

PERSONEL PERFORMANSININ BULANIK MANTIK İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

- 21052055 ALİ ONUR AYŞEN
- 21052020 ALPER GÜNER
- 21052005 ALTAY YELES
- 21052037 EREN HACER
- 21052047 NUR SİMA DİNÇSOY



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 [6].

Mantık Nedir?

- “Mantık” terimi, Arapça’da demek, konuşmak, dile getirmek anlamlarına gelir. Batı dillerinde bu sözcüge, Grekçe “logos” sözcüğü karşılık gelir. “Logos; akıl, düşünme, yasa, düzen, ilke, söz, vb. anlamları içerir. Mantık kelimesi günlük dilde “düzgün düşünme”, “mantıksal düşünme” adları verilen düşünme türünün adıdır [1].

Klasik Mantığın Temel İlkeleri

Klasik mantık, Aristoteles mantığı ve onun devamı olan sembolik mantık olarak sınıflandırılabilir. Klasik mantığın öncülerinden Aristoteles'e göre, mantığın 3 temel ilkesi vardır. Bu ilkeler özdeşlik, çelişmezlik ve üçüncüünün olmazlığı ilkeleridir [2].

Klasik mantık, bu ilkелere göre önermelerin doğruluğunu "doğu" ve "yanlış" gibi iki değer üzerinden değerlendirdir [3].



Bulanık Mantığa Geçiş: İki Değerli Mantıktan Belirsizliğe

Aristo döneminden bulanık mantık ortaya atılana kadar geçen dönemde bir şeyin doğru veya yanlış, matematik dili ile 0 veya 1 olmak üzere iki kesin değerden meydana geldiği ifade ediliyordu. Bu iki değerli mantık kuramı, Antik Yunan'dan günümüze gelene kadar birçok felsefi sorunu çözmeye rağmen, günlük yaşantıda bazı durumları açıklamakta zorlanıyordu [4].

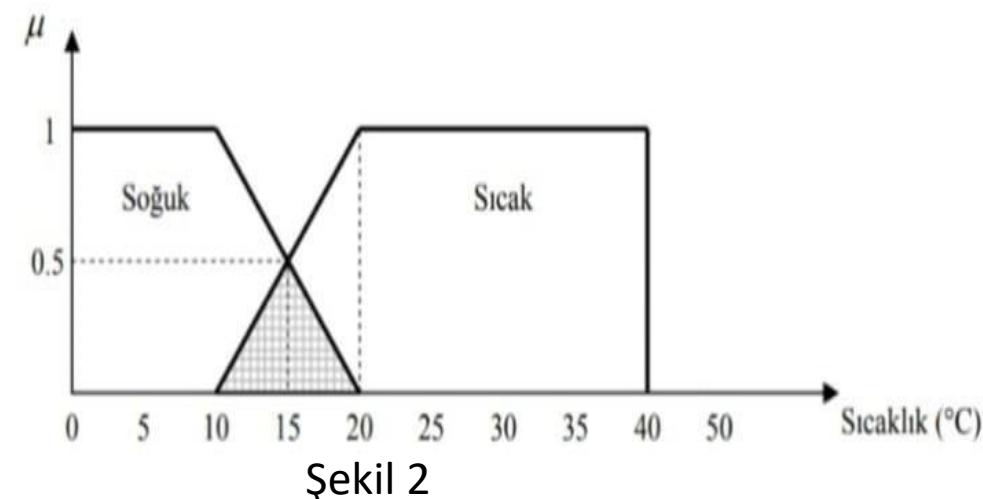
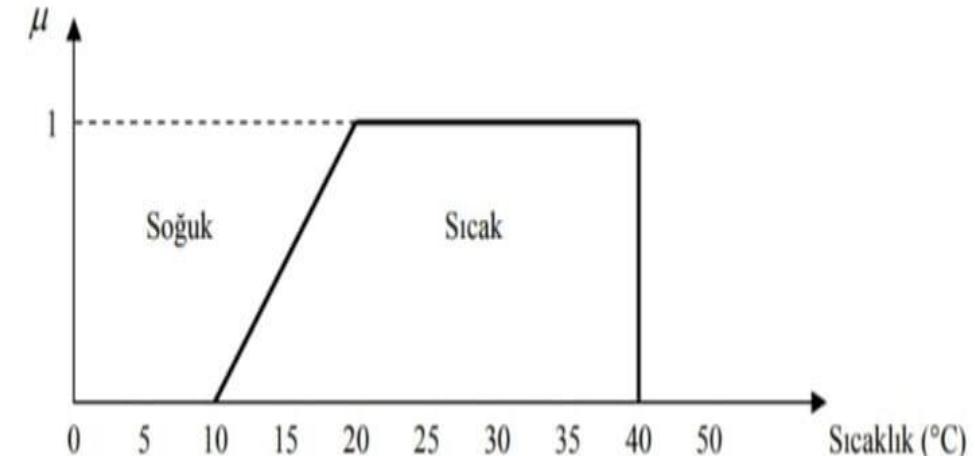
Çünkü günlük hayatı insanlar, sağduyularına güvenirler ve belirsizlik içeren, net olmayan sezgisel terimler kullanırlar. Örnek olarak “Bu otomobilin fiyatı çok pahalıdır” cümlesiinde, fiyat özelliği dilsel olarak ifade edilen “çok pahalı” değerini almaktadır. Bu değerin sayısal olarak ifade edilebilmesi için bulanık kümeye yaklaşımı geliştirilmiştir [5].

-
- Genel olarak, nesnel ve kesin olmayan bilginin veya bir tercih yapısının gösterilmesinde kullanılan bulanık kümeler, Lotfi A. Zadeh tarafından öne sürülmüştür [6].



- Klasik küme kuramında bir eleman o kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Hiçbir zaman kısmi üyesi olamaz. Nesnenin üyelik değeri 1 ise nesne o kümenin elemanıdır, nesnenin üyelik değeri 0 ise nesne o kümenin elemanı değildir. Diğer bir ifadeyle, klasik kümelerde elemanların üyelikleri {0,1} değerlerini alır [7].
- Bulanık mantık, insanın günlük yaşantısında nesnelere verdiği üyelik değerlerini, dolayısıyla da insan davranışlarını taklit eder. Örneğin, elini suya sokan bir kişi hiçbir zaman tam olarak suyun ısısını bilemez. Onun yerine sıcak, az sıcak, soğuk, çok soğuk gibi dilsel ifadeler kullanılır. Eğer sıcaklık 20°C 'nin altına düşerse ortam sıcak değildir. Yani klasik mantık kuramına göre $19,5^{\circ}\text{C}$ 'lik bir sıcaklık ortamın sıcak olmadığını ifade eder. Doğal olarak klasik mantığın hiçbir esnekliği yoktur. Gerçek dünyadaysa sınırlar bu kadar keskin değildir [7].

- Klasik kümelerin aksine bulanık kümelerde elemanların üyelik dereceleri $[0,1]$ aralığında sonsuz sayıda değişebilir. Bunlar, üyeliğin derecelerinin devamlı ve aralıksız bütünüyle bir kümedir. Keskin kümelerdeki soğuk-sıcak, hızlı-yavaş, aydınlik-karanlık gibi ikili değişkenler, bulanık mantıkta biraz soğuk, biraz sıcak, biraz karanlık gibi esnek niteleyicilerle yumusatılarak gerçek dünyaya benzetilir. Bulanık kümeler için Şekil 1'de bir örnek verilmiştir. Bu örnekte $10-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındaki değerler "sıcak" kümesine üyedir. $20-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındaki değerlerin üyelik dereceleri 1'dir. 10 ile $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındaki değerlerin üyelik dereceleri 0 ile 1 arasında değişmektedir. Örneğin, $11\text{ }^{\circ}\text{C}$ "az sıcak", $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ "biraz sıcak" olarak değerlendirilebilir. $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'yi normal oda sıcaklığı kabul ettiğimizde ve "soğuk" bulanık kümesini oluşturduğumuzda Şekil 2 elde edilir [8].



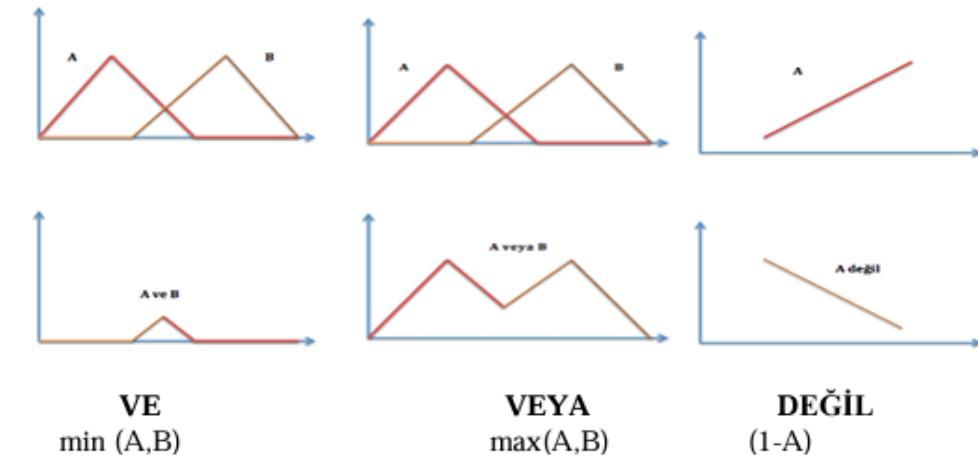
- Bulanık mantığın kullanım alanı da oldukça genişdir. Bu alanlar, sağlık sektörü, madencilik, savunma sanayi, havacılık ve uzay, askeriye, gemicilik, otomotiv sektörü, eğitim, bankacılık vs. olarak çoğaltılabılır [9]. Biz ise bugün, bulanık mantık ve personel performansının değerlendirilmesi arasındaki ilişkiyi inceleyeceğiz. Personel performansı değerlendirilirken birçok kriterden yararlanılır. Bu kriterlere örnek olarak özgüven, uyum, azim, beceri ve sorumluluk verilebileceği gibi bu kriterler değiştirilebilir veya arttırlabilir [6].

- Daha önce de söylendiği gibi günlük hayatı öyle özellikler olabilir ki dilsel olarak ifade edilirler ve bunların sayısal olarak modellenmesi oldukça zordur. Klasik yaklaşımın dezavantajı kesin olmayan, dilsel olarak ifade edilen bu kriterler için eksik kalmasıdır. Bunun için bulanık küme yaklaşımı kullanılarak bu eksiklik giderilebilir [5]. İşte bulanık mantığın bu avantajından dolayı personel performansı ölçülürken klasik yaklaşım yerine bulanık kümeler kullanılır. Öncelikle konuya alakalı özeti ve ön bilgileri sizinle paylaştık. Bundan sonra sırasıyla yöntem, uygulama ve sonuç başlıklarımız olacak ve konu detaylıca açıklanacak.

BULANIK ÇIKARIM SİSTEMİ

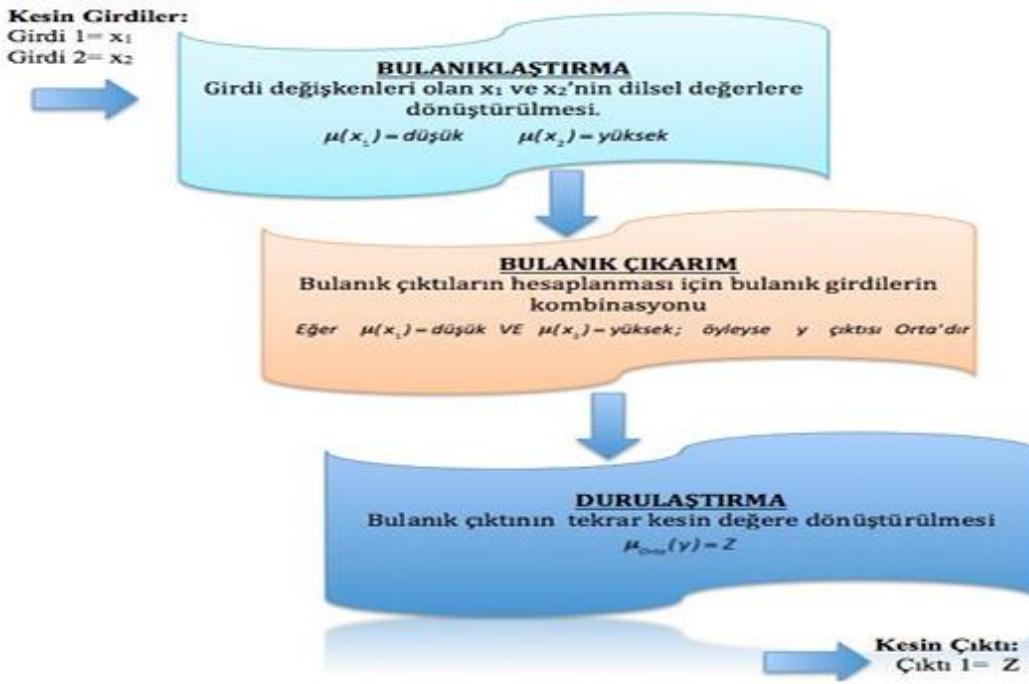
- Bu bölümden uygulamaya kadar olan çalışmalar [10] numaralı makale ışığında yapılmıştır. Bulanık çıkarım sistemi “ $a \Rightarrow b$ ” şeklindeki bir anlam ilişkisi, dilsel terimlerle, “EĞER, a doğru İSE b ’de doğrudur” şeklinde yorumlanabilir. Elbette, bu hem klasik (iki değerli) hem de bulanık mantık için geçerlidir çünkü klasik kümeler, bulanık kümelerin bir alt kümesidir[11]. Bir bulanık çıkarım sistemi (BÇS) [Fuzzy Inference System(FIS)], “eğer ise” kurallarında belirtilen bilgiler üzerinde çalışır ve tanımlanmamış birçok sistemin ve veriye dayalı karar verme sürecinin davranışını tahmin etmek için uygulanabilir. Bu yöntem, uygulama aşamasında karmaşık matematiksel hesaplamalar gerektirse de, sonuçların güvenilirliği ve doğruluğu açısından önemli avantajlar sunmaktadır[12].

- En temel ifade ile bir bulanık çıkarmı süreci, "eğer- ise" kurallarını, mantıksal bağlantı işlemlerini (örneğin "ve", "veya", "değil") ve toplama operatörlerini (örn. "min", "max") kullanarak bulanık çıktı için bulanık değerleri birleştirmek olarak ifade edilebilir. Standart ikili mantık, üyelik değerlerinin her zaman 1(tamamen doğru) veya 0 (tamamen yanlış) olduğu, özel bir bulanık mantık alt kümesidir. BCS ise standart mantıksal işlemler olarak, tutarlı mantıksal işlemleri içinde bulundurmak zorundadır. Klasik mantıkta, temel mantıksal işlemler "ve", "veya" ve "değil" şeklindedir. Standart mantıksal işleminden farklı olarak, bulanık mantıkta A ve B işlenenleri, $0 \leq x \leq 1$ aralığındaki üyelik değerleridir. Bulanık mantık işlemlerinde, mantıksal "ve", minimum fonksiyonu ile ifade edilir. Bu yüzden, "A ve B" ifadesi, $\min(A, B)$ 'ye eşittir. Mantıksal "veya", maksimum fonksiyonu ile tanımlanır. Böylece "A veya B", $\max(A, B)$ 'ye eşdeğer hale gelir. Son olarak, mantıksal "değil" işlemi, A' yi " $1-A$ " olarak tanımlar[13]. Bu mantıksal işlemler Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3: Bulanık Mantıksal İşlemler

- Literatürde çeşitli BCS türleri bulunmaktadır. Bazıları özel amaçlı olarak spesifik alanlarda kullanılabilirken, bazıları birçok sisteme entegre edilebilmektedir. Genel olarak, üç tip bulanık çıkarım sistemi önerilmektedir. Bunlar sırası ile Mamdani, Sugeno (Takagi-Sugeno-Kang-TSK) ve son olarak Tsukamoto-BCS türleridir. Bu sistemler, iki kısma ayrılabilir. İlk kısım, giriş değişkenlerinin kesin değerlerinin, uygun bulanık kümelere göre üyelik değerlerine dönüştürüldüğü aşamadır ki; burada üç yöntem tam olarak aynıdır. Tüm kuralların sonuçları, çıktı için tekil kesin değere entegre edildiğinde, yani ikinci kısımda farklılıklar ortaya çıkmaktadır[13].



- Bir BCS, üç süreçten oluşur. Bunlar sırası ile bulanıklaştırma, bulanık çıkarmı ve son olarak durulama sürecidir. Bu süreçler Şekil 4'te görülmektedir.

Şekil 4: Bulanık Çıkarm Sisteminin Genel Yapısı

MAMDANI ÇIKARIM SİSTEMİ

- Mamdani-BÇS, bulanık küme teorisi ile inşa edilmiş olan ilk kontrol sistemi olarak bilinmektedir. 1975 yılında Prof. E. Mamdani, deneyimli insan operatörlerinden elde edilen bir dizi dilsel kontrol kurallarını sentezleyerek buhar motoru ve kazan kombinasyonunu kontrol etmeyi başarmıştır. Çalışmasında Zadeh'in 1973 yılındaki karmaşık sistemler ve karar süreci için bulanık algoritmalar konusundaki makalesini esas almıştır. Çıkarım süreci Zadeh'in çalışmasından farklı olmakla birlikte, temel fikir aynıdır [13].

$$\mu_R(x,y) = \min[\mu_{\bar{A}}(x), \mu_{\bar{B}}(y)]$$

- Yukarıdaki eşitlik, minimum korelasyonu veya Mamdani önermesi olarak bilinmektedir. Önerme için bu eşitlik, boyutlu bulanık ve bulanık kümelerinin bulanık Kartezyen kümesini temsil eder. ve için klasik mantık önerme yaklaşımının, Mamdani önermesine indirgenmiş halini ifade eder (Ross, 2010:138). Mamdani çıkarımında, “eğer-ise” kuralının sonucu bir bulanık kümeyle tanımlanır. Her bir kuralın bulanık çıktı kümesi, sistemde eşleşen bir sayı ile yeniden şekillendirilmektedir ve bu yeniden şekillendirme sonucunda elde edilen bulanık kümelerin tamamı toplanıp, sonrasında durulaştırılmak zorundadır. Mamdani-BCS, sezgisel olan insan algısı ve mantığına yakınlık gibi avantajlara sahiptir [13].

SUGENO ve TSUKOMATO ÇIKARIM SİSTEMLERİ

- Sugeno-BCS'de bulanık çıkarım sürecinin ilk iki kısmı, girişleri bulanıklaştmak ve bulanık operatörü uygulamak Mamdani-BCS ile tamamen aynıdır. Aralarındaki temel fark, Sugeno-BCS çıkış üyelik fonksiyonlarının doğrusal ya da sabit olmasıdır. Sugeno-BCS'de, "eğer-ise" kuralının sonucu, girdi değişkenlerine göre bir polinomla açıklanır. Böylece her kuralın çıktısı tek bir sayı olarak tanımlanmış olur. Daha sonra nihai durulmuş(klasik) çıktıyı elde etmek için bir ağırlık mekanizması uygulanır. Sugeno-BCS, karmaşık bir bulanıklaşmadan kaçınsa da polinomların parametrelerini belirleme çalışması, Mamdani-BCS için çıkarılan bulanık kümeleri tanımlamaktan daha verimsiz ve daha basittir [13].

- Genel olarak Sugeno-BCS aşağıdaki gibi gösterilir.
- Eğer, $x=A$ ve $y=B$; ise $z=f(x,y)$
- Burada z , öncüllerden elde edilmiş kesin bir işlevdir. Aslında çıkış işlevi, girdi sayısına bağlı olan bir polinom olarak ifade edilir. Örnek olarak, iki giriş ve bir çıkışlı bir model kurulacaksa, bu aşağıdaki gibi olacaktır. Eğer 1. girdi= x ve 2. girdi= y ; ise çıktı; $z = ax+by+c$ Sugeno-BCS hesaplamalı olarak sonuç vermesi; optimizasyon ve matematiksel analiz için yüksek uyumluluk gibi faydaları bulunmaktadır. Tsukamoto-BCS ise Mamdani-BCS ve Sugeno-BCS bileşiminden türetilmiş olan bir üçüncü yöntemdir. Bunlar dışında, girdilerde çarpım ve çıkış işlemlerinde ise max-çarpım işlemcisini kullanan Larsen, güneş işinlarının hesaplanması için özel olarak geliştirilmiş Şen, Zadeh, Dines-Rescher ve Gödel gibi BCS türleri de bulunmaktadır Ancak uygulamalarda Mamdani-BCS diğer tüm yöntemlere göre daha popülerdir[13].

UYGULAMA

- Uygulama kısmında yaptığımız çalışmalar [6] numaralı makale ışığında yapılmıştır. Bu bölümde, 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.

Uzman Sistem İçin Girdi Bilgilerinin Toplanması

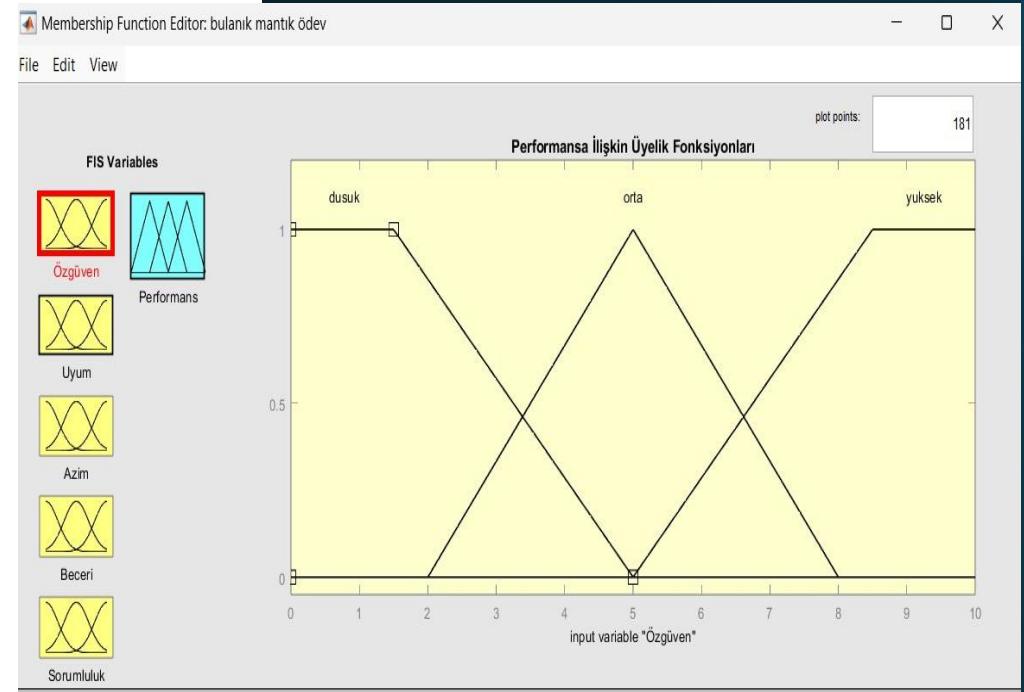
- Uzman kişi ile kriterler belirlenir. Örnek uygulama için belirlenen kriterler şunlardır: özgüven, uyum, azim, beceri ve sorumluluk. Bu kriterler dilsel olarak ifade edilmektedir ve ağırlıkları eşittir.

Bulanıklaştırma

- Belirlenen girdi kriterlerlerine 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.

Şekil 1: Kriterlere ilişkin üyelik fonksiyonu

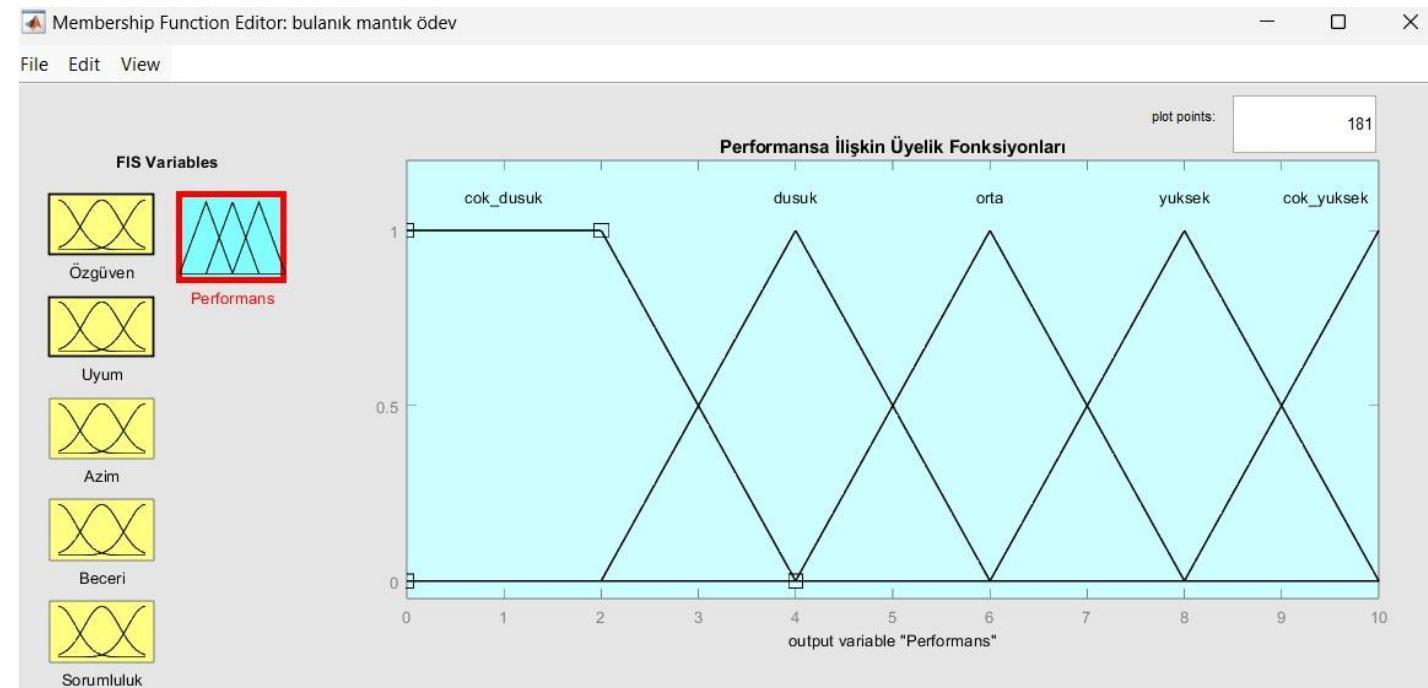
Örnek uygulama için belirlenen üyelik fonksiyonu Şekil 5'teki gibidir. Burada kriterle ilişkili değer $[0,10]$ aralığında ve buna karşılık gelen üyelik değeri ise $[0,1]$ aralığında olup düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç farklı bulanık küme bulunmaktadır.



Şekil 5

Şekil 5: Performansa İlişkin Üyelik Fonksiyonu

Cıktı değeri olan Performans'a ilişkin üyelik fonksiyonu Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6

Bilgi Tabanı ve Değerlendirme Modelinin Oluşturulması

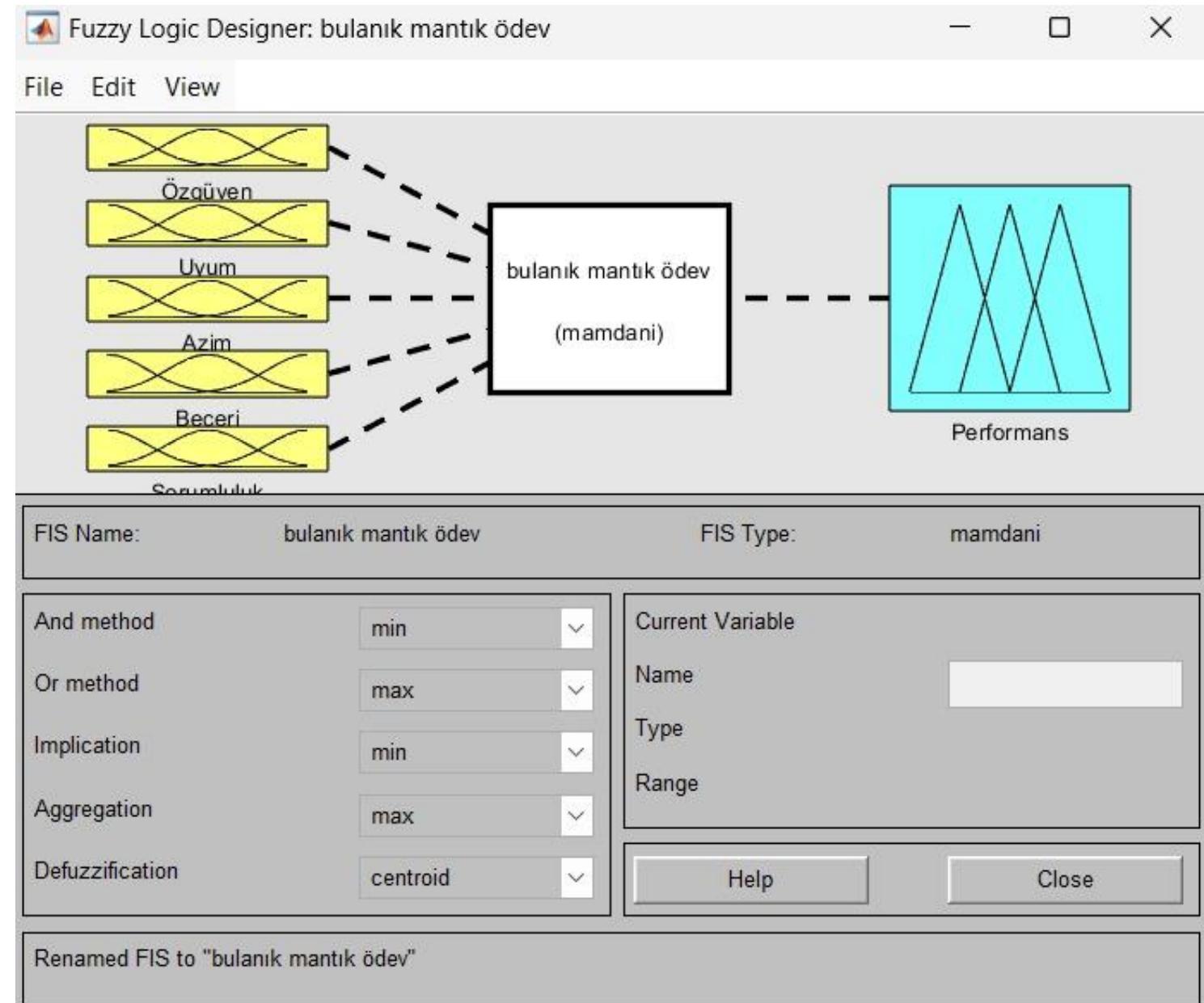
- Uzman kişi, çalışanlara ait değerleri Şekil 5'teki üyelik fonksiyonunu dikkate alarak belirlemiştir. Bu değerler dilsel terimlerle ifade edilerek bilgi tabanına aktarılmış ve Şekil 5'te verilmiştir.
- Akıl yürütme ve çıkarım için gerekli uzmanlık ve bilgi kullanılarak Matlab ortamında "Fuzzy Logic Toolbox" ile değerlendirme modeli Şekil 7'deki gibi oluşturulmuştur.

Çalışan	Özgüven	Uyum	Azim	Bceri	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

Şekil 7

Matlab ile oluşturulan değerlendirme modelinin yapısı

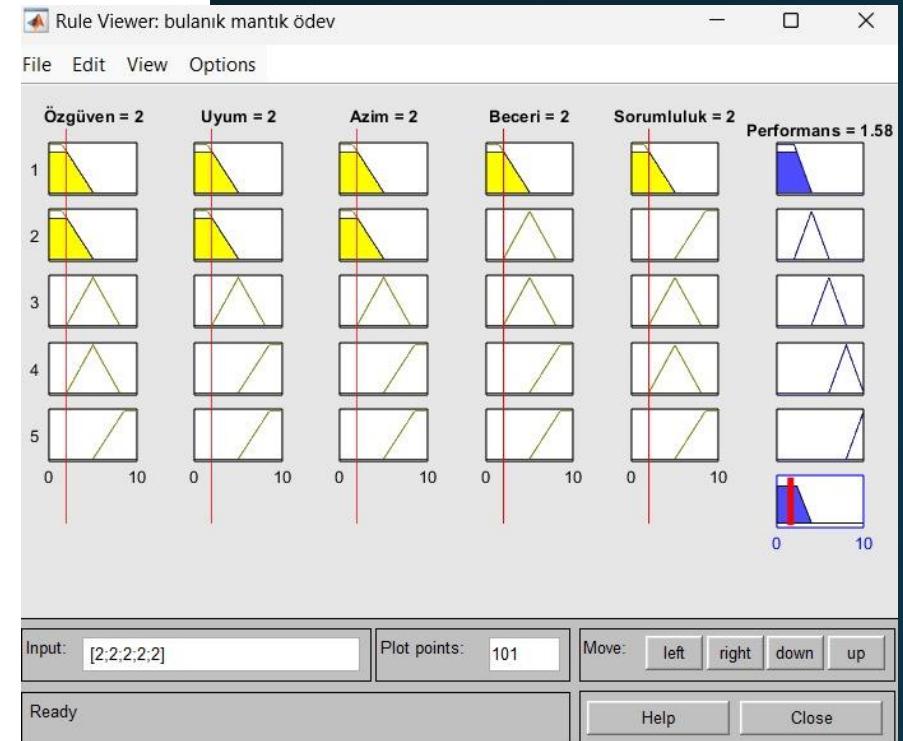


Şekil 8



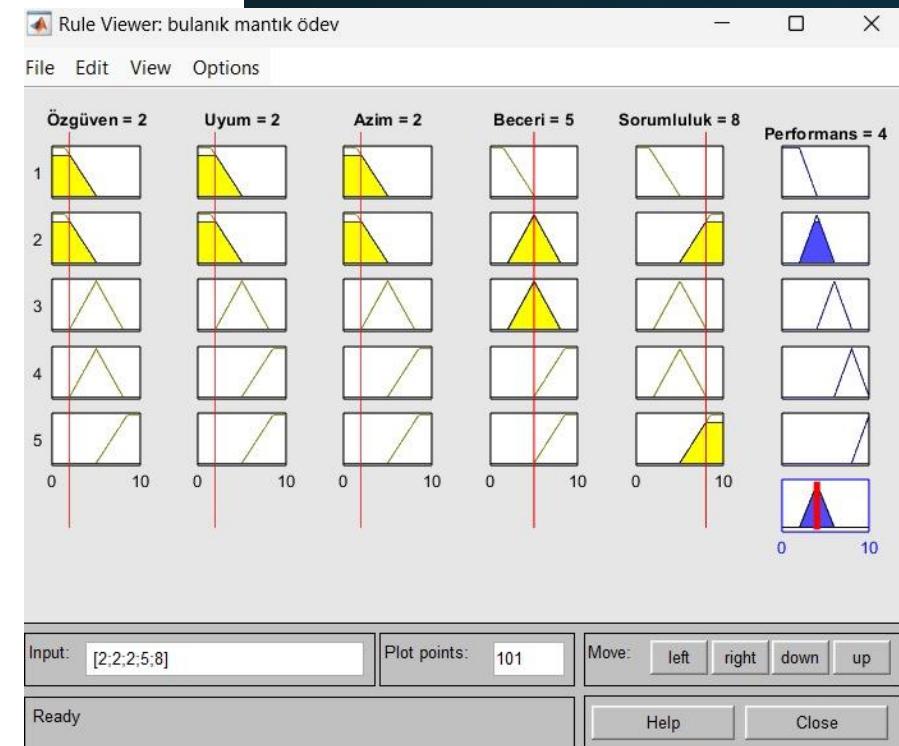
1. If (Özgüven is dusuk) and (Uyum is dusuk) and (Azim is dusuk) and (Beceri is dusuk) and (Sorumluluk is dusuk) then (Performans is cok_dusuk) (1)
2. If (Özgüven is dusuk) and (Uyum is dusuk) and (Azim is dusuk) and (Beceri is orta) and (Sorumluluk is yuksek) then (Performans is dusuk) (1)
3. If (Özgüven is orta) and (Uyum is orta) and (Azim is orta) and (Beceri is orta) and (Sorumluluk is orta) then (Performans is orta) (1)
4. If (Özgüven is orta) and (Uyum is yuksek) and (Azim is yuksek) and (Beceri is yuksek) and (Sorumluluk is orta) then (Performans is yuksek) (1)
5. If (Özgüven is yuksek) and (Uyum is yuksek) and (Azim is yuksek) and (Beceri is yuksek) and (Sorumluluk is yuksek) then (Performans is yuksek) (1)

- Çıkarım motorundaki kurallar şunlardır:
- EĞER Özgüven Düşük VE Uyum Düşük VE Azim Düşük VE Beceri Düşük VE Sorumluluk Düşük ise Performans Çok Düşüktür.



Şekil 9

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

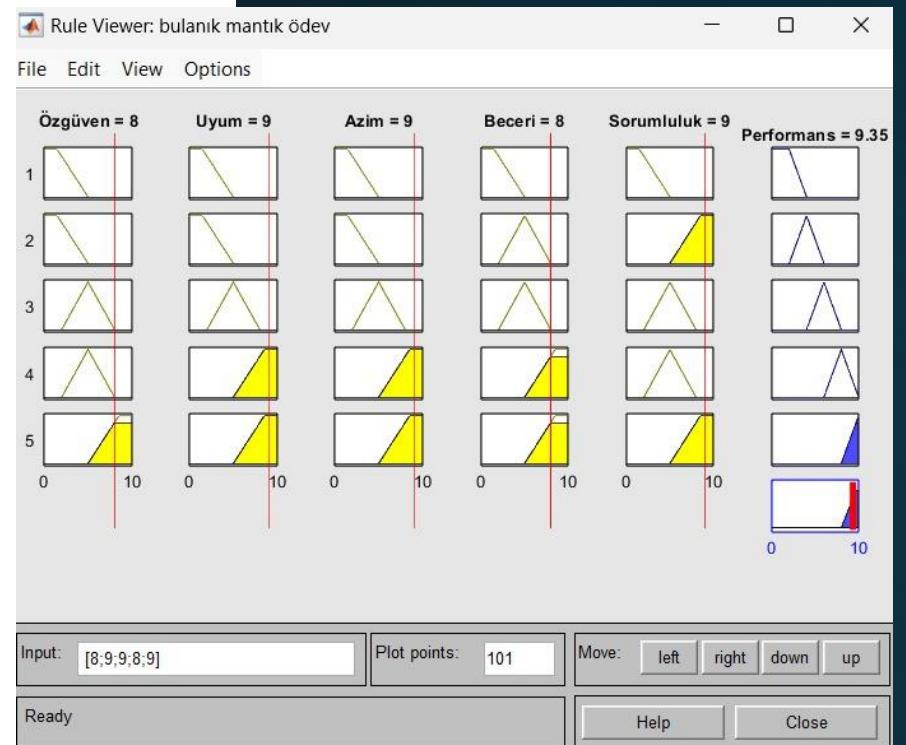


Şekil 10

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 Yüksektir.

- EĞER Özgüven Yüksek VE Uyum Yüksek VE Azim Yüksek VE Beceri Yüksek VE Sorumluluk Yüksek ise Performans Çok Yüksek Tır.



Şekil 11

SONUÇ

- Klasik mantık, diğer adıyla Aristo Mantığı, yalnızca iki değer (doğru ya da yanlış) üzerinden işlem yaparak kesin sınırlamalar getirmektedir. Bu nedenle performans değerlendirmesi gibi belirsizlik içeren durumlarda yetersiz kalmaktadır. Buna karşılık bulanık mantık, gerçek hayatın belirsizliklerini ve griliklerini dikkate alarak daha esnek bir yaklaşım sunmakta ve doğruya daha yakın sonuçlara ulaşmayı sağlamaktadır.
- Dolayısıyla bu çalışmada, insan kaynakları yönetiminde personel performans değerlendirmesi için bulanık mantık tabanlı bir yaklaşım geliştirilmiş ve bu bağlamda Mamdani bulanık çıkarm sistemini uygulanmıştır. Uygulamada kullanılan yöntemler, performans değerlendirme süreçlerinde belirsizlik ve öznelliği azaltarak daha objektif ve güvenilir sonuçlar elde etmeyi hedeflemiştir.

- Dilsel olarak ifade edilip çalışmada kullanılan özgüven, uyum, azim, beceri, sorumlululuk kriterleri üzerine oluşturulan eşit ağırlıklı beş üyelik fonksiyonu [6] ve Mamdani yöntemine dayalı çıkarım kuralları ile birlikte performans değerlendirme süreci sistematik bir şekilde işlenmiştir. MATLAB ortamında Fuzzy Logic Toolbox ile gerçekleştirilen analizlerin sonuçları gösterilmiş, 5 kural arasından seçilen 3 kural için çıktı alınmıştır.

- Oluşturulan üyelik fonksiyonlarının grafiksel temsilleri kriterlerin düşük, orta ve yüksek seviyelerinin nasıl değerlendirildiğini görselleştirmiştir. Bu grafikler, bulanık kümelerin nasıl tanımlandığını ve sistemin hangi değer aralıklarında nasıl sonuçlar ürettiğini açıkça ortaya koymuştur.
- 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 [6].

DEĞERLENDİRME

Bulanık mantık yöntemleri, geleneksel performans değerlendirme sistemlerine kıyasla önemli avantajlar sunmaktadır:



Belirsizlik ve Subjektifliği Yönetme Yeteneği:
Geleneksel sistemler, genellikle kesin veriler ve katı kurallar üzerine kuruludur. Ancak, bulanık mantık yöntemleri, çalışan performansı gibi belirsizlik içeren, subjektif değerlendirmeler gerektiren durumlarda daha etkili bir şekilde çalışır. Bu yöntemler, değerlendirmelerdeki insan algıları ve belirsizlikleri daha iyi modelleyebilir[1].



Esnek ve Dinamik Yapı: Geleneksel sistemler genellikle belirli kriterlere dayanırken, bulanık mantık yöntemleri dinamik bir yapıya sahiptir. Değerlendirme kriterleri kolayca değiştirilebilir ve farklı bağlamlara uyarlanabilir[5].



Kapsamlı Değerlendirme:
Bulanık mantık yöntemleri, yalnızca sayısal verileri değil, aynı zamanda niteliksel verileri de işleyebilir. Bu da çalışanların performansının daha bütüncül bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır[6].

Karar Verme Sürecini Destekleme: Bulanık mantık tabanlı sistemler, karar vericilere daha tutarlı ve sistematik bir değerlendirme süreci sağlar. Bu, özellikle büyük ve karmaşık organizasyonlarda karar verme sürecini hızlandırabilir ve iyileştirebilir[8].

İnsani Hataları Azaltma: Geleneksel sistemlerde insanı hatalar ve ön yargılardan değerlendirme sonuçlarını etkileyebilir. Bulanık mantık, değerlendirme sürecinde standartlaştırılmış bir yaklaşım sunduğu için bu tür hataları minimize edebilir[1].

Daha Adil ve Objektif Değerlendirme: Bulanık mantık, farklı çalışanların farklı güçlü yönlerini ve zayıf yanlarını daha adil bir şekilde değerlendirme yeteneğine sahiptir. Bu, motivasyonu artırabilir ve performans yönetimini iyileştirebilir.

GELECEK ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER

Daha karmaşık performans değerlendirme kriterlerini modellemek için çoklu kriter analizi veya ağırlıklı bulanık mantık modelleri kullanılabilir.

Sugeno ve Mamdani yöntemlerinin karşılaştırmalı analizleri gerçekleştirilerek farklı durumlar için en uygun yöntemin belirlenmesi sağlanabilir.

Bulanık mantık sistemleri, makine öğrenmesi veya yapay sinir ağları ile entegre edilerek daha dinamik ve adaptif performans değerlendirme sistemleri geliştirilebilir.

- Sonuç olarak, bu çalışmada sunulan yaklaşımın, insan kaynakları yönetiminde performans değerlendirme süreçlerinin iyileştirilmesi ve daha objektif kararların alınması için etkin bir araç olduğu gösterilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Karataş, İ. (2018). Bulanık mantık ile klasik ve sembolik mantık ilişkisi (karşılaştırılması). European Journal of Educational and Social Sciences, 3 (2), 144 - 163.).
- [2] Şen, Z. (2003) Modern Mantık. Bilge Kültür Sanat Yayıncıları, İstanbul.
- [3] Aristotle, Organon.
- [4] Abdurrazak GÜLTEKİN, Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl: 11, Sayı: 22.
- [5] 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.
- [6] Ballı, Serkan, Uğur, Aybars ve Korukoğlu, Serdar, (2009), "İnsan Kaynakları Yönetiminde Performans Değerlendirme İçin Bir Bulanık Uzman Sistem Gerçekleştirilir mi?", Ege Akademik Bakış Dergisi, Cilt 9, Sayı 2, s.837-849.
- [7] Elmas, Ç.: "Bulanık Mantık Denetleyiciler", Seçkin Yayıncılık, Ankara, Türkiye, (2003).
- [8] Kuşçu, D. (2007). Karar verme süreçlerinde bulanık mantık yaklaşımı. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- [9] Gür, H., ve Yıldız, O.(Ekim 2017). Akademik Personel Performans Değerlendirmesi İçin Bulanık Mantık Tabanlı Karar Destek Sistemi. 2nd International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2017).
- [10] Özkan, M. (2018) İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 19, Sayı 2
- [11] Şen, Z. (2003) Modern Mantık. Bilge Kültür Sanat Yayıncıları, İstanbul.
- [12] Ahamad, M., & Diğerleri. (2017). Introduction to Advanced Logic. Science Publishers, İstanbul.
- [13] Wang, Y. (2015). Advanced Topics in Logic. Springer, İstanbul.