
İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİNDE PERFORMANS DEĞERLENDİRME İÇİN BİR BULANIK UZMAN SİSTEM GERÇEKLEŞTİRİMİ

IMPLEMENTATION OF A FUZZY EXPERT SYSTEM FOR
PERFORMANCE EVALUATION IN HUMAN RESOURCE MANAGEMENT

Araş. Gör. Serkan BALLI, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar
Mühendisliği Bölümü, serkan.balli@ege.edu.tr

Yrd. Doç. Dr. Aybars UĞUR, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar
Mühendisliği Bölümü, aybars.ugur@ege.edu.tr

Prof. Dr. Serdar KORUKOĞLU, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar
Mühendisliği Bölümü, serdar.korukoglu@ege.edu.tr

ÖZET

İşletmeler için insan kaynakları yönetiminde performans değerlendirmesi, problemin belirsiz ve yetersiz bilgiyle oluşturulması yüzünden karmaşık ve zaman alıcı bir işlemdir. Bu zorlukları ortadan kaldırmak için yapay sinir ağları, uzman sistemler, bulanık mantık ve genetik algoritmalar gibi yapay zekâ teknikleri kullanılabilir. Bu çalışmada; bir işletmede çalışanların yıllık performanslarının değerlendirilmesi için bir bulanık uzman sistem geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, bulanık uzman sistem ile performans değerlendirmenin tutarlı ve sağlıklı olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Performans değerlendirme, yapay zekâ, uzman sistem, bulanık mantık, bulanık çıkarım

ABSTRACT

Evaluation performance in human resource management is complicated and time-consuming task for companies because of problem is formed with ambiguous and insufficient information. Artificial intelligence techniques like artificial neural networks, expert systems, fuzzy logic and genetic algorithms can be used to overcome these issues. In this work, a fuzzy expert system has been developed and applied for evaluating annual performance of employees in a

company. The obtained results proved that the fuzzy expert system is appropriate and consistent for performance evaluation.

Keywords: Performance evaluation, artificial intelligence, expert system, fuzzy logic, fuzzy inference

1. GİRİŞ

İşletmelerde insan kaynakları yönetimi; işletmeye yeni alınacak çalışanların seçilmesinin yanında mevcut çalışanlar için performans değerlendirmesi de yaparak, çalışanlar arasındaki farklılıkların bulunmasında ve yöneticiler ile çalışanlar arasındaki ilişkiyi etkileyen özelliklerin ortaya konulmasında önemli bir rol oynar. Genel anlamda performans değerlendirme; iş görenin yeteneklerini, potansiyelini, iş alışkanlıklarını, davranışlarını ve benzer niteliklerini diğerleri ile karşılaştırılarak yapılan sistematik bir ölçümdür (Süngü, 2004). Değerlendirme sonucu elde edilen bilgiler, insan kaynakları yöneticilerinin personele yönelik kararlarında önemli bir dayanak oluştururlar. Performans değerlendirmesi; bir kişinin ya da grubun iş ile ilgili kuvvetli ve zayıf taraflarını sistematik olarak tanımlarken, işletmedeki iş veriminin artırılması, ücret artışları, terfi, kariyer planlama, uyarılma ve işten çıkarma gibi birçok konunun belirlenmesinde oldukça etkilidir (Özdemir, 2002). Performans değerlendirme çalışmaları; basit, pratik, güvenilir ve kabul edilebilir olmalıdır. Değerlendirme süreci iyi tanımlanmamış olup, değerlendirme yapan uzmanlara göre değişmektedir. Değerlendirme sürecinde tecrübelerle ihtiyaç vardır. Genellikle değerlendirme, konunun uzmanı olan kişilerin subjektif gözlemlerine göre yapılmaktadır (Rigg ve diğerleri, 2000). Genellikle değerlendirme için uzman bulmak zordur bu yüzden bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılarak bilgi tabanının oluşturulması ve bu bilgilerden uzun vadeli istifade edilmesi sağlanabilir. (Öztürk ve Sönmez, 2006).

Günümüzde insan kaynakları yönetiminde kullanılan yöneylem araştırması teknikleri olduğu gibi yapay zekâ teknikleri de bulunmaktadır. Bu tekniklerden biri olan uzman sistemler, mühendislik, fen bilimleri, üretim, ticaret, yönetim vb. birçok alanda kullanılmaktadır. İnsan kaynakları yönetiminde uzman sistemler ve yöneylem araştırması tekniklerinin karşılaştırılması Tablo 1'de verilmiştir:

Tablo 1: Yöneylem Araştırması ve Uzman Sistem karşılaştırması

Konu	Yöneylem Araştırması	Uzman Sistemler
Amaç	Karar verme	Karar verme ve karar destek
Yöntem	Algoritmaya dayalı	Çıkarılma
Kullanıcı	Yönetici	İnsan Kaynakları Bilgi Sistemi
Bilgi Tabanı	Yok	Var
Uygulama alanı	Yapısal problemler	Yapısal olmayan problemler
Çıktı	Optimize edilmiş sonuç	Açıklama ve öneri

Kaynak: Mehrabad ve Brojeny, 2007.

Tablo 1'den görüldüğü gibi uzman sistemlerin avantajları; eldeki verilere ve kurallara göre çıkarsama yapabilmesi, problem hakkında açıklama ve öneri getirebilmesi, yapısal olmayan problemler için de kullanılabilmesi, oluşturulan bilgi tabanının daha sonraki benzer problemlerde kullanılabilmesi ve karar destek sağlamasıdır.

Bir işletme için insan kaynakları yönetiminde uzman sistem kullanabileceği personel işlemleri şunlardır (Byun ve Suh, 1994; Mehrabad ve Brojeny, 2007) :

- İşletmenin karakteristik yapısına göre iş başvurusu yapan adaylardan uygun olanların uygun iş için seçilmesi
- İş rotasyonu sisteminde işletmenin ve çalışanın karakteristik özelliklerine göre çalışanı daha uygun işlere atama işlemi
- Çalışanların mevcut çalışma performansları hakkında karar verilmesi
- Çalışanlara psikolojik durumları ve çevresel koşullar altında çalışma iş dağılımı yapılması
- Bir iş için önemli görevlerin tanımlanması
- Çalışanların yaptıkları işe göre ücret parametrelerinin belirlenmesi ve ücretin hesaplanması
- Çalışma ortamının net görünümünün şekillendirilmesi ve gelecekteki durumunun belirlenmesi

Bunun yanında günlük hayatta öyle özellikler olabilir ki dilsel olarak ifade edilirler ve bunların sayısal olarak modellenmesi oldukça zordur. Uzman sistemin dezavantajı ise kesin olmayan, dilsel olarak ifade edilen bu kriterler için eksik kalmasıdır. Bunun için bulanık küme yaklaşımı kullanılarak bu eksiklik giderilebilir (Radojevic ve Petrovic, 1997).

Bu çalışmada; bir işletmede çalışanların yıllık performanslarının değerlendirilmesi için bir bulanık uzman sistem geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, bulanık uzman sistem ile performans değerlendirmenin tutarlı, pratik ve kabul edilebilir olduğunu göstermiştir.

2. İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİNDE YAPAY ZEKÂ

İnsan kaynakları, her şirket ve kuruluş için stratejik olarak en önemli konulardan biridir. Bu yüzden yöneticiler, şirketin çalışanları için akıllıca ve uygun bir değerlendirme yapmak zorundadırlar. Bu amaçla, şirketin çalışanları ve yeni işe başvuranlar hakkında doğru bilgi elde etmeye özel önem gösterilmelidir. Böylece yöneticilerin; aday belirme, seçim işlemi, iş rotasyonu, eğitim, ödeme sistemi, iş tasnifi, performans değerlendirme ve diğer personel işlemleri esnasında optimal karar vermeleri sağlanır. (Mehrabad ve Brojeny, 2007)

Çalışmanın konusu olan performans değerlendirme; çalışan ile yönetici arasında ortak bir çalışmaya, bilgi alışverişine, hem hatalar hem de başarılar açısından sorumluluğunun paylaşılmasına, eğitim ve gelişmesine olanak

sağlayan dinamik bir sistemdir (Eraslan ve Algün, 2005). Performans değerlendirme sistemi kullanılarak çalışanların davranışları şirketin ulaşmak istediği hedeflerle ilişkilendirilebilir. Değerlendirme sistemi oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir ve yöneticilerin bu sistemi gerçekleştirmesi oldukça zordur. Bu yüzden yapay zekâ yöntemlerine başvurulabilir. Değerlendirme özelliklerinin, yaygın kullanılan yapay zekâ tekniklere göre yapılabilirliği Tablo 2’de verilmiştir:

Tablo 2: Değerlendirme özelliklerinin yaygın kullanılan yapay zekâ teknikleri ile yapılabilirliği

Değerlendirme ile ilgili özellikler	US	BM	YSA	GA	ZE	GP
Kurallara göre esnek olması ve bilgilerin kolay değişir formatta olması	√	√	X	X	√	X
Bilgiyi işleme zamanı	Kısa	Kısa	Eğitim uzun	Uzun	Kısa	Kısa
Farklı bilgi türleri için değerlendirme yapabilme imkânı	√	√	√	Kısmen	√	√, zor
Verilerin belirlenmesinde kullanıcıyı desteklemek	√	Kısmen	X	X	√	√
Bilgi tabanı ve veri tabanının sorgulanabilmesi	√	X	X	X	√	√
Bilgileri değiştirebilme ve yeni bilgi ekleyebilme	√	Kısmen	Kısmen	X	√	X
Yeni yöntem ve parametrelerin türetilmesi	√	X	X	X	√	√
Tutarsızlığın engellenebilmesi	√	Kısmen	X	X	√	√
Sonuçlara nasıl ulaşıldığının açıklanabilmesi	√	X	X	X	√	X

US: Uzman Sistemler, BM: Bulanık Mantık, YSA: Yapay Sinir Ağları GA: Genetik Algoritmalar, ZE: Zeki Etmenler GP: Geleneksel Programlama

Kaynak: Öztürk ve Sönmez, 2006

Tablo 2’den görülebildiği gibi, değerlendirme sisteminin geliştirilmesi için uzman sistemler ve zeki etmenler kullanılabilir veya tabloda verilen teknolojilerin melez halleri kullanılabilir. Fakat etmene yönelik analiz ve tasarım yaklaşımlarında hala eksiklikler ve açık olmayan kısımlar vardır (Tidhar ve diğerleri, 1999). Ayrıca etmen tabanlı sistemlerin geliştirilmesi, uzman sistemlere göre daha uzun zaman almaktadır.

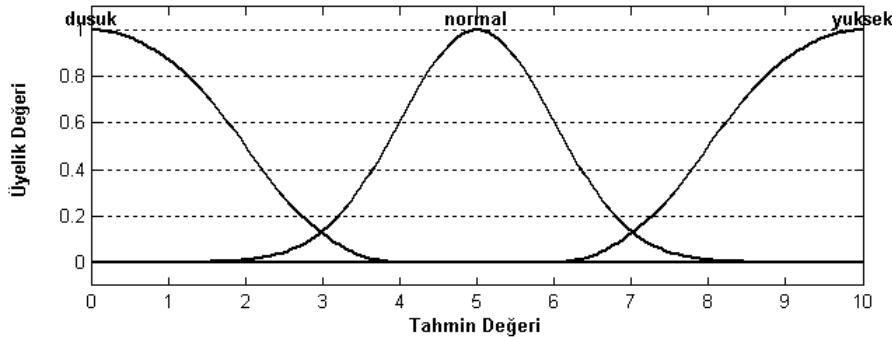
Bu sebeplerden dolayı performans değerlendirme için yapay zekâ tekniklerinden uzman sistemlerin kullanılması en uygun seçimdir. Performans

değerlendirme için uzman bilgisi dilsel terimlerle sübjektif olarak verildiği için sadece uzman sistem kullanmak yeterli değildir. Bunun için farklı bir yapay zekâ tekniği olan bulanık mantık yaklaşımı da sistemle bütünleştirilebilir.

3. BULANIK MANTIK ve BULANIK UZMAN SİSTEM

Günlük hayatta insanlar, sağduyularına güvenirlere ve belirsizlik içeren, net olmayan sezgisel terimler kullanırlar. Örnek olarak “Bu otomobilin fiyatı çok pahalıdır” cümlesinde, fiyat özelliği dilsel olarak ifade edilen “çok pahalı” değerini almaktadır. Bu değer sayısal olarak ifade edilebilmesi için bulanık küme yaklaşımı geliştirilmiştir (Radojevic ve Petrovic, 1997). Genel olarak, kesin olmayan bilginin veya bir tercih yapısının gösterilmesinde kullanılan bulanık kümeler, Lotfi A. Zadeh (1965) tarafından geliştirilmiştir. Bulanık veriler daha esnek ve bulanık veri kullanılması ile daha hassas sonuçlar elde edilir (Lin vd, 2007). Her ölçüt ve her alternatif çifti için, karar verici kendi tercihine göre alternatifler arasında iyi, daha iyi veya küçük, çok küçük vs. gibi dilsel tanımlayıcılar kullanılabilir (Pedrycz ve Gomide, 1998). Bu dilsel terimlerin bulanık olarak gösterimi üyelik fonksiyonuna göre belirlenir. Değişik türlerde üyelik fonksiyonları kullanılmakta olup en yaygın olarak kullanılan sigmoid ve üçgen tipinde üyelik fonksiyonları sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir (Klir ve Yuan, 1995):

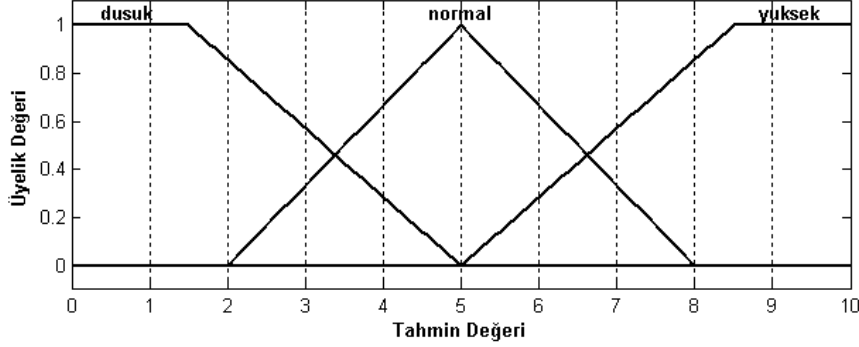
Şekil 1: Sigmoid üyelik fonksiyonu



Belirlenen üyelik fonksiyonuna göre ele alınan bireyler için söz konusu ölçütteki üyelik değerleri [0,1] aralığında elde edilirler. Her dilsel terim için “düşük, normal, yüksek” gibi bir bulanık küme oluşturulur.

Bulanık mantığa dayalı geliştirilen bulanık uzman sistemler, geleneksel uzman sistemlerden farklı olarak sembolik akıl yürütme yerine sayısal işlemler kullanarak akıl yürütme yaparlar (Zadeh, 1983). Uzman sistemlerde bulanık mantık kullanımı ile etkinlik artmakta ve yanıt alma süresi azalmaktadır (Zimmermann, 1996).

Şekil 2: Üçgen üyelik fonksiyonu



Bir bulanık uzman sistem, bulanıklaştırma, bilgi tabanı, çıkarım ve durulaştırma aşamalarından oluşur (Dweiri ve Kablan, 2006; Negnevitsky, 2005). Bu aşamalar kısaca aşağıda açıklanmıştır:

- **Bulanıklaştırma:** Girdi değerleri belirlenen üyelik fonksiyonuna göre bulanık değerlere dönüştürülür.
- **Bilgi Tabanı:** Uygulama alanındaki uzman bilgisi ile oluşturulur. Girdi ve çıktı değerleri arasındaki ilişkiler belirlenir.
- **Çıkarım:** Uzman bilgisine dayalı kurallara göre eldeki bilgilerden çıkarım yapılır. En fazla kullanılan çıkarım yöntemlerinden birisi Mamdani stili çıkarımdır (Keshwani ve diğerleri, 2008). Çünkü daha sezgisel ve insan davranışına yakındır. Mamdani stili çıkarımda mevcut kurallar Max-Min işlemine tabi tutularak birleştirilir.
- **Durulaştırma:** Bulanık çıktı durulaştırılarak sayısal değere çevrilir. Bunun için en çok kullanılan yöntem Ağırlıklı Ortalama Yöntemidir (Dweiri ve Kablan, 2006).

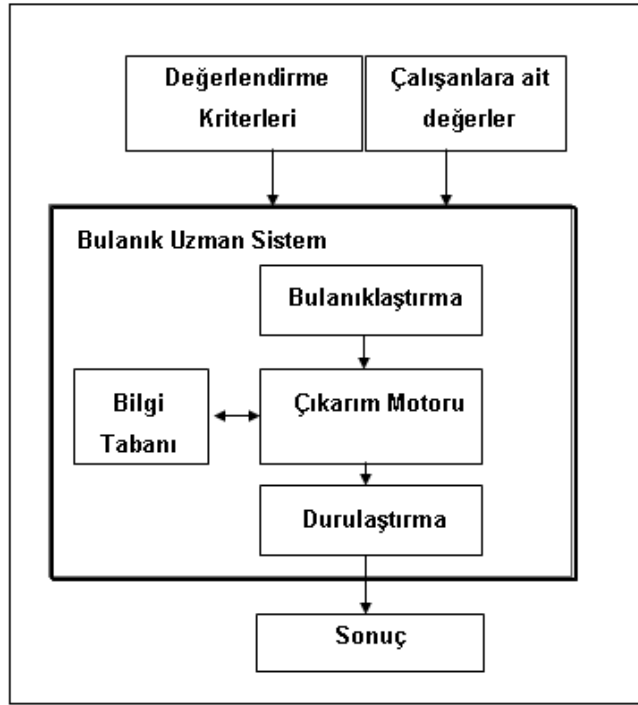
3. PERFORMANS DEĞERLENDİRME İÇİN BULANIK UZMAN SİSTEM

Performans değerlendirme, bir yöneticinin önceden saptanmış standartlarla karşılaştırma ve ölçme yoluyla personelin işteki performansının değerlendirilmesi sürecidir. Literatürde grafik değerlendirme, puanlama, derecelendirme, kontrol listesi, zorunlu seçim, puan tahsis, davranışsal değerlendirme ve ikili karşılaştırma gibi değişik performans değerlendirme yöntemleri bulunmaktadır (Eraslan ve Algün, 2005; Süngü, 2004). Bulanık uzman sistem ile oluşturulan performans değerlendirme modeli Şekil 3'te verilmiştir. Buna göre yapılacak işlemler:

- Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi,

- Bu kriterlere uygun üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi,
- Çalışanların değerlendirme kriterlerine ait değerlerinin belirlenmesi,
- Değerlendirme işlemi için uzman sistem tasarlanması, personel ve kriterler arasında ilişkili mantıksal kuralların belirlenmesi
- Bulanık uzman sistemi gerçekleştirmek için uygun aracın seçilmesi (Clips, Matlab, Jess),
- Uzman sistemin oluşturulması ve belirlenen girdi değerleri, üyelik fonksiyonları ve kurallara göre gerçekleştirilmesi,
- Uzman sistemin gerçek bir işletmeden alınan verilere temel alınarak uzmanlar ve bilgi mühendisleri tarafından gerçekleştirilip doğruluğunun test edilmesidir.

Şekil 3: Değerlendirme modelinin yapısı



Kaynak: (Mehrabad ve Brojeny, 2007)

4. ÖRNEK UYGULAMA

Bu bölümde, üçüncü bölümde anlatılan performans değerlendirme için bulanık uzman sistem modelinin bir örnek üzerinde gerçekleştirilmesi ele alınacaktır. Bir işletmenin aynı bölümünde çalışan beş kişi esas alınarak yıllık performanslarının değerlendirilmesine yönelik aşamalar aşağıda açıklanacaktır.

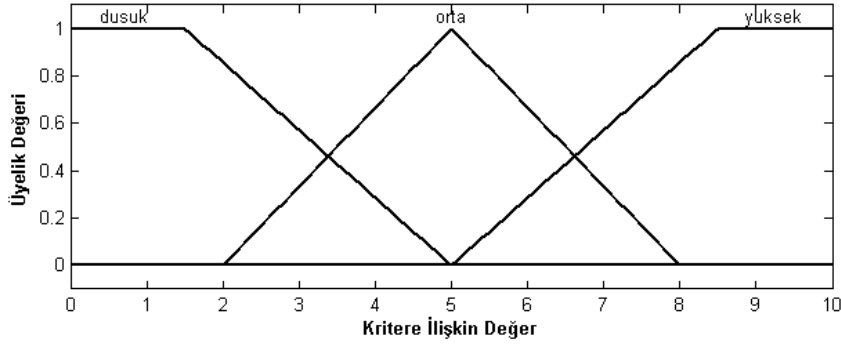
4.1. Uzman sistem için girdi bilgilerinin toplanması

Uzman kişi ile kriterler belirlenir. Örnek uygulama için belirlenen kriterler şunlardır: özgüven, uyum, azim, beceri ve sorumluluk. Bu kriterler dilsel olarak ifade edilmektedir ve ağırlıkları eşittir.

4.2 Bulanıklaştırma

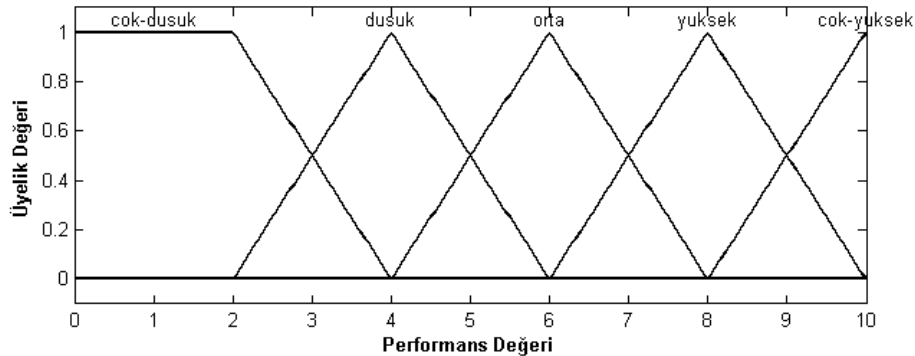
Belirlenen girdi kriterlerine ilişkin değerler “düşük, orta, yüksek” gibi dilsel değerlerle ifade edilmektedir, bu yüzden dilsel değerlerin sayısal gösterimi ve birlikte değerlendirilebilmesi için bulanıklaştırma kullanılır. Bulanıklaştırma için gerekli olan üyelik fonksiyonları uzman bilgisi kullanılarak belirlenir. Örnek uygulama için belirlenen üyelik fonksiyonu Şekil 4’teki gibidir:

Şekil 4: Kriterlere ilişkin üyelik fonksiyonu



Burada kritere ilişkin değer [0,10] aralığında ve buna karşılık gelen üyelik değeri ise [0,1] aralığında olup düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç farklı bulanık küme bulunmaktadır. Çıktı değeri olan Performans'a ilişkin üyelik fonksiyonu Şekil 5'te verilmiştir:

Şekil 5: Performansa ilişkin üyelik fonksiyonu



4.3 Bilgi Tabanı ve Değerlendirme Modelinin oluşturulması

Uzman kişi, çalışanlara ait değerleri Şekil 4'teki üyelik fonksiyonunu dikkate alarak belirlemiştir. Bu değerler dilsel terimlerle ifade edilerek bilgi tabanına aktarılmış ve Tablo 3'te verilmiştir:

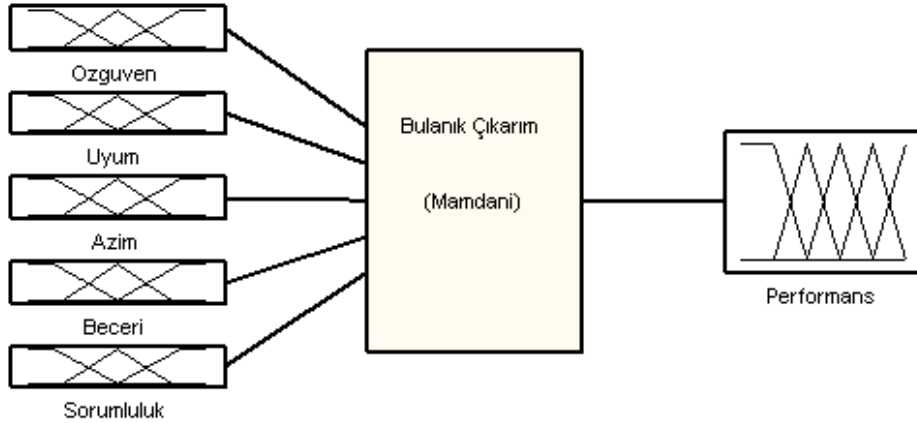
Tablo 3: Çalışanlara ait uzman bilgileri

Çalışan	Özgüven	Uyum	Azim	Beceri	Sorumluluk
1	D	Y	O	Y	Y
2	O	O	D	Y	Y
3	Y	O	D	O	D
4	Y	Y	O	D	Y
5	D	Y	Y	Y	Y

D: Düşük, O:Orta, Y: Yüksek

Akıl yürütme ve çıkarım için gerekli uzmanlık ve bilgi kullanılarak Matlab ortamında "Fuzzy Logic Toolbox" ile değerlendirme modeli Şekil 6'daki gibi oluşturulmuştur.

Şekil 6: Matlab ile oluşturulan değerlendirme modelinin yapısı



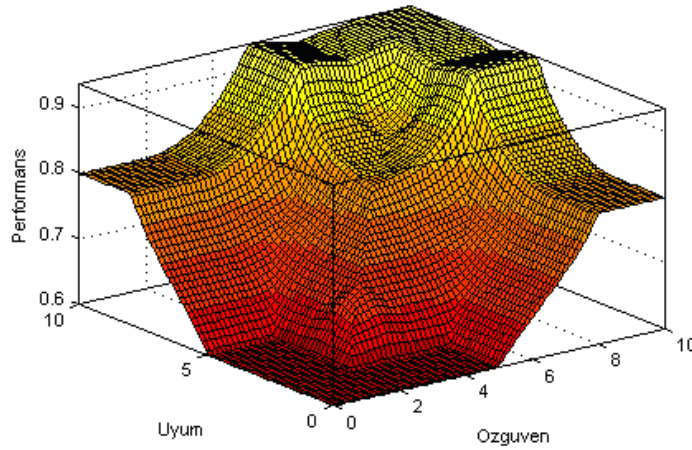
Çıkarım motoru, 5 kriter ve her kritere ait 3 bulanık kümeden oluştuğu için 3^5 kuraldan oluşmaktadır. Kurallar uzman bilgi ve tecrübesi dahilinde oluşturulmaktadır. Genelde tüm kuralların ağırlığı eşittir fakat uzmana göre belirlenen özel kurallara özel ağırlık verilebilir. Bu kurallardan seçilen bazıları şunlardır:

EĞER Özgüven Düşük VE Uyum Düşük VE Azim Düşük VE Beceri Düşük VE Sorumluluk Düşük ise Performans Çok Düşüktür.

EĞER Özgüven Düşük VE Uyum Düşük VE Azim Düşük VE Beceri Orta VE Sorumluluk Yüksek ise Performans Düşüktür.
EĞER Özgüven Orta VE Uyum Orta VE Azim Orta VE Beceri Orta VE Sorumluluk Orta ise Performans Ortadır.
EĞER Özgüven Orta VE Uyum Yüksek VE Azim Yüksek VE Beceri Yüksek VE Sorumluluk Orta ise Performans Yüksek.
EĞER Özgüven Yüksek VE Uyum Yüksek VE Azim Yüksek VE Beceri Yüksek VE Sorumluluk Yüksek ise Performans Çok Yüksek.

Şekil 7'de yukarıdaki kurallara göre sadece Özgüven ve Uyum kriterleri dikkate alındığında Performans için 3-Boyutlu girdi-çıkı ilişkisini gösteren kural yüzeyi görülmektedir:

Şekil 7. Üç-boyutlu uzayda iki kritere ilişkin kural tabanı yüzeyi



4.4 Çıkarım ve Durulaştırma

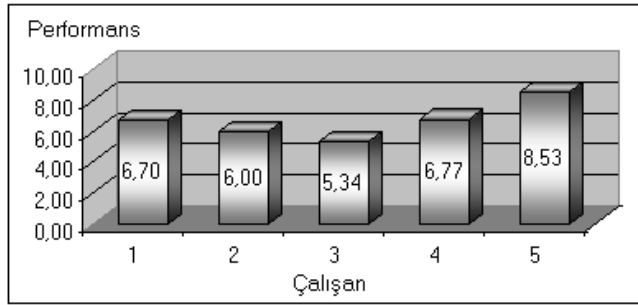
Çıkarım için Mamdani Max-Min çıkarım mekanizması ve durulaştırma için ise Ağırlıklı Ortalama Yöntemi kullanılmıştır. Tablo 3'te verilen dilsel değerlere göre bulunan performans değerleri Tablo 4'te verilmiştir:

Tablo 4: Çalışanlara ait performans değerleri

Çalışan	Özgüven	Uyum	Azim	Beceri	Sorumluluk	Performans
1	2	8	6	7	8	6.7
2	5	6	1	7	9	6
3	9	4	1	5	2	5.34
4	9	9	5	3	8	6.77
5	4	9	9	9	8	8.53

Performans değerleri çalışanların tüm kriterlerin kurallar aracılığıyla birleştirilmesi sonuca elde edilen değerlerdir. Maksimum değer olan 8.53'e karşılık gelen beşinci çalışan en iyi performansa sahiptir. Daha sonra sırasıyla dördüncü, birinci, ikinci ve üçüncü çalışanlar gelmektedir. Performans değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 8'de verilmiştir:

Şekil 8. Performans grafiği



5. SONUÇ

Performans değerlendirme çalışmalarının doğru ve güvenilir olması, kısa zamanda etkin bir şekilde yapılması çok önemlidir. Bu yüzden insan kaynaklarında karar vermek için yapay zekâ yöntemlerinin kullanılması günümüz işletmeleri için önemli bir gelişmedir.

Çalışmada, bir işletme için performans değerlendirme işleminin bulanık uzman sistem kullanılarak gerçekleştirilmesi ele alınmıştır. Karar vermede bulanık kümeler kullanılarak dilsel değerlerin gösterimi için esneklik ve akıl yürütmenin daha iyi açıklanması sağlanmıştır. Gerçekleştirilen bulanık uzman sistem, uzman bilgisi ve tecrübesine dayalıdır. Uzman bilgisi kriterlerin belirlenmesinde, bulanık kümelerin oluşturulmasında ve kuralların belirlenmesinde kullanılmaktadır. Diğer uzman sistemlerde olduğu gibi geliştirilen bulanık uzman sistem, uzman bilgilerini bir kez bilgi tabanında saklamakta ve bundan sonraki işlemlerde bu bilgileri kolektif bir şekilde kullanmaktadır. Performans değerlendirme için bulanık uzman sistem kullanılması ile uygulamadaki karmaşıklıklar ve zorluklar ortadan kalkmaktadır. Çalışmada kullanılan bulanık uzman sistem anlaşılması kolay, kullanılması basit ve zamandan tasarruf sağladığı için işletmelerde rahatlıkla uygulanabilecektir.

KAYNAKÇA

BYUN, D.H. and SUH, E.H. (1994): "Human resource management expert system", *Expert Systems*, 11(2): 109-119.

DWEIRI, F.T. and KABLAN, M.M. (2006): "Using fuzzy decision making for the evaluation of the project management internal efficiency", *Decision Support Systems*, 42(2), 712-726.

ERASLAN E. ve ALGÜN, O. (2005): "İdeal Performans Değerlendirme Formu Tasarımında Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(1): 95-106.

KLIR G.J. and YUAN B., (1995): "Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Application", Prentice Hall, New Jersey.

KESHWANI, D.R., JONES, D.D., MEYER, G.E. and BRAND, R.M., (2008): "Rule-based Mamdani-type fuzzy modeling of skin permeability", *Applied Soft Computing*, 8(1): 285-294.

LIN H.Y., HSU, P.Y. and SHEEN, G. J. (2007): "A fuzzy-based decision-making procedure for data warehouse system selection", *Expert Systems with Applications*, 32(3): 939-953.

MEHRABAD, M. S. and BROJENY, M.F. (2007): "The development of an expert system for effective selection and appointment of the jobs applicants in human resource management", *Computers & Industrial Engineering*, 53(2): 306-312.

NEGNEVITSKY, M., (2005): "Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems", Addison-Wesley, England.

ÖZDEMİR, M. S. (2002): "Bir İşletmede Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Performans Değerlendirme Sistemi Tasarımı", *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 13(2): 2-11.

ÖZTÜRK, V. ve SÖNMEZ, A.C. (2006): "Değerlendirme sistemleri için melez uzman sistem yaklaşımı", *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/D: Mühendislik Serisi*, 5(5): 3-14.

PEDRYCZ W. and GOMIDE, F., (1998): "An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design", MIT Press, Cambridge.

RADOJEVIC, D. and PETROVIC, S. (1997): "A Fuzzy Approach to Preference Structure in Multicriteria Ranking", *International Transactions in Operational Research*, 4(5-6): 419-430.

RIGG, G., MORLEY, R. and HEPPLWHITE, R.T. (2000): "Themis: The objective assessment of CGF performance", Proceedings of the 9 th Conference on Computer Generated Forces and Behavioral Representations, Orlando, FL, 16-18 May, pp. 133-138.

SÜNGÜ, A. (2004): "İnsan Kaynakları Yönetiminde Performans Değerleme ve Astların, Performans Değerleme Çalışmalarına Verdikleri Destek ve Güveni Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi.

TIDHAR, G., HEINZE, C., GOSS, S., MURRAY, G., APPLA, D. and LLOYD, I., (1999): "Using Intelligent Agents in Military Simulations or Using Agents Intelligently", American Proceedings of the Eleventh Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference, American Association of Artificial Intelligence (AAAI), pp: 829-836.

ZADEH, L. A. (1965): "Fuzzy Sets", Information Control, 8(3): 338-353.

ZADEH, L.A.(1983): "The Role of Fuzzy Logic in the Management of Uncertainty in Expert Systems", Fuzzy Sets and Systems, 11(1-3):197-198.

ZIMMERMANN, J.-H., (1996): "Fuzzy Set Theory- and Its Applications", Third Edition, Kluwer Academic Publishers, U.S.A.