994, 25-27.
- [2] Kaynak, T., ve diğ., “İnsan Kaynakları Yönetimi”, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1998, 15-17, 205-227.
- [3] Onat, B., “İnsan Kaynaklarının Gelişimi Açısından Bankalarda Performans Değerlendirme Uygulamaları”, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2002.
- [4] Cascio, W., “Managing Human Resources: Productivity, Quality of Work Life, Profits”, McGraw-Hill, New York, 1992, 87.
- [5] Şenatalar, F., “Personel Yönetimi ve Beşeri İlişkiler”, Ercivan Matbaası, İstanbul, 1978, 259.
- [6] Mondy, R.W. and Noe, R.M., “Personnel: The Management of Human Resources”, Allyn and Bacon Inc., Massachusetts, 1987, 366.
- [7] Erdoğan, İ., “İşletmelerde Personel Seçimi ve Başarı Değerleme Teknikleri”, İşletme İktisadi Enstitüsü Yayınları, İstanbul, 1991, 67.
- [8] Decenzo, D.A. ve Robbins, S.P., “Human Resources Management”, John Wiley & Sons Inc., New York, 1999, 293.
- [9] Werther, W.B. ve Davis, K., “Human Resource and Personnel Management”, McGraw Hill, New York, 1994, 232.
- [10] Özgen, H., Öztürk, A. ve Yalçın, A., “İnsan Kaynakları Yönetimi”, Nobel Kitabevi, Adana, 2002, 207-232.
- [11] Sabuncuoğlu, Z., “İnsan Kaynakları Yönetimi”, Ezgi Kitabevi, Bursa, 2000.
- [12] Bingöl, D., “İnsan Kaynakları Yönetimi”, Beta Yayınları, İstanbul, 1998.
- [13] Pinnington, A. ve Edwards, T., “Introduction to Human Resource Management”, Oxford University Press, New York, 2000, 145.

- [14] Erdoğan, İ., “İşletmelerde Kişi Değerlemede Psikoteknik”, İşletme İktisadi Enstitüsü Yayını, İstanbul, 1990, 69-70.
- [15] Lowry, S.M., Maynard, H.B. and Stegemerten, G.J., “Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives”, McGraw-Hill, New York, 1940.
- [16] Morrow, R.L., “Time Study and Motion Economy”, Ronald Pres, New York, 1946.
- [17] Mundel, M.E. ve Danner, D.L., “Motion and Time Study: Improving Productivity”, Prentice Hall, New Jersey, 1994.
- [18] Niebel, B. and Freivalds, A., “Methods, Standards and Work Design”, McGraw-Hill, New York, 2003, 413-420.
- [19] Genç, N. ve Demirdöğen, O., “Yönetim El Kitabı”, Birey Yayıncılık, İstanbul, 2000, 185.
- [20] Shaout, A. and Al-Shammari, M., “Fuzzy logic modeling for performance appraisal systems a framework for empirical evaluation”, Expert System with Applications, 14,3, 323-328, 1998.
- [21] Deadrick, D.L. and Gardner, D.G., “Performance distributions: measuring employee performance using total quality management principles”, Journal of Quality Management, 4, 2, 225-241, 1999.
- [22] Challis, D., Samson, D. and Lawson, B., “Integrated manufacturing, employee and business performance: Australian and New Zealand evidence”, International Journal of Production Research, 40, 8, 1941-1964, 2002.
- [23] Özdemir, M.S., “Bir işletmede analitik hiyerarşi süreci kullanılarak performans değerlendirme sistemi tasarımı”, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 13, 2, 2-11, 2002.
- [24] Saaty, T.L., “The Analytic Hierarchy Process”, McGraw-Hill, New York, 1980, 37-85.
- [25] Dağdeviren, M., “Analitik hiyerarşi prosesi ile yeni bir analitik iş değerlendirme tekniğinin geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, 2002.
- [26] Zadeh, L.A., “Fuzzy sets”, Information and Control, 8, 338-353, 1965.
- [27] Zimmermann, H.J., “Fuzzy Set Theory and its Application”, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1990, 35-85.
- [28] Van Laarhoven, P.J.M., Pedrycz, W., “A fuzzy extension of Saaty’s priority theory”, Fuzzy Sets and Systems, 11, 229-241, 1983.
- [29] Buckley, J.J., “Fuzzy hierarchical analysis”, Fuzzy Sets and Systems, 17, 233-247, 1985.
- [30] Chang, D.Y., “Applications of te extent analysis method on fuzzy AHP”, European Journal of Operational Research, 95, 2, 649-655, 1996.
- [31] 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.
- [32] Weck, M., Klocke, F., Schell, H., Rüenauber, E., “Evaluating alternative production cycles using the extended fuzzy AHP method”, European Journal of Operational Research, 100, 2, 351-366, 1997.
- [33] 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.
- [34] Deng, H., “Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison”, International Journal of Approximate Reasoning, 21, 3, 215-231, 1999.
- [35] 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.
- [36] 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, 2000.

- [37] 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, 2000.
- [38] 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.
- [39] 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.
- [40] Mikhailov, L., “A fuzzy approach to deriving priorities from interval pairwise comparison judgement”, *European Journal of Operational Research*, 159, 3, 687-704, 2004.
- [41] Mikhailov, L., Tsvetinov, P., “Evaluation of services using a fuzzy analytic hierarchy process”, *Applied Soft Computing*, 5, 1, 23-33, 2004.
- [42] Dağdeviren, M., “Performans Değerlendirme Sürecinin Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri İle Bütünleşik Modellenmesi”, *Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi*, 2005.