

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARAR VERME SÜREÇLERİNDE
BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI**

**Diğer KUŞÇU
(Bilgisayar-Kontrol Öğretmeni)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK-BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR-KONTROL EĞİTİMİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. A. Fevzi BABA**

İSTANBUL 2007

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARAR VERME SÜREÇLERİNDE
BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI**

Dinçer KUŞÇU
(Bilgisayar-Kontrol Teknik Öğretmeni)
(141100420040044)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK-BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR-KONTROL EĞİTİMİ PROGRAMI

DANIŞMAN
Doç. Dr. A. Fevzi BABA

İSTANBUL 2007

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, benden desteğini esirgemeyen ve bana her konuda her zaman yardımcı olan değerli hocam ve tez danışmanım sayın Doç. Dr. A. Fevzi BABA'ya, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde ve Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi'nde görevli değerli hocalarıma ve değerli arkadaşım Kerem HAN'a teşekkür ederim.

Temmuz 2007

Diğer KUŞÇU

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VI
SEMBOL LİSTESİ.....	VII
ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
TABLO LİSTESİ.....	X
BÖLÜM I. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
I.1 GİRİŞ.....	1
I.2 AMAÇ.....	2
BÖLÜM II. UZMAN SİSTEMLER VE BULANIK MANTIK.....	4
II.1 UZMAN SİSTEMLER.....	4
II.2 BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI.....	8
II.3 KONUyla İLGİLİ DAHA ÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	10
II.3.1 Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar.....	10
II.3.2 Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar.....	12
II.4 BULANIK KÜME KURAMI VE BULANIK MANTIK.....	14
II.4.1 Üyelik İşlevi.....	16
II.4.2 Üyelik İşlevinin Özellikleri.....	17
II.5 BULANIK İLİŞKİLER.....	18
II.5.1 N-Dizili Bulanık İlişkiler.....	20
II.5.1.1 Ayrık Olmayan İfadeye Ait İkili Bulanık İlişki.....	21
II.5.1.2 Ayrık İfadeye Ait İkili Bulanık İlişki.....	22
II.5.2 Bulanık İlişkilerin Birleşimi.....	25

II.5.2.1	Birleşimin Görüntüsü.....	25
II.5.2.2	Birleşimin Hesaplanması.....	26
II.5.2.3	Bulanık İlişkilerin Birleşimleri.....	28
II.5.2.4	Birleşim İşleminin Özellikleri.....	29
II.5.3	Bulanık İlişkilerde Birleşim İşlemi Örnekleri.....	30

BÖLÜM III. PERFORMANS DEĞERLENDİRME MODELİ... ..41

III.1	PERFORMANS DEĞERLENDİRME.....	41
III.1.1	Performans Değerlendirmenin Eğitimde Kullanılabilirliği.....	43
III.2	PERFORMANS DEĞERLENDİRME MODELİ.....	44
III.2.1	Hiyerarşik Yapının Oluşturulması.....	45
III.2.2	Performans Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi.....	45
III.2.2.1	Beşeri İlişkiler.....	46
III.2.2.2	Kişilik.....	48
III.2.2.3	Mesleki Yeterlilik.....	49
III.2.2.4	Öğretme Yeterliliği.....	49
III.2.2.5	Teknik Yetenek.....	50
III.2.3	Performans Değerlendirme Kriter Ağırlıkları.....	51
III.2.4	Performans Değerlendirme Komitesi.....	53
III.2.5	Performans Değerlendirme Formu.....	53
III.3	BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI KULLANARAK PERFORMANS DEĞERLENDİRME.....	54
III.3.1	Üyelik İşlevlerinin Oluşturulması.....	54
III.3.2	Puan Verme İşlemi.....	55
III.3.3	Bulanıklaştırma İşlemi.....	56
III.3.4	Karar Verme İşlemi.....	57
III.3.5	Berraklaştırma İşlemi.....	58

BÖLÜM IV. PERFORMANS DEĞERLENDİRME YAZILIMI... 61

IV.1	YAZILIMIN YAPISI.....	61
IV.2	KULLANICI ARAYÜZÜ.....	63
IV.2.1	Değerlendirme Formunun Düzenlenmesi.....	64
IV.2.2	Performans Değerlendirme İşlemi.....	64
IV.2.3	Yönetici Bölümü.....	65
IV.2.4	Performans Değerlendirme Sonuçları.....	68
IV.2.5	Raporlama.....	69

BÖLÜM V. PERFORMANS DEĞERLENDİRME

UYGULAMASI... .. 70

V.1	1. ÖĞRETİM ELEMANININ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	70
V.2	2. ÖĞRETİM ELEMANININ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	86
V.3	3. ÖĞRETİM ELEMANININ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	91

BÖLÜM VI. SONUÇLAR.....	96
BÖLÜM VII. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRMELER.....	98
VII.1 TARTIŞMA.....	98
VII.2 DEĞERLENDİRME.....	99
VII.3 ÖNERİLER.....	99
KAYNAKLAR.....	100
EKLER.....	103
ÖZGEÇMİŞ.....	105

ÖZET

KARAR VERME SÜREÇLERİNDE BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI

Bu tez çalışmasında, bulanık mantık yaklaşımının karar verme süreçlerinde kullanımı incelenmiş, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak üniversitelerde görev alan öğretim elemanlarının performanslarının değerlendirilmesine yönelik model oluşturulmuştur ve örnek uygulamalara yer verilmiştir.

Giriş bölümünde, eğitimin ve nitelikli insan gücü yetiştirme öneminde değinilerek üniversitelerin bu konuda üzerlerine düşen görevleri anlatılmıştır. Yapılan çalışmanın gereksinim ve nedenleri ortaya konmuş, çalışmanın amacı açık bir şekilde ifade edilmiştir.

İkinci bölümde, uzman sistemlerin ve bulanık mantık yaklaşımının temel yapısı incelenmiş, bulanık mantık yaklaşımıyla ilgili örneklere yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirme modeli anlatılmıştır. Performans değerlendirmenin tanımı yapılarak eğitimde kullanılabilirliği üzerinde durulmuştur. Öğretim elemanı performans değerlendirme modelinin oluşturulması ayrıntılı olarak anlatılmış ve bulanık mantık yaklaşımının öğretim elemanı performans değerlendirmesinde kullanımına yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirilmesinde kullanılan bilgisayar yazılımı anlatılmıştır.

Beşinci bölümde, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirme uygulamasına yer verilmiştir.

Altıncı bölümde, tez çalışmasından elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

Yedinci bölümde, tez hakkındaki tartışma ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

ABSTRACT

FUZZY LOGIC APPROACH IN DECISION MAKING PROCESSES

In this study, the usage of fuzzy logic approach in decision making processes is investigated and a simple model of evaluation about the performances of the university lecturers is developed.

In the introduction part, the need of such a study is explained by discussing the importance of the universities in education and the role of the universities in training qualified people.

As for the second section, the general structure of expert systems and fuzzy logic approach is reviewed and some examples of fuzzy logic applications are presented.

In the third part, the performance evaluation model of lecturers has been studied by using fuzzy logic approach. Performance evaluation is described and advantages of evaluating performance in education are focused on. Configuration of performance evaluation model of lecturers and usage of fuzzy logic approach in performance evaluation of lecturers has been explained in detail.

In the fourth part, fuzzy logic software is developed for performance evaluation of the lecturers.

In the fifth section, the proposed fuzzy logic approach and its application in performance evaluation of lecturers is explained.

In the sixth part, the results of the proposed application are discussed.

At the last section, the discussion and evaluations about this study are presented.

July 2007

Dinçer KUŞÇU

SEMBOL LİSTESİ

$^{\circ}\text{C}$	: Santigrat derece
μ	: Üyelik derecesi
$\mu_A(\mathbf{x})$	: \mathbf{x} 'in A bulanık kümesindeki değeri
$\{\}$	: Küme
\emptyset	: Boş küme
\in	: Kümenin elemanı
\notin	: Kümenin eleman değil
$>$	: Büyüktür
$<$	: Küçüktür
\geq	: Büyük eşittir
\leq	: Küçük eşittir
\circ	: Bileşim işlemi
\cup	: Birleşme işlemi
\cap	: Kesişme işlemi
\subset	: Düzgün alt küme
\supset	: Düzgün kapsama
\subseteq	: Alt küme
\supseteq	: Kapsama
\Leftrightarrow	: Denklik
$-$	: Fark
\mathbf{A}^c	: A'nın tümleyeni
\vee	: Maksimum
\wedge	: Minimum
$/$	: Öyle ki
$\%$	: Yüzde
\int	: İntegral
\sum_*	: Toplam sembolü
\mathbf{z}	: Berraklaştırma işlemi sonucu
\times	: Kartezyen çarpımı
\mathbf{X}	: Evrensel küme
f	: Fonksiyon
\tilde{f}	: Bulanık fonksiyon

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil II.1.1	(a) Uzman kişi ile (b) Uzman sistem arasındaki benzeşim.....	5
Şekil II.1.2	Uzman sistemin genel yapısı.....	6
Şekil II.5.1	Sıcaklık için klasik küme örneği.....	14
Şekil II.5.2	Sıcaklık için bulanık küme örneği.....	15
Şekil II.5.3	Bulanık kümelerde kesişim.....	15
Şekil II.5.4	Üçgen, yamuk ve çan eğrisi şeklindeki üyelik işlevleri.....	16
Şekil II.5.5	Beş ayrı etiketten oluşan üyelik işlevleri.....	16
Şekil II.5.6	Tipik bir bulanık kümenin göbek destek ve sınırları.....	17
Şekil II.5.7	(a) Olağan bulanık küme ve (b) Olağan altı bulanık küme.....	17
Şekil II.5.8	Olağan dışbükey ve (b) Olağan dışbükey olmayan bulanık küme.....	18
Şekil II.6.1	(a) Kesin ilişki görüntüsü, (b) Bulanık ilişki görüntüsü.....	19
Şekil II.6.2	(a) Bulanık küme görüntüsü, (b) Bulanık ilişki görüntüsü.....	19
Şekil II.6.3	(a) “y eşit x” kesin ilişkisi, (b) “y küçük x” kesin ilişkisi, (c) “y neredeyse x’e eşit” bulanık ilişkisi, (d) “y, x’ten biraz küçük” bulanık ilişkisi.....	21
Şekil II.6.4	(a) f fonksiyonunda x_0 değeri için y_0 değerinin elde edilişi.....	25
Şekil II.6.5	(a) $y=y_0=f(x_0)$ ’ in giriş-çıkış ilişkisi, (b) $y=B=A \circ R$ ’nin giriş-çıkış ilişkisi.....	26
Şekil II.6.6	(a) $A \circ R$, (b) $R \circ S$ ilişkileri.....	27
Şekil III.2.1	Performans değerlendirme modeli.....	44
Şekil III.2.2	Performans değerlendirme modelinin hiyerarşik yapısı.....	45
Şekil III.3.1	Dilsel değişkenlerden oluşan bulanık mantık kümeleri.....	55
Şekil III.3.2	Dilsel değişkenlerden oluşan bulanık mantık kümeleri ve sınır değerleri.....	58
Şekil III.3.3	Öğretim elemanı için elde edilen bulanık değerlerin ağırlıkların ortalaması yöntemiyle ifade edilmesi.....	60
Şekil IV.1.1	Performans değerlendirme yazılımı blok diyagramı.....	62
Şekil IV.2.1	Programın kullanıcı arayüzünün genel görünümü.....	63
Şekil IV.2.2	Performans değerlendirme şablonunun oluşturulması.....	64
Şekil IV.2.3	Performans değerlendirme işlemi sayfası.....	65
Şekil IV.2.4	Kullanıcı arayüzündeki yönetici bölümü.....	66
Şekil IV.2.5	Değerlendirme komitesi üyeleriyle ilgili bilgiler sayfası.....	66
Şekil IV.2.6	Değerlendirilecek öğretim elemanlarıyla ilgili bilgiler sayfası.....	67
Şekil IV.2.7	Performans değerlendirme sonuçları sayfası.....	68
Şekil IV.2.8	Ana kriterlerden alınan puanlara göre performans sıralaması.....	69
Şekil IV.2.9	Raporlama sayfası.....	69
Şekil V.1.1	1. öğretim elemanı için elde edilen bulanık değerlerin, ağırlıkların ortalaması yöntemiyle ifade edilmesi.....	85

Şekil V.2.1	2. öğretim elemanı için elde edilen bulanık değerlerin, ağırlıkların ortalaması yöntemiyle ifade edilmesi.....	90
Şekil V.3.1	3. öğretim elemanı için elde edilen bulanık değerlerin, ağırlıkların ortalaması yöntemiyle ifade edilmesi.....	95

TABLO LİSTESİ

SAYFA NO

Tablo II.6.1	Kredi verilecek adayların isimleri ve otomobillerinin fiyatları.....	37
Tablo III.2.1	Performans değerlendirmede kullanılan ana kriterler ve alt kriterler.....	51
Tablo III.2.2	Performans değerlendirme kriterleri ve kriterlerin ağırlıkları.....	52
Tablo III.2.3	Performans değerlendirme puanları ve karşılıkları.....	53
Tablo III.3.1	Öğretim elemanının “Kişilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.....	55
Tablo III.3.2	Öğretim elemanının “Kişilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.....	55
Tablo III.3.3	Öğretim elemanının “Kişilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması.....	56
Tablo V.1.1	1. kişiye komite üyelerinin verdiği puanlar.....	71
Tablo V.1.2	1. öğretim elemanının “Beşeri İlişkiler” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.....	72
Tablo V.1.3	1. öğretim elemanının “Beşeri İlişkiler” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması.....	72
Tablo V.1.4	1. öğretim elemanının “Kişilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.....	73
Tablo V.1.5	1. öğretim elemanının “Kişilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması.....	73
Tablo V.1.6	1. öğretim elemanının “Mesleki Yeterlilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.....	74
Tablo V.1.7	1. öğretim elemanının “Mesleki Yeterlilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması.....	74
Tablo V.1.8	1. öğretim elemanının “Öğretme Yeterliliği” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.....	75
Tablo V.1.9	1. öğretim elemanının “Öğretme Yeterliliği” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması.....	75
Tablo V.1.10	1. öğretim elemanının “Teknik Yetenek” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.....	76
Tablo V.1.11	1. öğretim elemanının “Teknik Yetenek” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması.....	76
Tablo V.2.1	2. öğretim elemanına komite üyelerinin verdiği puanlar.....	86
Tablo V.3.1	3. öğretim elemanına komite üyelerinin verdiği puanlar.....	91

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

Bu bölümde karar verme süreçlerinde bulanık mantık yaklaşımı çalışmasının ortaya çıkış sebepleri açıklanmış, gereksinim ve nedenleri ortaya konmuş, çalışmanın amacı açık bir şekilde ifade edilmiştir.

I.1 GİRİŞ

Ülkemizin temel sorunlarından en önemlisi nitelikli insan gücü yetiştirmektir. Özellikle 21. yüzyılın bilgi toplumu olacağını dikkate aldığımızda, ülkemizde nitelikli insan gücü yetiştirmek, bilimin, bilgi üretiminin ve tüketiminin gerekli kıldığı gelişmeleri sağlamak yadsınamaz, ertelenemez hayati bir gerçektir. Bu toplumsal görev, eğitim sisteminin bütünlüğü kapsamında çağımızda nitelikli insan gücü yetiştirmenin en önemli kademesi yükseköğretim-üniversite eğitimi olmaktadır.[1]

Çağdaş üniversitenin araştırma yapmak, bilgi üretmek, üst düzeyde eğitim sağlamak, bilimi, evrensel bilgiyi yaymak olarak özetlenebilecek temel işlevi, ancak öğretimin etkin biçimde yürütülmesiyle gerçekleştirilebilmektedir.

21. yüzyılda üniversitelerin lisans programlarında ve lisans eğitiminde, belli bir mesleğe yönelik kalıp bilgi ve becerilerle donatılmış bireylerin yetiştirilmesi yerine temel kültür almış, bilimsel bilgi üretme ve tüketme, bilgi, beceri ve yeteneğini kazanmış bireyler yetiştirilmesini hedeflemesi söz konusudur.[1] Bu bağlamda, bu bireylerin yetiştirildiği üniversitelerin öğretim programlarında görev alan öğretim

elemanlarının mesleklerinde ne derece başarılı olduklarının değerlendirilerek ortaya çıkan eksikliklerin ve yetersizliklerin çağımızın gerektirdiği bilim adamı özelliklerine göre düzenlenmesi gereği genel bir kabul görmektedir.

Günümüz rekabet ortamında kurumların en değerli kaynağı olan insan gücünün doğru yönlendirilmesi, kurum ve çalışan çıkarları açısından hayati bir önem taşımaktadır. Kurumların gelişimi ve büyümesi için insan kaynağının doğru, etkin ve adil değerlendirilmesi gerekir. Bu değerlendirme ne kadar doğru yapılırsa, çalışan o oranda motive olacak ve kurum da hedefleri doğrultusunda başarıyı çok daha kolay yakalayacaktır.

Yükseköğretimin işlevlerinde başarılı ya da başarısız olması toplumun ekonomik, sosyal ve kültürel hayatını da etkiler. Eğitimde verimliliğin ve performansın ölçülmesi sonuçların uzun vadeye yayılması ve çoğu zaman görsel olmaması nedeniyle çok zordur. Eğitimin amaçları, öğretimde başarıyı artıran öğeler, başarı ölçütlerinin neler olduğu konusu üzerinde çok az bir anlaşma vardır. Ancak yine de öğretim elemanının performansının değerlendirilmesi, eğitimdeki eksiklik ve yanlışlıkların saptanması, sorunların belirlenmesi, öğretim elemanlarının güdülenmesi ve geleceğe yönelik önlemlerin alınması için gereklidir.[1]

Öğretim elemanının performans yeterliliği; öğretim elemanının yükümlü olduğu eğitim-öğretim etkinliğini gerçekleştirme konusunda algıladığı yeterlilik duygusudur.[1] Eğitimde performans değerlendirmenin tüm zorluklarına karşın yukarıda sayılan gereklilikten dolayı bu çalışmada öğretim elemanı performansının değerlendirilmesinde ne tür ölçütler kullanılabileceği saptanmaya, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak performans ölçümü için örnek bir model oluşturulmaya ve örnekleme performans ölçülmeye çalışılmıştır.

Performans değerlendirmede bulanık mantık yaklaşımının kullanılmasının nedeni, bulanık mantık teorisiyle çalışan bir sistemin tıpkı insanlar gibi sembollerle düşünebilmesi, aynı zamanda eksik verilerle çalışabilmesini sağlayabiliyor olmasıdır. Bulanık mantık yaklaşımında doğruluk kavramı, sıradan doğruluk kavramıyla benzerlikler gösterir, fakat daha geneldir ve uygulama alanı sıradan doğruluk kavramına oranla çok daha geniştir. Bulanık mantık yaklaşımı, belirsizliğin, doğruluk ölçütünün keskin bir şekilde tanımlanmamasından kaynaklanan durumlardaki problemlerle uğraşmak için doğal bir yol sağlar. Bulanık mantık yaklaşımının sağladığı en büyük yarar, insana özgü tecrübeyle öğrenme olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade

edilebilmesine imkan tanınmasıdır. Bu nedenle bulanık mantık yaklaşımı, kişilerin davranışlarının ve performanslarının analizi gibi lineer olmayan yani matematiksel formüllerle ifade edilemeyen uygulamalarda kullanılmak için oldukça elverişlidir.

I.2 AMAÇ

Bu çalışmanın amacı, karar verme süreçlerinde bulanık mantık yaklaşımının kullanımını inceleyerek, üniversitelerde görev alan öğretim elemanlarının performans seviyelerinin bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak belirlenmesine yönelik bir model geliştirmektir.

Çalışmada, uzman sistemlerin ve bulanık mantık yaklaşımının temel yapısının incelenmesi, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilebilecek örnek bir model oluşturulması ve bu model kullanılarak uygulamalara yer verilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde, eğitimin önemi, eğitimde performans değerlendirme ve bulanık mantıkla ilgili ifadelere yer verilmesi, yapılan çalışmanın gereksinim ve nedenleri ortaya konması, çalışmanın amacının açık bir şekilde ifade edilmesi öngörülmüştür.

İkinci bölümde, uzman sistemlerin ve bulanık mantığın çeşitli yönleriyle incelenmesi, bulanık mantığın genel yapısı ayrıntılı şekilde anlatılması ve bulanık ilişkilere yer verilmesi amaçlanmıştır.

Üçüncü bölümde, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirme modelinin anlatılması amaçlanmıştır. Öğretim elemanı performans değerlendirme modeli oluşturularak, bulanık mantık yaklaşımının öğretim elemanı performans değerlendirmesinde kullanımına yer verilmesi amaçlanmıştır.

Dördüncü bölümde, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanlarının performanslarının değerlendirilmesine yönelik gerçekleştirilen yazılıma yer verilmesi öngörülmüştür.

Beşinci bölümde, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirme uygulamasına yer verilmesi amaçlanmıştır.

Altıncı bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlara yer verilmesi öngörülmüştür.

BÖLÜM II

UZMAN SİSTEMLER VE BULANIK MANTIK

Bu bölümde, öncelikle bulanık mantık algoritmalarının yaygın olarak kullanıldığı sistemler olan uzman sistemlere yer verilmiş, daha sonra bulanık mantık yaklaşımı ayrıntılı olarak incelenmiştir.

II.1 UZMAN SİSTEMLER

Kontrol mühendisliğinde, geleneksel kontrol tasarım yöntemi, işlemin matematiksel bir modelinin çıkarılmasıyla başlar. Böylece sistem dinamiği ve istenen cevap integral ve diferansiyel denklemler şeklinde temsil edilir. Karmaşık sistemlerin çözümü ve matematiksel modellerinin çıkartılması oldukça zordur. Dolayısıyla kontrol algoritmaları, istenen cevabı gerektiği gibi verememektedir. Ayrıca endüstride kullanılan sistemler, çalışırken kullanıcı tarafından birçok ayarlamalara ve değişikliklere maruz kalmakta, kullanıcı tarafından yapılan düzenlemeler kontrol sisteminde matematiksel denklemlerle ifade edilememektedir.

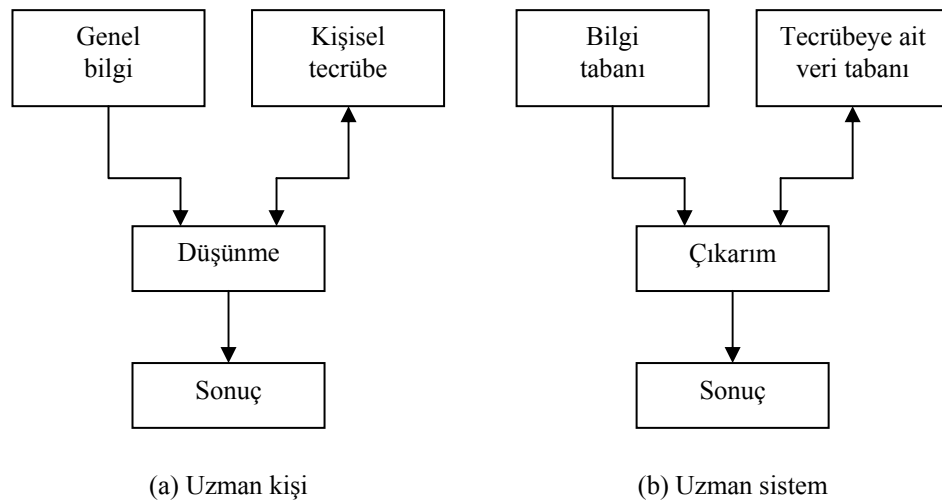
Klasik kontrol yöntemlerinin pratikte bir çok olumsuzlukları vardır. Sistem modelinin yanlış olması durumunda model tabanı kontrol, yetersiz sonuç verecektir. Hatta modelin kesin doğru olması durumunda bile parametre değerleri kısmen biliniyor veya değişkense parametreler için uygun tahminler yapılmalıdır. Bunun gibi tamamlanmamış bilgiye dayanan kontrolör genellikle yeterli sonuç veremeyecektir. Ayrıca, lineer olmayan sistemlerin kontrolünde sistemi temsil eden denklemlerin lineerleştirilmesi gerekmektedir. Bu da sonuca bir hata ithal etmekte, uygulanan klasik kontrol yönteminin uygulama alanını kısıtlamaktadır. Bu nedenle klasik

kontrol algoritmalarının eksiksiz veri gruplarına ve program komutlarına ihtiyaçları vardır.[2]

Son kırk yıl içinde “Elektronik Veri İşleme” (Electronics Data Processing, EDP) insanların karar verme becerilerini hızlandırabilmek için kullanılmaktadır. 1980’lerin başlarına doğru “Karar Destekleme Sistemleri” (Decision Support System, DSS) bulunmuş ve bu sistemler işletme ve mühendislik problemlerinin çözümünde kullanılmıştır. Bu gelişmelerin ilk ürünleri “Bilgi Tabanlı Uzman Sistem” (Knowledge Based Expert System) veya “Uzman Sistem” (Expert System) olarak adlandırılmıştır.[2]

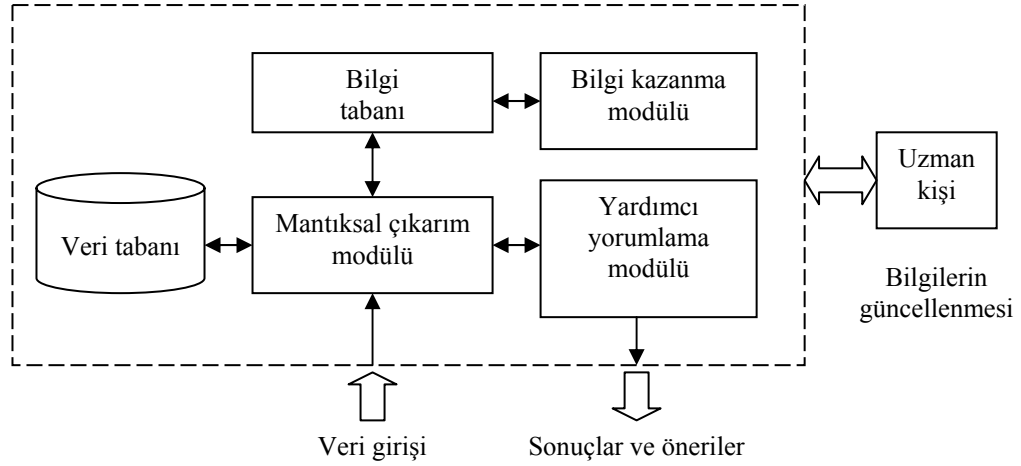
Uzman sistemler; belirli bir alanda, şimdiye kadar uzman kişiler tarafından üstlenilen zor bir işlemi gerçekleştirebilmek için, sadece o alanla ilgili bilgilerle donatılmış ve problemlere o alanın uzman kişininin getirdiği şekilde çözümler getirebilen, bilgi ve mantık çıkarımına dayanan bilgisayar programıdır.[2, 3]

Uzman kişinin belli bir alanda bilgiye sahip olması gibi uzman sistemler de belli bir alana ilişkin bilgileri içeren bilgi tabanına sahiptir. İnsanlar mantık yürüterek kendi bilgilerine dayanan sonuçlar üretirler. Uzman sistemler ise mantık yürüterek, sahip oldukları bilgiye (kendilerine verilen bilgiye) dayanan sonuçlara ulaşırlar. Uzman sistemlerde gerçekleştirilen mantık yürütme, bilgi parçalarını birleştiren uzman kişinin davranışlarını taklit etmeye yöneliktir. Böylece uzman sistemin yapısı kısmen bir uzman kişinin gerçekleştirdiklerini temsil eder. Bu yüzden uzman kişiyle uzman sistem arasında Şekil II.1.1’de gösterilen benzeşim söz konusudur.[2, 3]



Şekil II.1.1 (a) Uzman kişi ile (b) Uzman sistem arasındaki benzeşim.[2]

Bu benzeşimde bilgi tabanı, uzman kişinin bilgilerini içerirken, çıkarım işlemi de, düşünmeyi taklit eder. Uzman sistemdeki bilgi tabanı özel problemin çözümü hakkındaki bilgiyi içerdiği gibi genel problem çözüm bilgilerini de kapsar. Uzman sistemin genel yapısı ayrıntılı olarak Şekil II.1.2’de verilmiştir.[2]



Şekil II.1.2 Uzman sistemin genel yapısı.[2]

Uzman sistemin genel yapısını oluşturan birimler ve bu birimlerin görevleri aşağıda sıralanmıştır:

Bilgi tabanı: Bilgilerin özel bir biçimde tutulduğu, halen tutulmakta olan bilgilerden yeni bilgilerin üretilmesine imkan sağlayan birimdir. Uzman sistemin temel taşıdır.

Uzman kişi: Sisteme yeni bilgiler kazandıran kişidir. Bu bilgi kazandırma işlemi, genellikle sıradan bir kişinin yapamayacağı kadar karmaşıktır ve bilgi kazandıran kişinin sistem hakkında bilgi sahibi olmasını gerektirir.

Bilgi kazanma modülü: Uzman kişi ile bilgi tabanı arasında arabirim oluşturur. Uzman kişinin verdiği bilgileri alıp bilgi tabanına uygun bir biçimde sokmaktan ve bilgi tabanına yerleştirmekten sorumludur.

Veri tabanı: Geleneksel, ilişkisel veri tabanı biçimindedir. Bu veri tabanında temel nesnelere veya özelliklere tutulur. Örneğin, kişi isimleri veya şehirler ve bunlara ait nüfusların bir uzman sistemdeki yeri veri tabanıdır. Bu bilgilerin bilgi tabanı ile ilişkisi mevcut olmalıdır.

Mantıksal çıkarım modülü: Veri tabanını da kullanarak bilgi tabanı üzerinde araştırma yapmaktan ve kendisine verilen mantıksal olarak sonuçlandırmaya muhtaç önermelerin doğruluğunu araştırmaktan sorumlu birimdir. Bilgi tabanında araştırma yaparken gerçekleri ve kuralları kullanır. Örneğin, “Her insan akıllıdır” kuralı ve “Ali bir insandır” gerçeği mevcutken “Ali akıllıdır” sonucuna varılması, mantıksal çıkarım modülünün görevidir.

Yardımcı yorumlama modülü: Mantıksal sonuçlar üretmek için mantıksal çıkarım modülüne yardımcı olacak işleve sahiptir.

Kullanıcı arabirimi: Kullanıcının sistemle iletişimi için bir bağdaştırıcı görevi üstlenir. Kullanıcının sorularını mantıksal çıkarım modülünün anlayabileceği biçime sokar. Örneğin; Türkçe bir cümle bu haliyle mantıksal sonuçlandırma mekanizması için bir anlam taşımaz. Bu cümleyi uygun bir biçime dönüştürmek kullanıcı arabiriminin görevidir. Bu işlemin gerekliliği ise doğal dil işleme gibi yapay zeka alt konularının doğmasına neden olmuştur.

Kullanıcı: Uzman olmayan herhangi biridir. Sistemin iç yapısı hakkında bilgi sahibi olması gerekmez. O, yalnızca sonucunu almak istediği soru veya önermeleri sisteme verir ve bunlara karşılık cevap veya cevaplar alır. Bir uzman sistemin başarılılığının ölçütü, doğru mantıksal sonuçlar verebilmesinin yanında bu sonuçlara ulaşabilmesi için kullanıcının sistemin iç yapısı hakkında ne kadar bilgili olmasının zorunlu olduğudur. Diğer bir ifadeyle, kullanımda olan bir uzman sistemde, kullanıcı ile sistem arasındaki fark ne kadar büyükse bu uzman sistem o kadar başarılıdır.[2]

Uzman sistemin etkin biçimde çalışabilmesi ve sistemden en fazla verim alınabilmesi için uzman sistemin bazı özelliklere sahip olması gerekir. Uzman sistemin sahip olması gereken bu özellikler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

- Uzman sistem, uzmanın düşündüğü şekilde düşünmelidir.
- Bilgi tabanı genişletilebilir ve değiştirilebilir olmalıdır.
- Uzman sistem, kullanıcının diliyle iletişim kurmalıdır. Kullanıcının sadece problem merkezli terimlerle düşünmesini sağlamalı, problemin çözümündeki detaylardan kullanıcıyı yalıtmalıdır.
- Deneyimlerle öğrenme yeteneğine sahip olmalıdır.
- Yetersiz bilgi ve belirsizlik durumlarında mantık yürütebilmelidir.
- Kontrol stratejisi basit ve kullanıcının müdahalesine açık olmalıdır. Kullanıcı bilgi tabanına yeni maddeler eklemenin etkilerini tahmin

edebilmeli ve anlayabilmelidir. Aynı zamanda karmaşık problemleri çözebilecek kadar güçlü olmalıdır.[2]

İnsanlar, esnek ve değişken bir yapıya sahiptir. Bilgileri değerlendirebilir, hesaplayabilir, kısaltabilir, sebep-sonuç ilişkileri ve tecrübeleriyle doğru ve mantıksal karar verebilir. Yapay zeka ve bilgi tabanlı sistemler, insanların bu üstün özelliklerinden yararlanarak geliştirilmiş sistemlerdir. Bununla birlikte, insanların unutkanlığı, yavaş oluşu, dikkatsizliği ve duygusallığı gibi özellikler bu sistemlerin tasarımlarında istenmeyen özelliklerdir.

II.2 BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI

Endüstriyel süreç denetiminden, sistemin güvenliği ve kararlılığını sağlaması, kolay, anlaşılır, tamir edilebilir ve değiştirilebilir olması, sistemin performansını istenilen seviyeye çıkarması, yatırım ve işletme açısından ucuz olması istenir. Bu koşulların gerçekleştirilmesi için denetlenecek sistemin yapısının ve dinamik özelliklerinin çok iyi bilinip matematiksel modelinin çıkarılması gerekir. Bazı sistemlerin matematiksel modellerinin çıkarılması mümkün olmayabilir. Sistemin değişkenleri, matematiksel model çıkarma işlemi yapılabilecek kadar kesin olarak bilinmeyebilir veya bu değişkenler zaman içinde değişiklik gösterebilir.

Bazı sistemlerde modelleme doğru şekilde yapılsa bile elde edilen modelin denetleyici tasarımında kullanımı karmaşık problemlere ve oldukça yüksek maliyetlerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle, bazı denetim algoritmalarının belirsiz, doğru olmayan, iyi tanımlanmamış, zamanla değişen ve karmaşık sistemlere uygulanması mümkün olmayabilir. Bu durumda ya hiç çözüm üretilmemekte ya da elde edilen denetleyicinin performansı yeterince iyi olmamaktadır.[4]

Bu gibi durumlarda, genellikle bir uzman kişinin bilgi ve deneyimlerinden yararlanılma yoluna gidilir. Uzman kişi az, çok, pek az, pek çok, biraz az, biraz çok gibi günlük hayatta sıkça kullanılan dilsel ifadeler doğrultusunda bir denetim gerçekleştirir. Bu dilsel ifadeler, doğru bir şekilde bilgisayara aktarılırsa hem uzman kişiye ihtiyaç kalmamakta hem de uzman kişiler arasındaki denetim farkı ortadan kalkmaktadır. Böylelikle denetim mekanizması esnek bir yapıya kavuşmaktadır. Denetim mekanizmasının temeli, insanın herhangi bir sistemi denetlemedeki düşünce ve sezgilerine bağlı davranışının benzetimine dayanmaktadır. Dolayısıyla bir insan,

bir sistemin bulunduğu gerçek durumdan, istenilen duruma götürmek için sezgilerine ve deneyimlerine bağlı olarak bir denetim stratejisi uygulayarak amacına ulaşmaktadır.

İşte bulanık denetim bu tür mantık ilişkileri üzerine kurulmuştur. Bulanık mantık yaklaşımı için, matematiğin gerçek dünyaya uygulanması denebilir. Çünkü gerçek dünyada her an değişen durumlarda değişik sonuçlar çıkabilir.[4]

Bulanık mantık yaklaşımı, makinelere insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verir. Bu yeteneği kazandırırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanılır. İşte bu sembolik ifadelerin makinelere aktarılması matematiksel bir temele dayanır. Bu matematiksel temel bulanık mantık kümeler kuramı ve buna dayanan bulanık mantık yaklaşımıdır. Bulanık mantık denetleyicinin temeli bu tür sözlü ifadeler ve bunlar arasındaki mantıksal ilişkiler üzerine kurulmuştur. Bulanık mantık denetleyici uygulanırken sistemin matematiksel modellenmesi şart değildir. Sözel ifadelerin bilgisayara aktarılması matematiksel bir temele dayanmaktadır. Bu matematiksel temel, “bulanık kümeler kuramı” ve “bulanık mantık yaklaşımı” olarak adlandırılır. Bulanık mantık yaklaşımı, bilinen klasik mantık gibi (0,1) olmak üzere iki seviyeli değil [0,1] aralığında çok seviyeli işlemleri ifade etmektedir.[4]

Bulanık mantık kavramı ilk defa Amerika Birleşik Devletleri’nde düzenlenen bir konferansta 1956 yılında duyurulmuştur. Ancak bu konudaki ilk ciddi adım 1965 yılında Lotfi A. ZADEH tarafından yayımlanan bir makalede bulanık mantık veya bulanık küme kuramı adı altında ortaya konulmuştur. Zadeh bu çalışmasında insan düşüncesinin büyük çoğunluğunun bulanık olduğunu, kesin olmadığını belirtmiştir. Bu yüzden 0 ve 1 ile temsil edilen boolean mantığı bu düşünce işlemini yeterli bir şekilde ifade edememektedir. İnsan mantığı, açık, kapalı, sıcak, soğuk, 0 ve 1 gibi değişkenlerden oluşan kesin ifadelerin yanı sıra az açık, az kapalı, serin, ılık gibi ara değerleri de göz önüne almaktadır. Bulanık mantık, klasik mantığın aksine iki seviyeli değil, çok seviyeli işlemleri kullanmaktadır. Ayrıca Zadeh insanların denetim alanında, mevcut makinelerden daha iyi olduğunu ve kesin olmayan dilsel bilgilere bağlı olarak etkili kararlar alabildiklerini savunmuştur. Klasik denetim uygulamalarında karşılaşılan zorluklar nedeniyle, bulanık mantık denetimi alternatif yöntem olarak çok hızlı gelişmiş ve modern denetim alanında geniş uygulama alanı bulmuştur.[4]

II.3 KONUYLA İLGİLİ DAHA ÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu bölümde, bulanık mantık yaklaşımının sosyal alanlardaki karar verme süreçlerinde kullanımıyla ilgili daha önce gerçekleştirilen çalışmalar özet halinde anlatılmıştır. İlk önce, yurt dışında gerçekleştirilen çalışmalara yer verilmiş, daha sonra yurt içinde gerçekleştirilen çalışmalara değinilmiştir.

II.3.1 Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

“A Fuzzy Logic Approach to Performance Evaluation” isimli çalışmada, Japonya’daki otomobil üreticilerinin performanslarının değerlendirmesine yönelik kullanılacak bulanık mantık tabanlı bir model oluşturulmuş. Çalışmanın, üretici firmada bulunan 8 adet servisi kapsadığı ifade edilmiş. Her bir servis için “Satisfaction” (memnuniyet), “Importance” (önem) ve “Relationship” (ilişki) kavramları ele alınmış. Bu üç kavramdan her biri için bulanık kümeler oluşturulmuş, kavramlar arasındaki ilişkiler, kurallar şeklinde ifade edilmiş ve son olarak her bir servis için performans değerlendirme sonucu (çok iyi, iyi, orta, kötü şeklinde) elde edilmiş.[5]

“A Model For Selecting Professors of Management Information Systems In Junior Colleges and Universities of Taiwan Utilizing Fuzzy Logic” isimli çalışmada, Tayvan’daki kolej ve üniversitelerde görev alacak profesörlerin bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak belirlenmesi anlatılmış. Profesörlerin başarı değerlendirmesi, her birinin kendine özgü önem derecesi olan kriterlerle gerçekleştirilmiş. Bulanık mantık mekanizmasının, kriterlerin önem derecelerine göre çalıştığı, mesleğinde en başarılı profesörün bulanık mantık mekanizması tarafından belirlendiği ve o kişiye kolej ve üniversitelerde görev verildiği belirtilmiş.[6]

“Using the Fuzzy Synthetic Decision Approach to Assess the Performance of University Teachers in Taiwan” isimli çalışmada Tayvan’daki üniversitelerde görev alan öğretim elemanlarının performanslarının bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak ölçülmesi anlatılmış. Öğretim elemanlarının performanslarını ölçme işlemi kendine özgü önem derecesine sahip kriterlere verilen ve değeri 1 ile 5 arasında değişen puanlarla gerçekleştirilmiştir. Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak elde edilen

puanlara göre hangi öğretim elemanının görevinde daha başarılı olduğu belirlenmiş.[7]

“A Data-Driven Fuzzy Rule-Based Approach for Student Academic Performance Evaluation” isimli çalışmada, bulanık mantık yaklaşımıyla öğrencilerin performansları ölçülmüş. Öğrencilerin başarısı, değişik önem derecelerine sahip olan ödev değerlendirmesi, test değerlendirmesi ve final sınav değerlendirmesinden aldıkları notlara göre belirlenerek performansları ölçülmüş.[8]

“The Research of the Fuzzy Synthetic Decision on Electronic Practice Course in the Junior College in Taiwan, R.O.C.” isimli çalışmada Tayvan’daki bir kolejde verilen elektronik kursunun eğitim kalitesi bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak değerlendirilmesi anlatılmış. Değerlendirme işlemi, elektronik kursunun her birinin kendine özgü önem derecesi olan kriterlerle gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme işlemini 85 adet kurs öğrencisi, kriterlere değeri 1 ile 5 arasında değişen puanlar vererek yapmış ve kursa ait kriterlerden hangisinin diğerlerine göre daha önemli olduğu bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak belirlenmiş.[9]

“Consistency in Fuzzy Rule Based Systems: An Application in Elementary School Performance Evaluation” isimli çalışmada, ilköğretim okullarının performanslarının bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak değerlendirilmesi anlatılmış. Çalışmada belli kurallara göre şehir içinde ve şehir dışında bulunan farklı okulların başarıları durumları bulanık mantıkla belirlenmiş.[10]

“Fuzzy Set Approach to the Assessment of Student- Centered Learning” isimli çalışmada, öğrenci merkezli öğrenmenin bulanık mantık yaklaşımıyla değerlendirilmesi anlatılmış. Değerlendirmede, öğrenci merkezli öğrenmeye ait ve farklı önem derecelerine sahip olan 5 adet kriter kullanılmış. Öğretmen ve öğrenciler her bir kritere 0 ile 100 arasında değişen puanlar vermiş, öğrencilerin verdiği puanların %30’u öğretmenlerin verdiği puanların %70’i alınarak öğrenci merkezli öğrenme bulanık mantıkla değerlendirilmiş.[11]

“Project Evaluation Using Fuzzy Logic And Risk Analysis Techniques” isimli tez çalışmasında, risk analizi problemlerinin çözümünde kullanılmak üzere yeni bir metodoloji geliştirilmiş. Algoritma, bulanık mantık kullanılarak yazılım geliştirme endüstrisi için tasarlanmış.[12]

“An Expert Fuzzy Classification System for Supporting the Grading of Student Writing Samples” isimli çalışmada öğrencilerin yazım örneklerinin değerlendirilmesine yönelik hazırlanan uzman bulanık sınıflandırma ve

değerlendirme sisteminin tasarımı ve geliştirilmesi anlatılmış. Uzman bulanık sınıflandırma ve değerlendirme sisteminin ana fonksiyonunun, öğretmenlerin değerlendirme yaparken verdikleri kararların nesnel olmasını sağlamak ve ortak bir çatı altında toplanmasını desteklemek olduğu ifade edilmiş.[13]

“A Fuzzy Set Approach To The Evaluation of Journal Grades” isimli çalışmada, bulanık mantık kullanılarak akademik yayınların daha etkin değerlendirilmesine yönelik hazırlanan değerlendirme yöntemi anlatılmış. Öncelikle, akademik yayın puanlarıyla etki oranlarının analizi yapılmış ve değerlendirmede kullanılacak dilsel ifadeler belirlenmiş. Değerlendirmede kullanılan öznel ve nesnel bölümlere ait ağırlıklar belirlenmiş. Öznel ve nesnel bilgiler, bulanık değerlendirme matrisini oluşturmak üzere bir araya getirilmiş ve matrise ilave edilmiş. Son olarak, elde edilen sonuçlar yayını değerlendiren değerlendirici tarafından kullanılmış.[14]

“Fuzzy Grading System” isimli çalışmada, bulanık mantık kullanılarak notları değerlendiren bilgisayar sistemi anlatılmış. Notların değerlendirilmesini etkileyen etmenlerin sınıftaki uygulamalar ile öğretmenin kullandığı teknikler olduğu ifade edilmiş. Fuzzy Grading System’in notları sınıflandırma mantığının bilgisayarla yerine getirilmesi olduğu ifade edilmiş, sistemin üç girişi olan bulanık notlar, öğretmen performansının bulanık vektörleri ve öğrenci notlarının sistem üzerindeki etkisi ile simülasyon işlemi sonucunda elde edilen sınır değerleri incelenmiş.[15]

II.3.2 Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

“Bulanık Mantık Kontrolü ile İnsan Performansı Değerlendirmesi ve Aday Seçimi” isimli çalışmada bulanık mantık yaklaşımının insan kaynaklarına uygulanması anlatılmış. Bankacılık sektöründe aday uygunluğuna yönelik performans değerlendirme ve eleman seçimi bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilmiş. Bankacılık sektöründe çalışacak adayların performansları, belli kriterlere göre değerlendirilmiş ve işe alınacak adaylar başarı durumlarına göre sıralanarak görev verilecek kişi ya da kişiler tespit edilmiş.[16]

“Fuzzy Çoklu Kritere Göre Karar Vermenin İnsan Kaynaklarına Uygulanması” isimli tez çalışmasında, yöneticilerin birden çok kritere göre değerlendirme yapmasının gerekli olduğu karar verme süreçlerinde bulanık mantık yaklaşımının kullanılması anlatılmış. Yönetim, karar verme ve bulanık karar verme türleri

incelenmiş ve uygulamada kullanılan Saaty AHS ve Fuzzy AHS metotları tanımlanmış.[17]

“Fuzzy Karar Yaklaşımının Poliçe Prim Hesabına Uygulanması” isimli çalışmada bulanık mantığın sigortacılık sektöründe uygulanması anlatılmış. Sigortacının risk analizinde, belirsizliklerin ve risk ölçümündeki zorluklar gibi nedenlerden dolayı sigortacılığın, ölçme ve değerlendirme açısından fuzzy karar yaklaşımının en uygun alanlardan biri olduğu ifade edilmiş. Poliçe prim hesabına fuzzy karar yaklaşımının uygulanması anlatılmış ve sigorta sektörüne özel bir model ortaya konmuş.[18]

“Sabit Getirili Menkul Kıymetlerden Oluşan Portföyün Fuzzy Matematiği ile Değerlemesi” isimli çalışmada sabit getirili menkul kıymetlerden oluşan portföyün Fuzzy matematiği ile değerlemesinin yapılması ve karar vericiye alternatifler sunulmasının amaçlandığı anlatılmış. Portföy seçim problemi için Fuzzy Çok Amaçlı Optimizasyon teknikleri kullanılarak çözüm geliştirilmiş, portföy seçim probleminin fuzzy kümelerle formülasyonunun ve çözümünün nasıl yapılacağı açıklanmıştır. Uygulama olarak hazine tarafından ihraç edilmiş olan 3 farklı vadede menkul kıymet kullanılarak portföy seçimi yapılmış.[19]

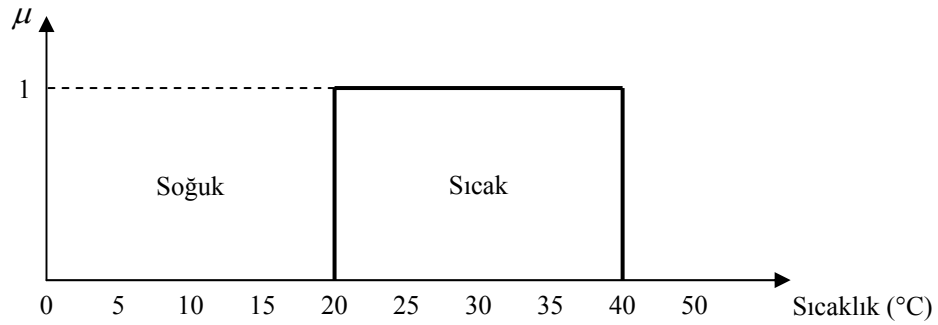
“Karmaşık Problemler İçin Belirsizlik Altında Çok Kriterli Bulanık Karar Verme“ isimli çalışmada, geleneksel çok kriterli karar verme yöntemlerinden farklı olarak sübjektif yargılarla değerlendirilebilen problemlerde karar verme için Yager’in Bulanık ve Saaty’nin AHS gibi çok kriterli karar verme modellerine dayanan karma bulanık karar verme modelinin geliştirilmesi ele alınmıştır. Kriterlerin ve alternatiflerin fazla olduğu durumlarda her iki modelin yetersizliklerini gidermek amacıyla kriterleri uygun şekilde iki gruba ayırıp bu gruplar bazında karar vermenin ilgili modellerle ayrı ayrı gerçekleştirmek ve elde edilen ara sonuçları birleştirerek nihai karara ulaşılması önerilmiştir.

Yager’in modelinden farklı olarak alternatiflerin küme içinde tatmin edilme derecelerini onun üyelik fonksiyonu ile de belirlenmesi yapılmıştır. Karar verme sonucu en uygun alternatifin ve geriye kalanların da tercih derecesine göre sıralanması önerilen modelde sağlanılmıştır. Bu model basketbol takımı için adayların 5 kritere göre seçilmesine uygulanmıştır. Sonuçlar, karar vermenin tutarlı ve sağlıklı olduğunu kanıtlamış.[20]

II.4 BULANIK KÜME KURAMI VE BULANIK MANTIK

Klasik küme kuramında bir eleman o kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Hiç bir zaman kısmi üyesi olamaz. Nesnenin üyelik değeri 1 ise nesne o kümenin elemanı, nesnenin üyelik değeri 0 ise nesne o kümenin elemanı değildir. Diğer bir ifadeyle, klasik kümelerde elemanların üyelikleri $\{0,1\}$ değerlerini alır. 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.

Klasik kümelere örnek Şekil II.5.1’de verilmiştir. Eğer sıcaklık $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’nin altına düşerse ortam sıcak değildir. Yani klasik mantık kuramına göre $19,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’lik bir sıcaklık ortamın sıcak olmadığını ifade eder. Doğal olarak klasik mantığın hiçbir esnekliği yoktur. Gerçek dünyadaysa sınırlar bu kadar keskin değildir.[4]

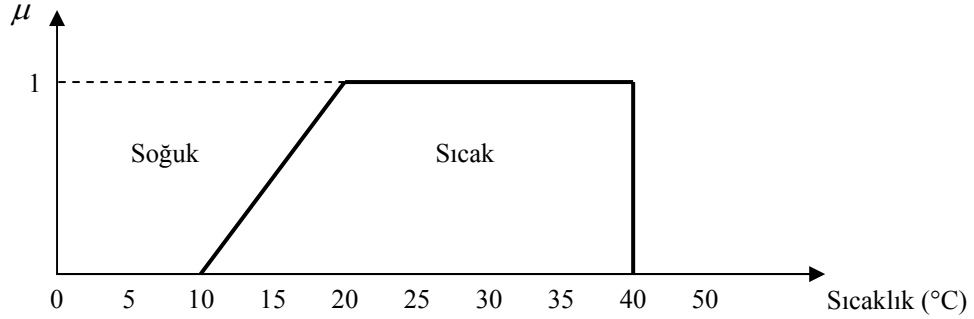


Şekil II.5.1 Sıcaklık için klasik küme örneği.[4]

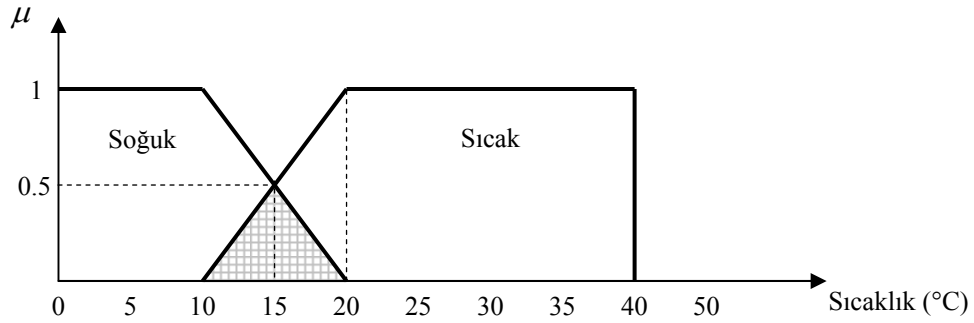
Klasik kümelerin aksine bulanık kümelerde elemanların üyelik dereceleri $[0,1]$ aralığında sonsuz sayıda değişebilir. Bunlar, üyeliğin derecelerinin devamlı ve aralıksız bütünüyle bir kümedir. Keskin kümelerdeki soğuk-sıcak, hızlı-yavaş aydınlık-karanlık gibi ikili değişkenler, bulanık mantık biraz soğuk, biraz sıcak, biraz karanlık gibi esnek niteleyicilerle yumuşatılarak gerçek dünyaya benzetilir.

Bulanık kümeler için Şekil II.5.2’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 °C'yi normal oda sıcaklığı kabul ettiğimizde, “soğuk” bulanık kümesi oluşturulduğunda Şekil II.5.3 elde edilir.[4]



Şekil II.5.2 Sıcaklık için bulanık küme örneği.[4]



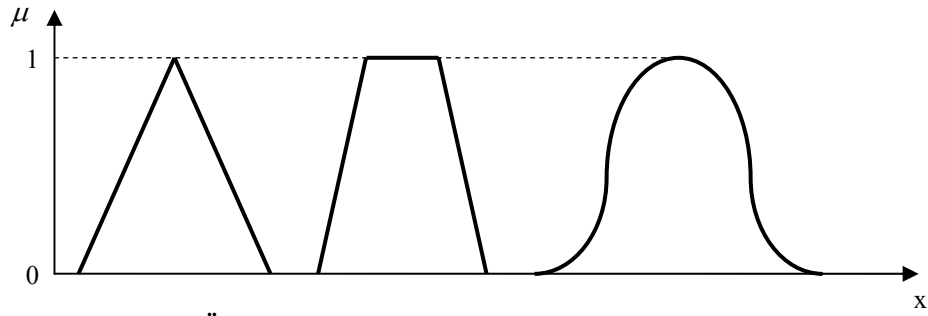
Şekil II.5.3 Bulanık kümelerde kesişim.[4]

Şekil II.5.3'te verildiği gibi, 15 °C 0,5 üyelik derecesiyle hem “sıcak” bulanık kümesine, hem de “soğuk” bulanık kümesine üyedir. 10 °C ile 20 °C arasındaki değerler hem “sıcak” hem de “soğuk” bulanık kümesine aittirler. Şekilde taralı olarak gösterilen bu bölge bulanık kümelerin kesişim kümesidir.

Bulanık mantık denetleyicisi, herhangi bir $x \in X$ 'e $[0,1]$ kapalı aralığında bir üyelik derecesi belirler. Bulanık mantık yaklaşımı, kesin olmayan ya da matematiksel olarak tam modellenemeyen bilgilerle ilgilenmesine rağmen, sözel nitelikli matematiksel kurama dayanmaktadır.[4]

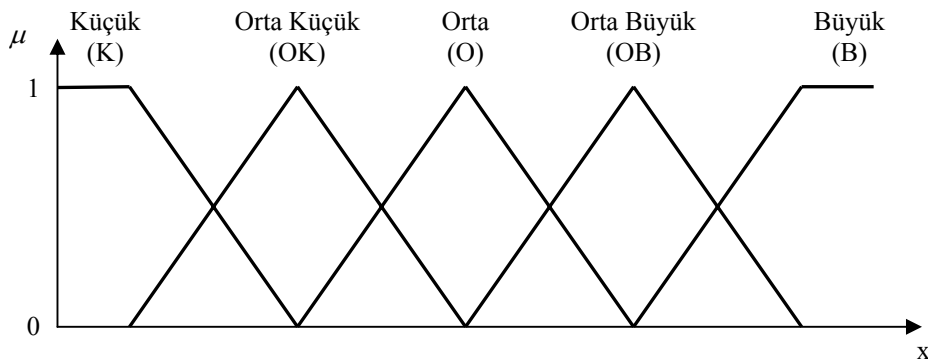
II.4.1 Üyelik İşlevi

Bulanık mantık yaklaşımının temeli, üyelik işlevlerinden meydana çıkarılan dilsel değişkenlerin oluşturduğu girişleri karar verme sürecinde kullanmaktır. Bu değişkenler, dilsel eğer-o halde kuralların ön şartları tarafından birbirleriyle eşleşir. Her bir kuralın sonucu, girişlerin üyelik derecelerinden, berraklaştırma yöntemiyle sayısal bir değer elde edilmesiyle belirlenir. Bulanık mantık yaklaşımının kural listesi ve üyelik işlevi için genellikle uzman kişiden sağlanan bilgiler kullanılır. Üyelik işlevleri Şekil II.5.4'te verildiği gibi üçgen, yamuk veya çan eğrisi şeklinde kullanılabilir. Denetimi yapılan sistemin özelliğine göre bunların dışında uygun bir işlev de kullanılabilir.[4]



Şekil II.5.4 Üçgen, yamuk ve çan eğrisi şeklindeki üyelik işlevleri.[4]

Üyelik işlevleri genellikle; küçük, orta, büyük olarak 3, küçük, orta küçük, orta, orta büyük, büyük olarak 5 etiketle tek sayı şeklinde tanımlanmaktadır. Örnek olarak 5 etiketli olarak oluşturulmuş ölçeklendirilmiş üçgen üyelik işlevleri Şekil II.5.5'de verilmiştir.

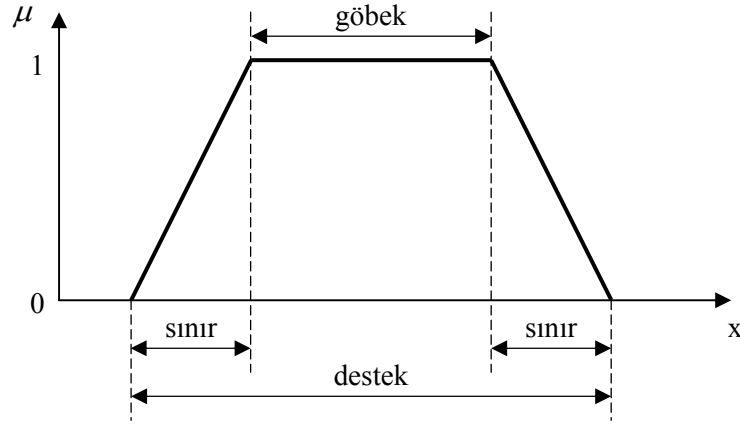


Şekil II.5.5 Beş ayrı etiketten oluşan üyelik işlevleri.[4]

II.4.2 Üyelik İşlevinin Özellikleri

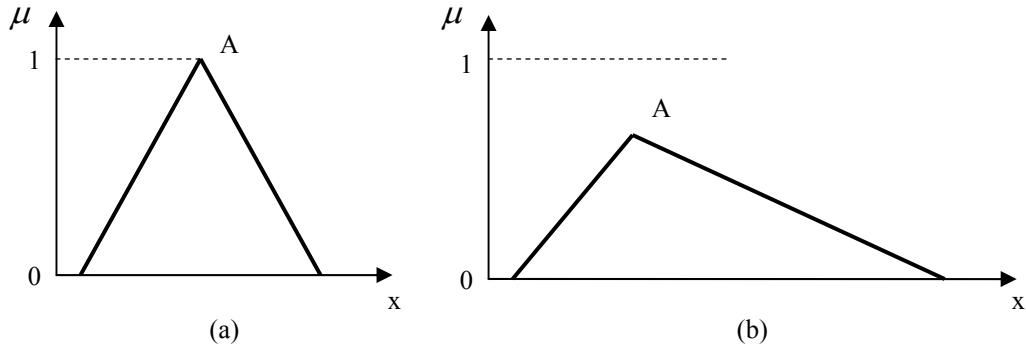
Bulanık kümenin grafik olarak gösteriminden de kolayca görülebileceği gibi bazı üyelik işlev tanımları bulunmaktadır. Bunlar, göbek, sınır ve destektir.[17]

Bulanık kümeye ait üyelik işlevinin $\mu_A(x)=1$ olan bütün x elemanlarını kapsayan bölgesi, “göbek” olarak adlandırılır. Bulanık kümeye ait üyelik işlevinin $0 < \mu_A(x) < 1$ olan bütün x elemanlarını kapsayan bölgesi, “sınır” olarak adlandırılır. Bulanık kümeye ait üyelik işlevinin $\mu_A(x) > 0$ olduğu bütün bölgeler ise “destek” bölgesidir. Göbek, sınır ve destek üyelik işlev tanımları, Şekil II.5.6’da verilmiştir.[17]



Şekil II.5.6 Tipik bir bulanık kümenin göbek destek ve sınırları.[17]

Olağan bulanık küme, üyelik değerinin en az bir elemanı için 1 değerini aldığı bulanık kümedir. Eğer bulanık kümede yalnızca bir elemanın üyelik değeri 1 ise, bu eleman “Kümenin prototipi” ya da “Özel tipli elemanı” olarak adlandırılır. Bunun dışındaki bulanık kümelere ise “Olağan altı bulanık kümeler” adı verilir (Şekil II.5.7).[17]

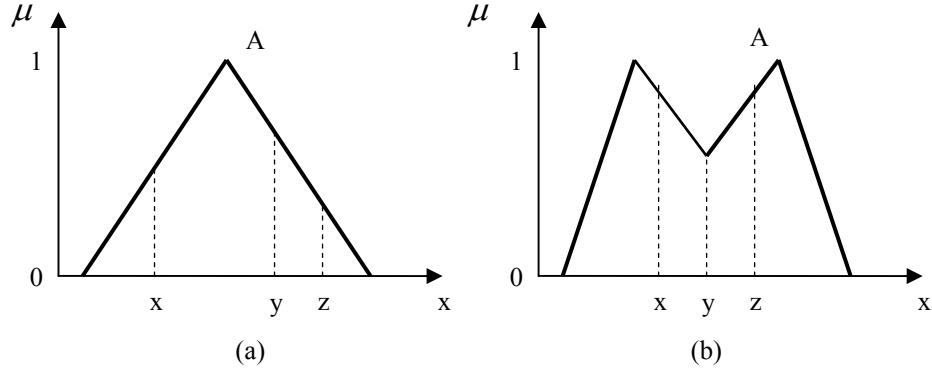


Şekil II.5.7 (a) Olağan bulanık küme, (b) Olağan altı bulanık küme.[17]

Bulanık kümenin, üyelik işlevinin üyelik değerleri monoton artan ve daha sonra monoton azalan bir durumdaysa ya da belli üyelik değerlerinde 1 olduktan sonra monoton azalansa böyle kümeler “Bulanık dışbükey kümeler” adı verilir (Şekil II.5.8). Diğer bir ifadeyle x, y, z elemanlarının A bulanık kümesinin içinde yer aldığı kabul edilirse ve $x < y < z$ olmak şartıyla;

$$\mu_A(y) \geq \min(\mu_A(x), \mu_A(z))$$

Bu, klasik matematiksel dışbükey biçim tanımından farklıdır.[17]



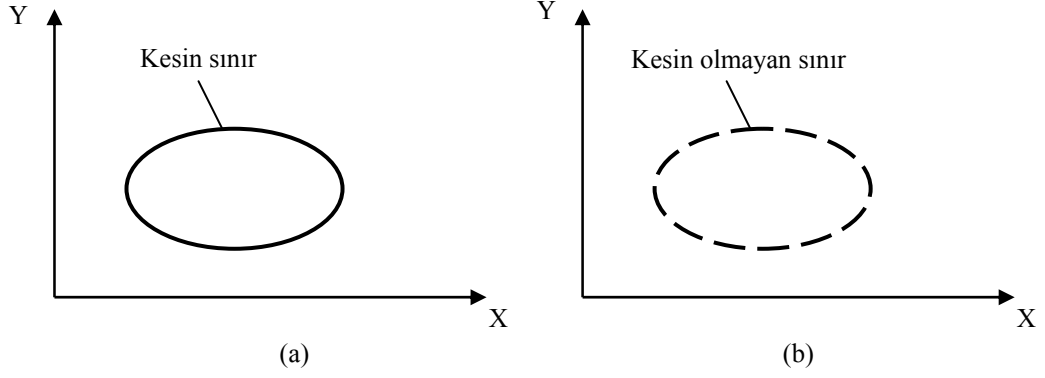
Şekil II.5.8 (a) Olağan dışbükey bulanık küme, (b) Olağan dışbükey olmayan bulanık küme.[17]

II.5 BULANIK İLİŞKİLER

Bulanık ilişkiler, klasik küme teorisindeki ilişkilerin birer uzantısıdır. Klasik ilişkiler, klasik kümeler halinde, bulanık ilişkiler ise bulanık kümeler halinde verilir. Bu bölümde öncelikle bulanık ilişkilerle ilgili tanımlamalar ve bulanık ilişkilerin özellikleri verilmiş, bulanık ilişkiler üzerinde gerçekleştirilecek işlemler anlatılmıştır. Daha sonra, gerçekleştirilecek bulanık mantık uygulaması için önemli bir bileşen olan bulanık ilişkiler birleşimi ortaya konmuştur.

Bulanık ilişki tanımlaması yapılmadan önce, bulanık ilişkilere örnekler verilebilir.

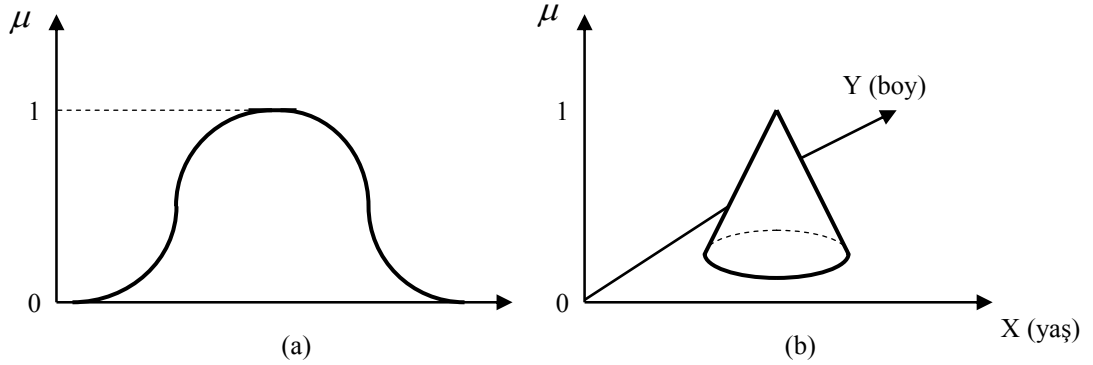
Birinci örnek, kesin ilişkilerin birer uzantısı şeklindedir. Şekil II.6.1’de kesin ilişkiler ile bulanık ilişkilerin karşılaştırılması yapılmıştır. Kesin ilişkiler ile bulanık ilişkiler arasındaki fark, kesin kümeler ile bulanık kümeler arasındaki farkla benzerlik göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, kesin ilişkiler ile bulanık ilişkiler arasındaki fark, kesin ilişkilerde sınırların kesin bir şekilde belirlenmiş olması, bulanık ilişkilerde ise sınırların kesin olmayan sınırlarla belirlenmiş olmasıdır.[21]



Şekil II.6.1 (a) Kesin ilişki görüntüsü, (b) Bulanık ilişki görüntüsü.[21]

İkinci örnekte bulanık ilişki, tek boyutlu ve çok boyutlu uzaydaki bulanık bir küme şeklindedir. Şekil II.6.2.a'da bulanık kümenin tek boyutlu bir uzaydaki görüntüsü verilmiştir.

İnsanların ortalama boyunu ifade eden bulanık küme için boy ifadesi Y ekseninde, insanların ortalama yaşını ifade eden bulanık küme için yaş ifadesi X ekseninde tanımlandığında, insanların ortalama boyu ile ortalama yaşı arasındaki bulanık ilişki, boy ve yaşın aynı anda verildiği çok boyutlu bir uzayda, Şekil II.6.2.b'deki gibi tanımlanabilir.[21]



Şekil II.6.2 (a) Bulanık küme görüntüsü, (b) Bulanık ilişki görüntüsü.[21]

II.5.1 N-Dizili Bulanık İlişkiler

Bulanık mantık, genellikle n-dizi şeklindeki bulanık ilişkileri kullanılır. Pratikte n sayısı, iki-boyutlu olay için ikili bulanık ilişkilerde olduğu gibi iki ve ikiden büyük tamsayılarla ifade edilmektedir. İkili bulanık ilişki, iki değişken arasındaki ilişkileri tanımlar.

Aşağıda, öncelikle n-dizili bulanık ilişkilerin genel bir tanımı verilmiş, daha sonra da bulanık ilişkilerin en önemlisi olan ikili bulanık ilişkiler anlatılmıştır.

R, n-dizili bulanık ilişkisi, $X_1 \dots X_n$ kümelerinin $X_1 \times \dots \times X_n$ kartezyen ürünleri üzerinde tanımlanmıştır. n-dizili R bulanık ilişkisinin matematiksel gösterimi eşitlik II.6.1’de verilmiştir.[21]

$$R = \int_{X_1 \times \dots \times X_n} \mu_R(x_1, x_2, \dots, x_n) / (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (\text{II.6.1})$$

Burada, μ_R , R bulanık ilişkisinin üyelik fonksiyonudur ve II.6.2’deki gibi gösterilir.

$$\mu_R : X_1 \times \dots \times X_n \rightarrow [0,1] \quad (\text{II.6.2})$$

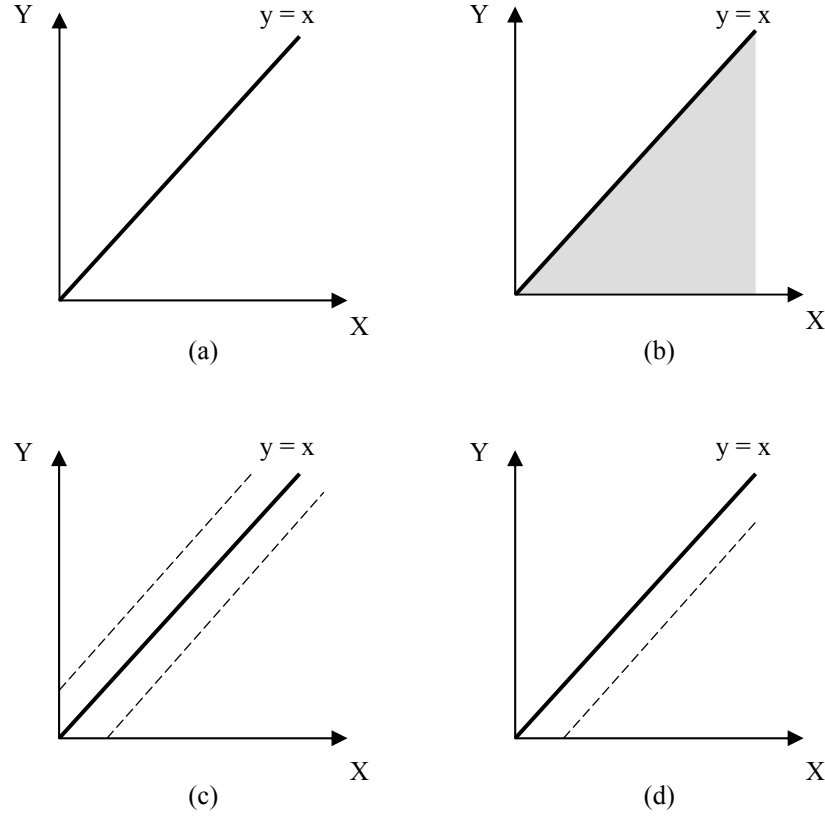
μ_R üyelik fonksiyonu, $X_1 \times \dots \times X_n$ çok boyutlu uzayında bulanık kümeyi temsil eder.

Şekil II.6.3’te X ve Y değişkenler arasındaki bulanık ve kesin ilişkiler verilmiştir.

y ile x arasındaki “y eşittir x” ve “y küçüktür x” kesin ilişkileri, Şekil II.6.3.a’da ve Şekil II.6.3.b’de verilmiştir.

Dikkat edildiğinde her iki ilişkide de sınırlar kesin olarak belirtildiği görülür.

Diğer taraftan, x ve y kümeleri arasındaki ilişkilerden üçüncüsü “y neredeyse x’e eşit” (Şekil II.6.3.c) ve dördüncüsü de “y, x’ten biraz küçük” (Şekil II.6.3.d) ilişkisi olarak alınmıştır. Buradaki “y neredeyse x’e eşit” ve “y, x’ten biraz küçük” ilişkileri birer bulanık ilişkidir. Bu ilişkilerde sınırlar kesin olarak belirlenemez. Bulanık ilişkilerde “neredeyse aynı”, “biraz küçük” gibi kavramların 0 ile 1 değerleri arasında değişen değerlerle ifade edilir.[21]



Şekil II.6.3 (a) “y eşit x” kesin ilişkisi, (b) “y küçük x” kesin ilişkisi, (c) “y neredeyse x’e eşit” bulanık ilişkisi, (d) “y, x’ten biraz küçük” bulanık ilişkisi.[21]

II.5.1.1 Ayırık Olmayan İfadeye Ait İkili Bulanık İlişki

X ve Y kümeleri arasındaki R ikili bulanık ilişkisi eşitlik II.6.4’te verilmiştir.

$$R = \int_{X \times Y} \mu_R(x, y) / (x, y) \quad (\text{II.6.4})$$

μ_R , $X \times Y$ kartezyen çarpımı şeklinde verilen R bulanık ilişkisinin üyelik fonksiyonudur. μ_R ’nin matematiksel gösterimi, eşitlik II.6.5’te verilmiştir.

$$\mu_R = X \times Y \rightarrow [0,1] \quad (\text{II.6.5})$$

Bir önceki eşitlik, eşitlik II.6.1’deki n, X_1 ve X_2 yi, $n=2$, $X_1=Y$, $X_2=Y$ şeklinde değiştirerek de elde edilir. $X=Y$ değeri için R’yi X üzerindeki bulanık ilişki şeklinde

adlandırılır. Eşitlik II.6.4'te verilen R ikili bulanık ilişkisi ayrık olmayan ifade şeklindedir. Bu ilişki ayrık ifade şeklinde de yazılır.[21]

II.5.1.2 Ayrık İfadeye Ait İkili Bulanık İlişki

X ve Y uzayları eşitlik II.6.6'da verilmiştir.

$$X = \{x_1, x_2, x_3\} \quad (\text{II.6.6})$$

$$Y = \{y_1, y_2, y_3\}$$

X ve Y'nin ikili bulanık ilişkisi matris formunda eşitlik II.6.7'de verildiği gibi tanımlanır.

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} y_1 & y_2 & \dots & y_{m-1} & y_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \mu_R(x_1, y_1) & \mu_R(x_1, y_2) & \dots & \mu_R(x_1, y_{m-1}) & \mu_R(x_1, y_m) \\ \mu_R(x_2, y_1) & \mu_R(x_2, y_2) & \dots & \mu_R(x_2, y_{m-1}) & \mu_R(x_2, y_m) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \mu_R(x_n, y_1) & \mu_R(x_n, y_2) & \dots & \mu_R(x_n, y_{m-1}) & \mu_R(x_n, y_m) \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (\text{II.6.7})$$

Bulanık ilişkiyi ifade eden matris bazen “bulanık matris” şeklinde de adlandırılır.

- **Matris Formundaki İkili Bulanık İlişki Örneği - I**

Bu örnekte bir ülkenin birbirine komşu olan X ve Y isimli coğrafi bölgelerinden üç şehir seçilmiştir. X coğrafi bölgesinden seçilen şehirlerin isimleri sırasıyla x_1 , x_2 ve x_3 'tür. X coğrafi bölgesine komşu olan Y coğrafi bölgesinden seçilen üç şehrin isimleri de sırasıyla y_1 , y_2 ve y_3 'tür.

Seçilen bu şehirler, X ve Y kümeleri şeklinde eşitlik II.6.8'de verilmiştir.

$$X = \{x_1, x_2, x_3\} \quad (\text{II.6.8})$$

$$Y = \{y_1, y_2, y_3\}$$

Şehirlerin birbirlerine olan uzaklıklarını gösteren “Yakınlık” isimli bulanık ilişki şeklinde, eşitlik II.6.9'da verilmiştir.

$$\text{Yakınlık} = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 \\ x_1 & \left[\begin{array}{ccc} 1 & 0.6 & 0.3 \end{array} \right] \\ x_2 & \left[\begin{array}{ccc} 0.4 & 0.9 & 0.1 \end{array} \right] \\ x_3 & \left[\begin{array}{ccc} 0.5 & 0.2 & 0.7 \end{array} \right] \end{matrix} \quad (\text{II.6.9})$$

“Yakınlık” isimli bulanık ilişki matrisinde x_1 ile y_2 arasındaki ilişki 0.6 ve x_1 ile y_1 arasındaki ilişki 1 değeriyle verilmiştir. Bunun anlamı, x_1 şehri ile y_1 şehri arasındaki mesafe x_1 şehri ile y_2 şehri arasındaki mesafeden daha kısadır.

Bulanık ilişki matrisini oluşturan elemanların her birinin değeri, bulanık kümelerdeki üyelik fonksiyonu değerlerinin belirlenmesi gibi uygun şekilde gerçekleştirilir.

Eğer “Yakınlık” kavramı 100 Km’den daha kısa mesafeler için kullanılacak olursa, şehirler arasındaki mesafe 0 ve 1’lerle ifade edilen kesin ilişki şekline indirgenebilir. Yani eğer iki şehir arasındaki mesafe 100 Km’den daha az ise bu iki şehir arasındaki kesin ilişki değeri 1, eğer iki şehir arasındaki mesafe 100 Km’den daha fazla ise bu iki şehir arasındaki kesin ilişki değeri 0’dır.

Şehirler arasındaki mesafenin 0 ve 1’lerle ifade edildiği kesin ilişki matrisi eşitlik II.6.10’da verilmiştir.

$$\text{Yakınlık} = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 \\ x_1 & \left[\begin{array}{ccc} 1 & 1 & 0 \end{array} \right] \\ x_2 & \left[\begin{array}{ccc} 0 & 1 & 0 \end{array} \right] \\ x_3 & \left[\begin{array}{ccc} 0 & 0 & 1 \end{array} \right] \end{matrix} \quad (\text{II.6.10})$$

“Yakınlık” isimli bulanık ilişki matrisinde x_1 ile y_1 arasındaki ilişki 1 değeriyle ifade edilmiştir. Bunun anlamı, x_1 şehri ile y_1 şehri arasındaki mesafe 100 km’den daha kısadır. Yani x_1 şehri y_1 şehrine yakın mesafededir. Yine yakınlık isimli bulanık ilişki matrisinde x_2 ile y_1 arasındaki ilişki de 0 değeriyle ifade edilmiştir. Bunun anlamı, x_2 şehri ile y_1 şehri arasındaki mesafe 100 Km’den daha fazladır. Yani x_2 şehri y_1 şehrine uzak mesafededir.

- **Matris Formundaki İkili Bulanık İlişki Örneği - II**

Bu örnekte birbiriyle kardeş kişilerden oluşan üç çift ele alınmıştır. Bu üç çift, Ali ile Ayşe, Ahmet ile Fatma, Mehmet ile Zehra'dan oluşmaktadır. Bu çiftlerin kardeşlik durumları “Kardeşlik” matrisiyle eşitlik II.6.11’de verilmiştir.

$$\text{Kardeşlik} = \begin{matrix} & \text{Ayşe} & \text{Fatma} & \text{Zehra} \\ \text{Ali} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\ \text{Ahmet} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \\ \text{Mehmet} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (\text{II.6.11})$$

Ne var ki birbirleriyle kardeş olan bu kişilerin birbirleriyle olan iletişimleri farklılık göstermektedir. Eğer kişiler arasındaki iletişimin derecesini 0 ile 1 arasındaki değerlerle ifade edildiğinde bu kişiler arasındaki iletişim bulanık ilişki şeklinde eşitlik II.6.12’de verilmiştir.

$$\text{İletişim} = \begin{matrix} & \text{Ayşe} & \text{Fatma} & \text{Zehra} \\ \text{Ali} & \begin{bmatrix} 1.0 & 0 & 0.2 \end{bmatrix} \\ \text{Ahmet} & \begin{bmatrix} 0.1 & 0.3 & 1.0 \end{bmatrix} \\ \text{Mehmet} & \begin{bmatrix} 0.3 & 0.9 & 0.5 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (\text{II.6.12})$$

“İletişim” isimli bulanık ilişki matrisinde birbiriyle ilişkilendirilen kişiler arasındaki bulanık ilişkinin üyelik değeri 1’e yakınsa iki kişinin arasındaki iletişim iyidir. Eğer kişiler arasındaki bulanık ilişkinin üyelik değeri 0’a yakınsa iki kişi arasındaki iletişim iyi değildir.

İki kişi arasındaki iletişimin miktarı, derecesi veya samimiyet gibi kesin değerler kullanılarak tam olarak ifade edilemeyen belirsiz kavramlar bulanık ilişki şeklinde gösterilir.

Bulanık ilişkiler bilgisayarda ifade edilirken, öncelikle bulanık ilişkinin bulanık kümelerle nasıl bir bağlantısının olabileceğinin bilinmesi gerekir.

Bulanık kümeler, bilgisayarda diziler şeklinde gösterilir. İkili bulanık kümeler (bulanık matris) iki-boyutlu diziler şeklinde gösterilir. Genel olarak, n-boyutlu bulanık ilişki n-boyutlu dizi şeklinde ifade edilir.

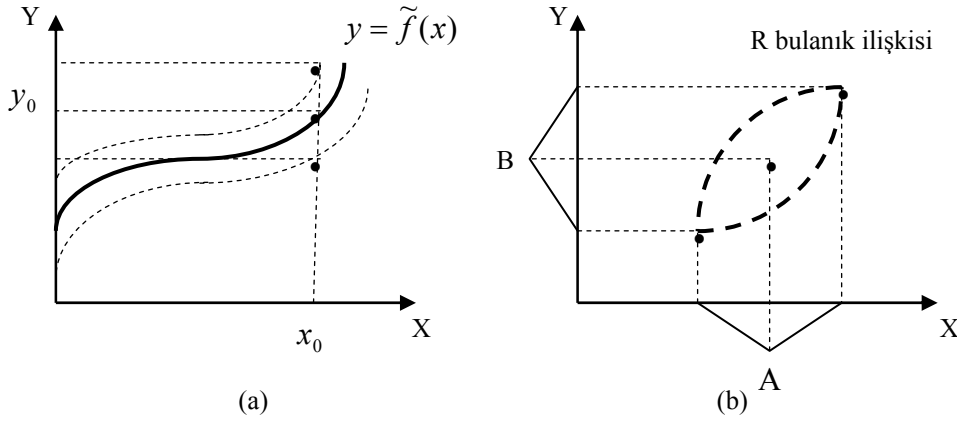
II.5.2 Bulanık İlişkilerin Birleşimi

Bu bölümde, bulanık ilişkilerin bileşim işlemi anlatılmıştır. İlk olarak birleşim işleminin basit halleri gösterilmiş, daha sonra birleşme işleminde kullanılan hesaplama yöntemine değinilmiştir.

II.5.2.1 Birleşimin Görüntüsü

Aşağıda bulanık ilişkilerdeki birleşim işleminin hesaplanmasındaki detaylara değinilmeden önce, bileşimin şekillerinden bahsedilmiştir.

$y = f(x)$ şeklinde bir fonksiyon ele alındığında, bu fonksiyondaki $x = x_0$ değeri için y_0 değeri $y_0 = f(x_0)$ şeklinde verilir.[21]

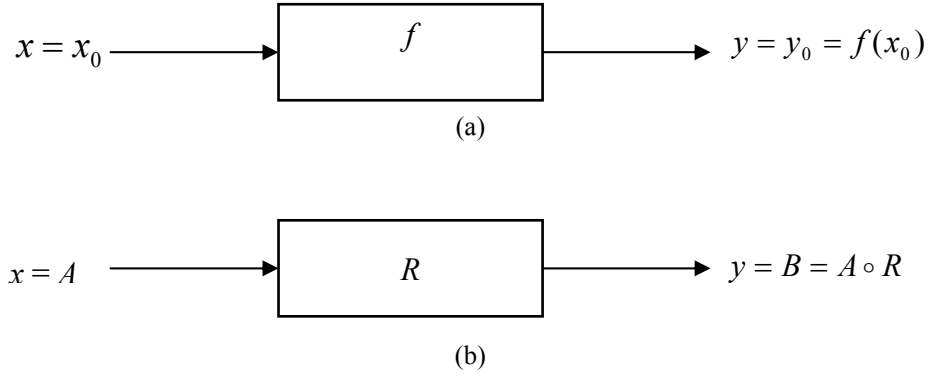


Şekil II.6.4 (a) \tilde{f} fonksiyonunda x_0 değeri için y_0 değerinin elde edilişi.[21]

Öncelikle, f fonksiyonu \tilde{f} bulanık fonksiyonuyla değiştirilmiştir. Buradaki \sim işareti bu ifadenin bir bulanık ifade olduğunu belirtmektedir. Bu bulanık fonksiyonda x_0 değeri için \tilde{y} değeri elde edilmiştir. Şekil II.6.4'de \tilde{f} fonksiyonunda x_0 değeri için y_0 değerinin elde edilişi görülmektedir. y 'nin değeri, \tilde{y} 'nin belirsiz fonksiyon olması sebebiyle kesin bir değer ifade etmemesine karşın \tilde{y}_0 şeklinde belirsiz bir değeri ifade edebilmektedir.[21]

Şekil II.6.4.a'daki \tilde{f} fonksiyonu, bulanık ilişkinin özel bir biçimidir. Eğer \tilde{f} fonksiyonu, R bulanık ilişkisi için genişletilecek olursa birleşimin şekli Şekil II.6.4.b'de verildiği gibi olacaktır. $X \times Y$ ikili ilişkisini R bulanık ilişkisiyle belirtilip, X üzerinde A bulanık kümesi ile Y üzerinde B bulanık kümesini birbiriyle ilişkilendirilirse, B bulanık kümesi $B = A \circ R$ şeklinde elde edilir.

Şekil II.6.5'te verildiği gibi A giriş, B çıkış, R ise giriş-çıkış arasındaki ilişki olarak kabul edilirse, $B=A \circ R$ giriş-çıkış ilişkisi aşağıdaki gibi ifade edilir. Burada, x_0 giriş, y_0 çıkış, f de giriş ile çıkış arasındaki ilişki olarak ifade edilir.[21]



Şekil II.6.5 (a) $y=y_0=f(x_0)$ ' ın giriş-çıkış ilişkisi, (b) $y=B=A \circ R$ 'nin giriş-çıkış ilişkisi.[21]

II.5.2.2 Birleşimin Hesaplanması

Bu bölümde, bulanık ilişkilerin birleşim işlemlerinde kullanılabilecek pratik hesaplama yöntemleri anlatılmıştır.

Bu yöntemler aşağıdaki gibidir.

a. $X \times Y$ 'de R bulanık ilişkisiyle tanımlı $A \circ R$ birleşimi ve X'deki A bulanık kümesi.

b. $X \times Y$ 'de R bulanık ilişkisiyle tanımlı $R \circ S$ birleşimi ve $Y \times Z$ 'deki S bulanık ilişkisi.

Burada; (a) $A \circ R$ 'yi A girişi için çıkış arayan birleşim, (b) $R \circ S$ 'yi de iki giriş-çıkışa sahip R ve S'nin seri bağlantısı şeklinde açıklanır.

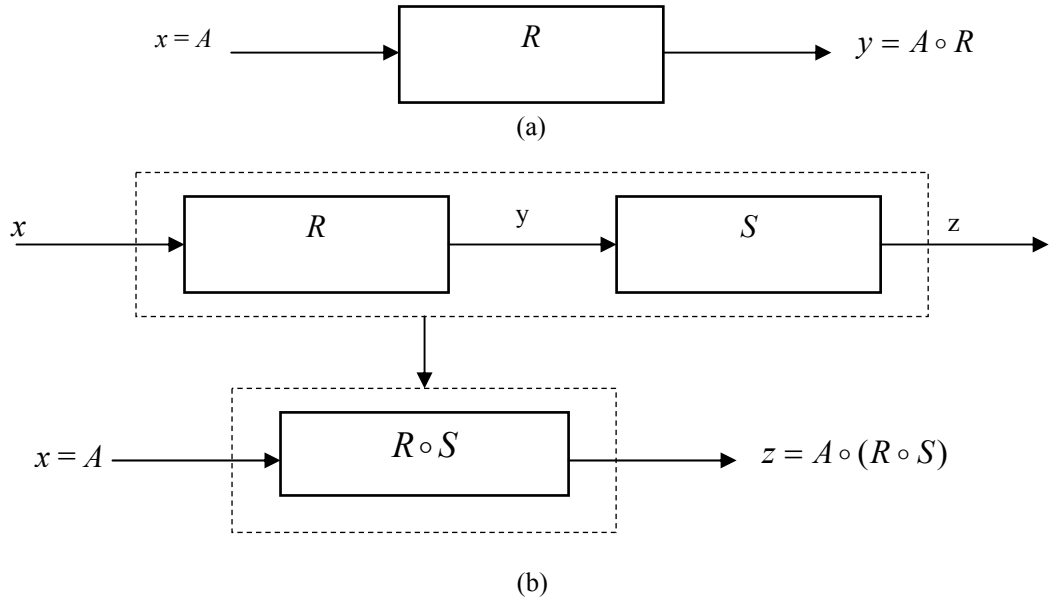
Eğer A bulanık ilişkisi dizi formunda ve R ile S bulanık ilişkileri bulanık matrisler formunda verildiyse $A \circ R$ ve $R \circ S$ birleşimlerinin sonuçları bulanık matrisler şeklinde ifade edilip bileşke matrislerin işlemleri şeklinde belirtilir.

Bununla birlikte, bulanık matrislerin boyutları karşılaştırılmak zorundadır.

A matrisinin boyutunu $(1 \times n)$, R bulanık matrisinin boyutu $(n \times m)$ olarak ele alındığında, işlemler sonucunda elde edilen $A \circ R$ matrisinin boyutu $(1 \times m)$ olur. Bu işlem eşitlik II.6.12'de verilmiştir.[21]

$$\begin{array}{ccc}
 & \text{R bulanık matrisi} & \\
 \text{A bulanık kümesi} & & \text{B bulanık kümesi} \\
 \boxed{1 \times n} & \circ & \boxed{n \times m} = \boxed{1 \times m} \\
 & & \text{(II.6.12)}
 \end{array}$$

Benzer şekilde, R bulanık matrisinin boyutu ($n \times m$), S matrisinin boyutu ($m \times k$) olursa, işlem sonucunda $R \circ S$ matrisinin boyutu ($n \times k$) olacaktır.



Şekil II.6.6 (a) $A \circ R$, (b) $R \circ S$ ilişkileri.[21]

Şekil II.6.6'da verilen ilişkinin matematiksel gösterimi, eşitlik II.6.13'te verilmiştir.

$$\begin{array}{ccc}
 & \text{S bulanık ilişkisi} & \\
 \text{R bulanık ilişkisi} & & \text{R} \circ \text{S bulanık ilişkisi} \\
 \boxed{n \times m} & \circ & \boxed{m \times k} = \boxed{n \times k} \\
 & & \text{(II.6.13)}
 \end{array}$$

II.5.2.3 Bulanık İlişkilerin Birleşimleri

Bulanık ilişkilerin birleşimleri pratik olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir.

a. A, X üzerinde bulanık bir küme ve R, X×Y üzerinde bulanık bir ilişkidir. A ile R'nin birleşimi olan A ∘ R'nin Y üzerinde oluşturduğu bulanık kümenin üyelik fonksiyonunun matematiksel gösterimi eşitlik II.6.14'te verilmiştir.[21]

$$\mu_{A \circ R}(y) = \max_{x \in X} [\mu_A(x) \wedge \mu_R(x, y)] \quad (\text{II.6.14})$$

b. R, X×Y'de bulanık bir ilişki ve S, Y×Z'de bulanık bir ilişki olsun. R ile S'nin birleşimi olan R ∘ S, X×Z'de bulanık bir ilişki olur ve üyelik fonksiyonunun matematiksel gösterimi eşitlik II.6.15'te verilmiştir.

$$\mu_{R \circ S}(x, z) = \max_{y \in Y} [\mu_R(x, y) \wedge \mu_S(y, z)] \quad (\text{II.6.15})$$

Eşitlik II.6.14 ve eşitlik II.6.15'e bakıldığında, her iki eşitliğin de \wedge (min) ve \vee (max) işlemleriyle düzenlendiği görülür. Bu sebepten dolayı bu birleşim yöntemleri min-max birleşim yöntemi olarak da adlandırılır. Bunun dışında pek çok değişik yöntem daha vardır. Örneğin, min işleminin yerine çarpma işlemini kullanmak.[21]

Matematikte genel olarak $R \subset X \times Y$ ve $S \subset Y \times Z$ için birleşim işleminin gösterimi eşitlik II.6.16'da verilmiştir.

$$S \circ R \Leftrightarrow \{(x, y) \mid (\exists y)(x, y) \in R \ \& \ (y, z) \in S\} \quad (\text{II.6.16})$$

Bununla birlikte eşitlik II.6.15'te verildiği gibi, bulanık mantık yaklaşımında A ∘ R ve R ∘ S işlemleri R ∘ A ve S ∘ R şeklinde de gösterilebilir.

Birleşim işlemi (∘), matrislerdeki çarpma işlemiyle oldukça benzerlik göstermektedir. Eğer, çarpma min-işlemiyle, toplama da max-işlemiyle yer değiştirecek olursa birleşim işlemi elde edilir.

Eşitlik II.6.17 ve eşitlik II.6.18'de verilen iki matrisin çarpımından elde edilen eşitlik II.6.19'da verildiği gibi elde edilirken, R ve S bulanık ilişkilerinin birleşimi

$(R \circ S)$ yukarıdaki işlemlerde, $+$ işaretinin \wedge (min) işaretiyle ve \times işaretinin \vee (max) işaretiyle yer değiştirmesi sonucunda eşitlik II.6.20'de verilen ifade elde edilir.[21]

$$R = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \quad (\text{II.6.17})$$

$$S = \begin{bmatrix} e & f \\ g & h \end{bmatrix} \quad (\text{II.6.18})$$

$$R \circ S = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} e & f \\ g & h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ae+bg & af+bh \\ ce+dg & cf+dh \end{bmatrix} \quad (\text{II.6.19})$$

$$R \circ S = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} e & f \\ g & h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (a \wedge e) \vee (b \wedge g) & (a \wedge f) \vee (b \wedge h) \\ (c \wedge e) \vee (d \wedge g) & (c \wedge f) \vee (d \wedge h) \end{bmatrix} \quad (\text{II.6.20})$$

Eşitlik II.6.19'da ve eşitlik II.6.20'de verildiği gibi, birleşim işlemi, matris işlemlerinin düzenlenmiş hali olarak kolaylıkla anlaşılır.

II.5.2.4 Birleşim İşleminin Özellikleri

Birleşim işleminin özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

A ve A' bulanık kümeleri, R, R', S, U, ve T bulanık ilişkileri için II.6.21'deki tanımlamalar kabul edildiğinde birleşim işleminin özellikleri eşitlik II.6.22'deki gibi yazılır.[21]

$$\begin{aligned} A, A' &\subset X \\ R, R' &\subset X \times Y \\ S, T &\subset Y \times Z \\ U &\subset Z \times W \end{aligned} \quad (\text{II.6.21})$$

$$\begin{aligned} \text{i.} \quad & (A \cup A') \circ R = A \circ R \cup A' \circ R \\ \text{ii.} \quad & (A \cap A') \circ R \subset A \circ R \cap A' \circ R \\ \text{iii.} \quad & A \cup (R \circ R') = A \circ R \cup A \circ R' \\ \text{iv.} \quad & A \cap (R \circ R') \subset A \circ R \cap A \circ R' \\ \text{v.} \quad & R \circ S \neq S \circ R \\ \text{vi.} \quad & (R \circ S)^{-1} = S^{-1} \circ R^{-1} \\ \text{vii.} \quad & R \circ (S \circ U) = (R \circ S) \circ U \\ \text{viii.} \quad & R \circ (S \cap T) = (R \circ S) \cap (R \circ T) \\ \text{ix.} \quad & S \subseteq T \Rightarrow R \circ S \subseteq R \circ T \end{aligned} \quad (\text{II.6.22})$$

II.5.3 Bulanık İlişkilerde Birleşim İşlemi Örnekleri

Bu bölümde bulanık ilişkilerin daha iyi anlaşılabilmesi için bulanık ilişkilerde birleşim işlemiyle ilgili örneklere yer verilmiştir.

Örnek I

X ve Y uzayları eşitlik II.6.23'te verilmiştir.

$$X = \{x_1, x_2, x_3\} \quad (\text{II.6.23})$$

$$Y = \{y_1, y_2, y_3\}$$

X uzayı üzerindeki A bulanık kümesi eşitlik II.6.24'te, $X \times Y$ uzayı üzerinde R bulanık ilişkisi eşitlik II.6.25'de verilmiştir.

$$A = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 \\ \begin{bmatrix} 0.2 & 1.0 & 0.5 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (\text{II.6.24})$$

$$R = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0.8 & 0.9 & 0.1 \\ 0.6 & 1.0 & 0.5 \\ 0.2 & 0.3 & 0.9 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (\text{II.6.25})$$

$B = A \circ R$ birleşimi eşitlik II.6.26'da verildiği gibi bulunur.

$$B = A \circ R = \begin{bmatrix} 0.2 & 1.0 & 0.5 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0.8 & 0.9 & 0.1 \\ 0.6 & 1.0 & 0.5 \\ 0.2 & 0.3 & 0.9 \end{bmatrix} \quad (\text{II.6.26})$$

$$= [(0.2 \wedge 0.8) \vee (1.0 \wedge 0.6) \vee (0.5 \wedge 0.2)$$

$$(0.2 \wedge 0.9) \vee (1.0 \wedge 1.0) \vee (0.5 \wedge 0.3)$$

$$(0.2 \wedge 0.1) \vee (1.0 \wedge 0.5) \vee (0.5 \wedge 0.9)]$$

$$= [0.2 \vee 0.6 \vee 0.2 \quad 0.2 \vee 1.0 \vee 0.3 \quad 0.1 \vee 0.5 \vee 0.5]$$

$$B = A \circ R = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 \\ \begin{bmatrix} 0.6 & 0.3 & 0.5 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Örnek II

Bölüm II.6.1.2’de bahsedilen şehirler ile bu şehirlerin birbirlerine olan uzaklıkları arasındaki bulanık ilişkilerin gösterilmiş ve bulanık ilişkilerin birleşimi için gerçekleştirilen bir uygulamaya yer verilmiştir.

Bu örnekte bir ülkenin birbirine komşu olan X, Y ve Z isimli coğrafi bölgelerinde yer alan üçer adet şehir seçilmiştir. X coğrafi bölgesinden seçilen şehirler, x_1 , x_2 ve x_3 olarak ifade edilmiştir. Y coğrafi bölgesinden seçilen üç şehir, y_1 , y_2 ve y_3 olarak ifade edilmiştir. Z coğrafi bölgesinden seçilen üç şehir, z_1 , z_2 ve z_3 olarak ifade edilmiştir.

Seçilen bu şehirler, X, Y ve Z kümeleri şeklinde eşitlik II.6.27’de verilmiştir.

$$\begin{aligned} X &= \{x_1, x_2, x_3\} \\ Y &= \{y_1, y_2, y_3\} \\ Z &= \{z_1, z_2, z_3\} \end{aligned} \quad (\text{II.6.27})$$

Matematiksel olarak eşitlik II.6.28’de verilen R bulanık ilişkisi, X ile Y arasındaki yakınlığı temsil etmektedir. Benzer biçimde matematiksel olarak eşitlik II.6.29’da verilen S bulanık ilişkisi de Y ile Z arasındaki yakınlığı temsil etmektedir.

$$R = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.8 & 0.9 & 0.1 \\ 0.6 & 1.0 & 0.5 \\ 0.2 & 0.3 & 0.9 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (\text{II.6.28})$$

$$S = \begin{matrix} & z_1 & z_2 & z_3 \\ \begin{matrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0.1 & 0.5 \\ 0.7 & 0.9 & 0.2 \\ 0.1 & 0.8 & 0.8 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (\text{II.6.29})$$

R ve S’nin $R \circ S$ şeklindeki birleşimi eşitlik II.6.30’da verildiği gibi bulunur.

$$R \circ S = \begin{bmatrix} 1 & 0.6 & 0.3 \\ 0.4 & 0.9 & 0.1 \\ 0.5 & 0.2 & 0.7 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 1 & 0.1 & 0.5 \\ 0.7 & 0.9 & 0.2 \\ 0.1 & 0.8 & 0.8 \end{bmatrix} \quad (\text{II.6.30})$$

$$\begin{aligned}
&= \begin{bmatrix} (1 \wedge 1) \vee (0.6 \wedge 0.7) \vee (0.3 \wedge 0.1) \\ (0.4 \wedge 1) \vee (0.9 \wedge 0.7) \vee (0.1 \wedge 0.1) \\ (0.5 \wedge 1) \vee (0.2 \wedge 0.7) \vee (0.7 \wedge 0.1) \\ (1 \wedge 0.1) \vee (0.6 \wedge 0.9) \vee (0.3 \wedge 0.8) \\ (0.4 \wedge 0.1) \vee (0.9 \wedge 0.9) \vee (0.1 \wedge 0.8) \\ (0.5 \wedge 0.1) \vee (0.2 \wedge 0.9) \vee (0.7 \wedge 0.8) \\ (1 \wedge 0.5) \vee (0.6 \wedge 0.2) \vee (0.3 \wedge 0.8) \\ (0.4 \wedge 0.5) \vee (0.9 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.8) \\ (0.5 \wedge 0.5) \vee (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.7 \wedge 0.8) \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} 1 \vee 0.6 \vee 0.1 & 0.1 \vee 0.6 \vee 0.3 & 0.5 \vee 0.2 \vee 0.1 \\ 0.4 \vee 0.7 \vee 0.1 & 0.1 \vee 0.9 \vee 0.1 & 0.4 \vee 0.2 \vee 0.1 \\ 0.5 \vee 0.2 \vee 0.1 & 0.1 \vee 0.2 \vee 0.7 & 0.5 \vee 0.2 \vee 0.7 \end{bmatrix} \\
R \circ S &= \begin{matrix} & z_1 & z_2 & z_3 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0.6 & 0.5 \\ 0.7 & 0.9 & 0.4 \\ 0.5 & 0.7 & 0.7 \end{bmatrix} \end{matrix}
\end{aligned}$$

$R \circ S$ birleşim işlemi, Y üzerinden gidilerek X 'in Z 'ye olan yakınlığını ifade etmektedir. Eşitlik II.6.31'de verilen tanımlama benzer yolda düşünülmesi için bir sebeptir.

$R \circ S$ 'nin üyelik derecesi x_1 ve z_1 'e bağlı olarak eşitlik II.6.31'de belirtilmiştir.

$$\mu_{R \circ S}(x_1, z_1) = 1 \quad (\text{II.6.31})$$

Bu üyelik değeri, x_1 ve z_1 'in yakınlığına bakarak tahmin edilebilir. x_1 'den z_1 'e giden ve y_1 , y_2 ve y_3 'ten geçen üç yol vardır. Bu üç yol II.6.32'de verilmiştir. Okların üzerindeki numaralar yakınlık için üyelik derecelerini ifade etmektedir.[21]

Her yol için yakınlık

$$\begin{array}{lcl}
 \text{1.Yol: } x_1 & \xrightarrow{1.0} y_1 \xrightarrow{1.0} z_1 & 1.0 \wedge 1.0 = 1.0 \\
 \text{2.Yol: } x_1 & \xrightarrow{1.0} y_1 \xrightarrow{0.7} z_1 & 0.6 \wedge 0.7 = 0.6 \\
 \text{3.Yol: } x_1 & \xrightarrow{0.3} y_1 \xrightarrow{0.7} z_1 & 0.3 \wedge 0.1 = 0.1
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1.0 \\ 0.6 \\ 0.1 \end{array}} \right\} \max \Rightarrow 1.0 \quad (\text{II.6.32})$$

Her yolun üzerinde, X ve Y ile Y ve Z'nin yakınlıkları için üyelik dereceleri yer almaktadır. Toplam yakınlığı bulmak için min-işlem metodu uygulanmıştır.

Min-işlem, uzun yolların seçilmesini engellemektedir (büyük değer daha yakını ifade eder). Ayrıca, "Yakınlık" için üç yoldan en kısa olan yolun seçilmesi de doğaldır. Çünkü en kısa yol en büyük üyelik derecesine sahiptir.

Max-işlemi en çok arzu edilen yolu seçmek için kullanılmıştır. Böylelikle, x_1 ve z_1 için $R \circ S$ 'nin yakınlık üyelik derecesini 1.0 olarak elde edilmiştir.

Benzer işlemi uygulayarak $R \circ S$ bulanık ilişkisi elde edilmiştir.

Bu bileşimi bilgisayarda programlamak için matrislerin çarpımında \times ile \wedge , $+$ ile \vee yer değiştirebilir.

A bulanık kümesi ile R bulanık ilişkisi eşitlik II.6.33'te verildiği gibi $A \circ R$ birleşimi şeklinde alınmıştır.

A bulanık kümesi (1×3) elemanlı diziyle, R bulanık ilişkisi (3×2) elemanlı matrisle temsil edilmiştir.

$$\begin{array}{c}
 \text{A bulanık kümesi} \\
 \boxed{\begin{array}{|c|c|c|} \hline 0.8 & 0.5 & 0.1 \\ \hline \end{array}} \circ \begin{array}{c}
 \text{R bulanık ilişkisi} \\
 \boxed{\begin{array}{|c|c|} \hline 1.0 & 0.2 \\ \hline 0.5 & 0.4 \\ \hline 0.3 & 0.9 \\ \hline \end{array}} = \begin{array}{c}
 \text{A} \circ \text{R bulanık kümesi} \\
 \boxed{\begin{array}{|c|c|} \hline 0.8 & 0.4 \\ \hline \end{array}} \quad (\text{II.6.33})
 \end{array}$$

Eşitlik II.6.33’de verilen $A \circ R$ işlemi programlandığında, öncelikle R bulanık matrisi R_1 ve R_2 isimli iki diziye bölünür.

R bulanık ilişkisi

1.0	0.2
0.5	0.4
0.3	0.9

R_1 dizisi R_2 dizisi

$A \circ R_1$ ifadesinin hesaplanması eşitlik II.6.34’te verilmiştir.

$$\begin{array}{c}
 \text{A bulanık kümesi} \\
 \begin{array}{|c|c|c|}
 \hline
 0.8 & 0.5 & 0.1 \\
 \hline
 \end{array} \\
 \begin{array}{ccc}
 A[0] & A[1] & A[4]
 \end{array}
 \end{array}
 \circ
 \begin{array}{c}
 \text{R}_1 \text{ bulanık ilişkisi} \\
 \begin{array}{|c|}
 \hline
 R[0,0] \quad 1.0 \\
 \hline
 R[1,0] \quad 0.5 \\
 \hline
 R[2,0] \quad 0.3 \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|}
 \hline
 \text{A} \circ \text{R}_1 \text{ bulanık kümesi} \\
 \hline
 0.8 \\
 \hline
 \end{array}
 \quad (\text{II.6.34})$$

$$(0.8 \wedge 1.0) \vee (0.5 \wedge 0.5) \vee (0.1 \wedge 0.3) = 0.8 \vee 0.5 \vee 0.1 = 0.8$$

Benzer şekilde $A \circ R_2 = 0.4$ olarak bulunur.

Bu değerler $A \circ R$ için oluşturulan diziye konduğunda sonuç eşitlik II.6.35’te verildiği gibi elde edilir.

$$A \circ R = \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 0.8 & 0.4 \\
 \hline
 \end{array} \quad (\text{II.6.35})$$

Örnek III

Bu örnekte, uzağı net göremeyen ve renk körü bir kişi bulunmaktadır. Bu kişi evinin yanındaki manava alışveriş yapmaya gittiğinde, manavın üst raflarında yer alan meyveleri net olarak görememektedir. Sadece meyvelerin boyut ve şekillerini algılayabilmektedir. Bu kişi 20 yıldır bu şekilde yaşamaktadır ve yılların getirdiği tecrübeyle artık meyvelerin özellikleri hakkında bazı bilgilere sahiptir. Örneğin, mandalınanın şekli yuvarlak ve boyutu diğer meyvelere göre nispeten daha küçüktür.

Bu kişinin meyveler hakkındaki bilgisinin bulanık ilişki şeklinde gösterildiği uygulama örneğinde öncelikle bulanık kümeler oluşturulmuştur. Bu kümelere birincisi meyvenin türünden, ikincisi meyvenin şeklinden oluşmaktadır.[21]

Tür = {mandalina, elma, ananas, karpuz, çilek}

Şekil = {uzun, yuvarlak, büyük}

Meyve türleri ile meyve şekilleri arasındaki bulanık ilişki eşitlik II.6.36'da verilmiştir.

$$\begin{array}{l} \text{uzun} \\ \text{yuvarlak} \\ \text{büyük} \end{array} \begin{array}{c} \text{mandalina} \quad \text{elma} \quad \text{ananas} \quad \text{karpuz} \quad \text{çilek} \\ \left[\begin{array}{ccccc} 0 & 0 & 0.3 & 0 & 0.8 \\ 0.9 & 1.0 & 0.3 & 1.0 & 0.2 \\ 0.2 & 0.4 & 0.7 & 1.0 & 0.1 \end{array} \right] \end{array} \quad (\text{II.6.36})$$

Bulanık ilişkilere bakıldığında mandalina meyvesi için “uzunluk” değerinin 0, “yuvarlaklık” değerinin 0.9 ve “büyüklük” değerinin 0.2 olduğu görülür. Buradaki sayılar, kişinin mandalinalar hakkındaki bilgisini yansıtmaktadır. Örneğin, bu kişinin önceden edindiği tecrübeye göre mandalinalar “neredeyse yuvarlak” ve “biraz büyük” meyvelerdir.

Bu örnekte, meyvelerin şekilleri için “uzunluk”, “yuvarlaklık” ve “büyüklük” olmak üzere sadece üç özellik ele alınmıştır. Eğer meyvelerin özellik sayısı arttırılırsa bulanık ilişkiler daha doğru şekilde tahmin edilir.

Bu kişinin manavın rafında algıladığı meyvenin hangi meyve olduğu tahmin edilmeye çalışılsın. Kişinin gördüğü meyve “yuvarlak ve büyük” ise bu meyvenin şekline dair bilgiler II.6.37’de verilmiştir.

$$\begin{array}{l} \text{uzun yuvarlak büyük} \\ [0 \quad 0.7 \quad 1.0] \end{array} \quad (\text{II.6.37})$$

Meyvenin türü, bulanık ilişkilerin II.6.38’de verilen birleşim işlemi sonucundan kolaylıkla anlaşılır.

$$[0 \quad 0.7 \quad 1.0] \circ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.3 & 0 & 0.8 \\ 0.9 & 1.0 & 0.3 & 1.0 & 0.2 \\ 0.2 & 0.4 & 0.7 & 1.0 & 0.1 \end{bmatrix} \quad (\text{II.6.38})$$

$$\begin{array}{l} \text{mandalina elma ananas karpuz çilek} \\ [0.7 \quad 0.7 \quad 0.7 \quad 1.0 \quad 0.2] \end{array} \quad (\text{II.6.39})$$

II.6.39’da elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında üyelik derecesinin en yüksek olması sebebiyle gözlemlenen meyvenin türünün karpuz olma olasılığının en yüksek olduğu görülür. Farklı ihtimaller hesaba katıldığında gözlemlenen meyvenin türü, mandalina, elma, ananas ve daha düşük bir ihtimalle çilek olabilir.

Kişinin manavın rafında algıladığı başka bir meyvenin şekli, “nispeten uzun”, “bir dereceye kadar yuvarlak” ve “çok büyük değil” şeklinde algılanmış ise, bu bulanık ilişki II.6.40’da verildiği gibi olur.[21]

$$\begin{array}{l} \text{uzun yuvarlak büyük} \\ [0.5 \quad 0.5 \quad 0.3] \end{array} \quad (\text{II.6.39})$$

Daha sonra II.6.40’ta verilen birleşim işlemi sonucunda meyvenin ne olduğu bulunmuştur.

$$[0.5 \quad 0.5 \quad 0.3] \circ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.3 & 0 & 0.8 \\ 0.9 & 1.0 & 0.3 & 1.0 & 0.2 \\ 0.2 & 0.4 & 0.7 & 1.0 & 0.1 \end{bmatrix} \quad (\text{II.6.40})$$

$$\begin{matrix} \text{mandalina} & \text{elma} & \text{ananas} & \text{karpuz} & \text{ilek} \\ [0.5 & 0.5 & 0.3 & 0.5 & 0.5] \end{matrix} \quad (\text{II.6.41})$$

II.6.41’de verilen ifadeye matrise göre kişinin algıladığı meyvenin mandalina, elma, karpuz ve ilek olması olasılıklarının birbirine eşit oldukları görülmektedir. Diğer bir ifadeyle bu meyve, hem mandalina hem elma hem karpuz hem de ilek olabilir. Bu nedenle meyvenin türü hakkında kesin bir Őey söylemek mümkün değildir.[21]

rnek IV

Bu örnekten, vadeli krediyle ev almak isteyen üç kişiden hangisine hangi vadeyle kredi verileceğinin bilgisayar tarafından bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak belirlenmesi sağlanmıştır.

rnekten, ev satın almak için vadeli krediye müracaat eden üç kişi bulunmaktadır. Bu kişiler sırasıyla B, C ve D kişileridir. Yalnız, bu kişilerin gelirleri bilgisayarın veritabanında kayıtlı olmadığından kime hangi vadede kredi verileceği bilinmemektedir.

Yalnız, adayların finansal durumları, kullandıkları otomobillerin fiyatlarına bakılarak tahmin edilebilmektedir.

Kredi verilecek adaylar ve sahip oldukları otomobillerin fiyatları Tablo II.6.1’de verilmiştir.[21]

Tablo II.6.1 Kredi verilecek adayların isimleri ve otomobillerinin fiyatları.[21]

Kişinin İsmi	Otomobilinin Fiyatı (\$)
B	9.200
C	48.000
D	16.000

Sezgiler, vadeli ev kredisi verilecek doğru kişinin C kişisi olduğu söylemektedir. Fakat, kredi verilecek en uygun kişinin kim olduğunu bulanık ilişkiler ve bileşim işlemleri yardımıyla bulunabilmektedir.

Kural 1: EĞER otomobil “pahalı” İSE gelir “yüksek”

Kural 2: EĞER gelir “yüksek” İSE kredi “kısa vadeli” verilebilir

Bulanık çıkarım için oluşturulan üç adet küme eşitlik II.6.42’de verilmiştir.[21]

Otomobilin fiyatı = {ucuz, orta, pahalı}

Adayın geliri = {düşük, orta, yüksek} (II.6.42)

Kredi ödeme vadesi = {kısa, orta, uzun}

Kural 1, adayın kullandığı “otomobil” ile adayın “geliri” arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu kural, bulanık ilişki matrisi şeklinde eşitlik II.6.43’te verilmiştir.

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{(gelir)} \\ \text{düşük} & \text{orta} & \text{yüksek} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{ucuz} \\ \text{orta} \\ \text{pahalı} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.6 & 0.3 & 0.3 \\ 0.3 & 0.8 & 0.3 \\ 0.1 & 0.3 & 0.7 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (II.6.43)$$

Eşitlik II.6.43’te verilen bulanık ilişki matrisinin ilk sütununda, düşük gelire sahip insanların ucuz otomobilleri satın almaya meyilli oldukları görülmektedir. Diğer sütunlara bakıldığında yine benzer şekilde kişinin geliri ile sahip olduğu otomobilin fiyatı arasında benzer paralel ilişki olduğu gözlenmektedir.

Diğer yandan, adayın geliri ile adaya verilecek kredinin vadesi arasındaki S bulanık ilişkisi eşitlik II.6.44’te verilmiştir.

$$S = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{(kredi vadesi)} \\ \text{kısa} & \text{orta} & \text{uzun} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{düşük} \\ \text{orta} \\ \text{yüksek} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0.3 & 1.0 \\ 0.2 & 0.6 & 0.5 \\ 0.8 & 0.4 & 0.4 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (II.6.44)$$

Eşitlik II.6.43 ve eşitlik II.6.44’teki bulanık ilişkiler, II.6.45 ve eşitlik II.6.46’daki gibi de gösterilebilir.[21]

$$R \subset (\text{otomobilin fiyatı}) \times (\text{gelir}) \quad (II.6.45)$$

$$S \subset (\text{gelir}) \times (\text{kredi vadesi}) \quad (II.6.46)$$

Böylece $R \circ S$ bulanık ilişkisi, (otomobil fiyatı) \times (kredi vadesi) kartezyen çarpımının sonucunda elde edilmiş olur.

$R \circ S$ birleşimi, max ve min işlemleri kullanılarak eşitlik II.6.47’de verildiği gibi elde edilir.[21]

$$R \circ S = \begin{matrix} & \text{düşük} & \text{orta} & \text{yüksek} \\ \text{ucuz} & \begin{bmatrix} 0.6 & 0.3 & 0.3 \end{bmatrix} \\ \text{orta} & \begin{bmatrix} 0.3 & 0.8 & 0.3 \end{bmatrix} \\ \text{pahalı} & \begin{bmatrix} 0.1 & 0.3 & 0.7 \end{bmatrix} \end{matrix} \circ \begin{matrix} & \text{kısa} & \text{orta} & \text{uzun} \\ \text{düşük} & \begin{bmatrix} 0 & 0.3 & 1.0 \end{bmatrix} \\ \text{orta} & \begin{bmatrix} 0.2 & 0.6 & 0.5 \end{bmatrix} \\ \text{yüksek} & \begin{bmatrix} 0.8 & 0.4 & 0.4 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (\text{II.6.47})$$

$$= \begin{matrix} & \text{kısa} & \text{orta} & \text{uzun} \\ \text{ucuz} & \begin{bmatrix} 0.3 & 0.3 & 0.6 \end{bmatrix} \\ \text{orta} & \begin{bmatrix} 0.3 & 0.6 & 0.5 \end{bmatrix} \\ \text{pahalı} & \begin{bmatrix} 0.7 & 0.4 & 0.4 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Üç adayın otomobillerinin ucuz, orta ve pahalı olmak üzere bulanık matris şeklindeki gösterimi II.6.48’de verilmiştir.

$$\begin{matrix} & \text{ucuz} & \text{orta} & \text{pahalı} \\ \text{B} & \begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 & 0 \end{bmatrix} \\ \text{C} & \begin{bmatrix} 0 & 0.2 & 0.8 \end{bmatrix} \\ \text{D} & \begin{bmatrix} 0.3 & 0.6 & 0.1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (\text{II.6.48})$$

II.6.48’de verilen bulanık ilişki matrisine göre B adayının otomobili ucuz, D adayının otomobili biraz pahalı, C adayının otomobili ise en pahalı olan otomobildir.

Üç adayın kredi ödeme vadeleri, eşitlik II.6.49’da verilen birleşim işlemi sonucunda elde edilir. Örneğin;

B adayının kredi ödeme vadesi eşitlik II.6.49’da verilmiştir.[21]

$$\begin{matrix} & \text{(otomobil)} \\ & \text{ucuz} & \text{orta} & \text{pahalı} \\ \begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 & 0 \end{bmatrix} \circ \begin{matrix} & \text{(kredi vadesi)} \\ & \text{kısa} & \text{orta} & \text{uzun} \\ & \begin{bmatrix} 0.3 & 0.3 & 0.6 \end{bmatrix} \\ & \begin{bmatrix} 0.3 & 0.6 & 0.5 \end{bmatrix} \\ & \begin{bmatrix} 0.7 & 0.4 & 0.4 \end{bmatrix} \end{matrix} \end{matrix} = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.3 & 0.6 \end{bmatrix} \quad (\text{II.6.49})$$

C adayının kredi ödeme vadesi, eşitlik II.6.50'de verilmiştir.[21]

$$\begin{array}{c} \text{(otomobil)} \\ \text{ucuz orta pahalı} \\ [0 \quad 0.2 \quad 0.8] \end{array} \circ \begin{bmatrix} 0.3 & 0.3 & 0.6 \\ 0.3 & 0.6 & 0.5 \\ 0.7 & 0.4 & 0.4 \end{bmatrix} = \begin{array}{c} \text{(kredi vadesi)} \\ \text{kısa orta uzun} \\ [0.7 \quad 0.4 \quad 0.4] \end{array} \quad (\text{II.6.50})$$

D adayının kredi ödeme vadesi, eşitlik II.6.51'de verilmiştir.

$$\begin{array}{c} \text{(otomobil)} \\ \text{ucuz orta pahalı} \\ [0.3 \quad 0.6 \quad 0.1] \end{array} \circ \begin{bmatrix} 0.3 & 0.3 & 0.6 \\ 0.3 & 0.6 & 0.5 \\ 0.7 & 0.4 & 0.4 \end{bmatrix} = \begin{array}{c} \text{(kredi vadesi)} \\ \text{kısa orta uzun} \\ [0.3 \quad 0.6 \quad 0.5] \end{array} \quad (\text{II.6.51})$$

Eğer birleşim işleminin sonuçları karşılaştırılacak olursa, ev almak için B'nin uzun vadeli krediye ihtiyaç duyduğu, D'nin krediyi geri ödeyebilmek için ortalama zamana ihtiyaç duyduğunu ve C'nin krediyi en kısa sürede ödeyebilecek kişi olduğu sonuçlarına ulaşılır.

Böylelikle, C kişinin ev satın almak için kredi verilecek kişi olması olasılığının en yüksek olduğu sonucuna ulaşılır.

BÖLÜM III

PERFORMANS DEĞERLENDİRME MODELİ

Bu bölümde, performans değerlendirme, performans değerlendirmenin önemi ve eğitimde kullanılabilirliği, bulanık mantık yaklaşımının öğretim üyelerinin performans değerlendirilmesinde kullanılabilmesine yönelik önerilen yöntem anlatılmıştır.

III.1 PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Performans değerlendirmenin tanımı, kaynaktan kaynağa veya kurumdan kuruma pek çok farklılık göstermektedir. Ancak performans değerlendirme genel olarak çalışanların; kurumları, üstleri ve kendileri tarafından konmuş olan hedeflere ne derece ulaştığının veya işin gerektirdiği yetkinlikleri ne derece kazandığının ölçümü olarak özetlenebilir.[22]

Bu değerlendirme, çalışanın işle ilgili davranışları, tutumları ve iş çıktıları üzerinden yapılmaktadır. Burada iki taraflı bir amaç gözetilmektedir. Organizasyon açısından performans değerlendirme sonuçları, çalışanlarının gerçek performanslarıyla olması gereken performansı arasındaki boşluğu (farkı) ortaya çıkararak bu farkı azaltmak veya ortadan kaldırmak için harekete geçme fırsatı yaratır. Çalışan açısından ise performans değerlendirme, kurumun kendisinden ne beklediğini anlayabilmesi ve bu beklentileri ya da hedefleri gerçekleştirmek için neler yapması gerektiğini görmesine olanak tanır.

Kurumlarda performans değerlendirmenin ıktıları terfi, eğitim ihtiyacının belirlenmesi, cretlendirme, rotasyon, kariyer yönetimi, iş geliştirme, iş zenginleştirme ya da işten uzaklaştırma gibi pek çok nedenle kullanılır.[22]

Günümüz rekabet ortamında kurumların en değerli kaynağı olan insan gücünün doğru yönlendirilmesi, kurum ve çalışan çıkarları açısından hayati önem taşımaktadır. Kurumların gelişimi ve büyümesi için insan kaynağının doğru, etkin ve adil değerlendirilmesi elzendir. Bu değerlendirme ne kadar doğru yapılırsa, çalışan o oranda motive olacak ve kurum da hedefleri doğrultusunda başarıyı çok daha kolay yakalayacaktır.

Performans değerlendirmesinin doğruluğu, etkinliği ve adilliği çalışan motivasyonu üzerinde de doğrudan etkilidir. Performans yönetimi ve değerlendirilmesi sistemi olması gerektiği gibi işlerse çalışan, kurum hedeflerine ulaşmak için daha fazla çaba harcayacak, daha verimli çalışacak yani hedeflerine ulaşmak için motive olacaktır. Hangi performans değerlendirme yöntemi kullanılırsa kullanılsın sonuçlar çalışanı motive edici yönde olmalıdır.[22]

Çalışanın iş yerindeki performansı üzerinde geribildirim almaya, yani diğer bir ifadeyle işini kurumun, üstünün veya çalışma arkadaşlarının gözünde nasıl yaptığı ile ilgili bilgi almaya ihtiyacı vardır. Bu geribildirim hem kendisine bulunduğu noktayı objektif olarak görme imkni taniyacak, hem kurumu tarafından dikkate alındığı ve yaptıklarının bir değeri olduğu gerçeğini gösterecek hem de kendini geliştirmesi için fırsat yaratacaktır. Bir kurumda performans değerlendirmenin varlığı bile çalışana, kurumunun onun bireysel gelişimi ve performansı ile ilgilendiği bilgisini verecektir. Her Őeyden önce çalışan, bu süreç boyunca üstü ile işiyle ilgili (iş yoğunluğu sebebiyle genelde ihmal edilen) yapılandırılmış ve formel bir etkileşim içine girecek, gelişimi için neler yapılabileceğini düşünecek, kendisinin ve kurumunun geleceğini değerlendirecektir.

Performans değerlendirmenin çalışanı motive edebilmesi için sonuçlarının çalışan için bir kazanç teşkil etmesi gerekir. Bu kazanç kurumdaki kuruma farklılık göstermekle birlikte genel uygulamada hem maddi hem de manevi olabilmektedir. Prim, hediye, ödül, zam gibi maddi kazançların yanında terfi, övgü veya yetki artırımını da çalışanlar üzerinde motive edici etkiye sahiptir.[22]

III.1.1 Performans Değerlendirmenin Eğitimde Kullanılabilirliği

İnsanlar, doğdukları günden itibaren bir eğitim süreci içine girmekte ve eğitim hayatın vazgeçilmez bir parçası haline gelmektedir. İnsanlarda öncelikle, yaşamsal eylemleri yerine getirme, biyolojik ve fiziksel ihtiyaçlarını karşılamayı öğrenmeyle ailede başlayan eğitim süreci, bir aileye, bir topluma ait olma, arkadaşlık gibi ilişki kurma ihtiyaçlarını karşılama, içinde bulunulan toplumun değerlerini, normlarını öğrenerek toplumun bir üyesi olma şeklinde sosyalleşme ve okul çağında devam etmektedir. Aynı eğitim süreci çalışma yaşamında mesleki bilgi ve becerisini artırma, yeni teknolojilerle uyum içinde çalışma amacıyla yeni nitelikler kazanma şeklinde somutlaşarak sürüp gitmektedir.

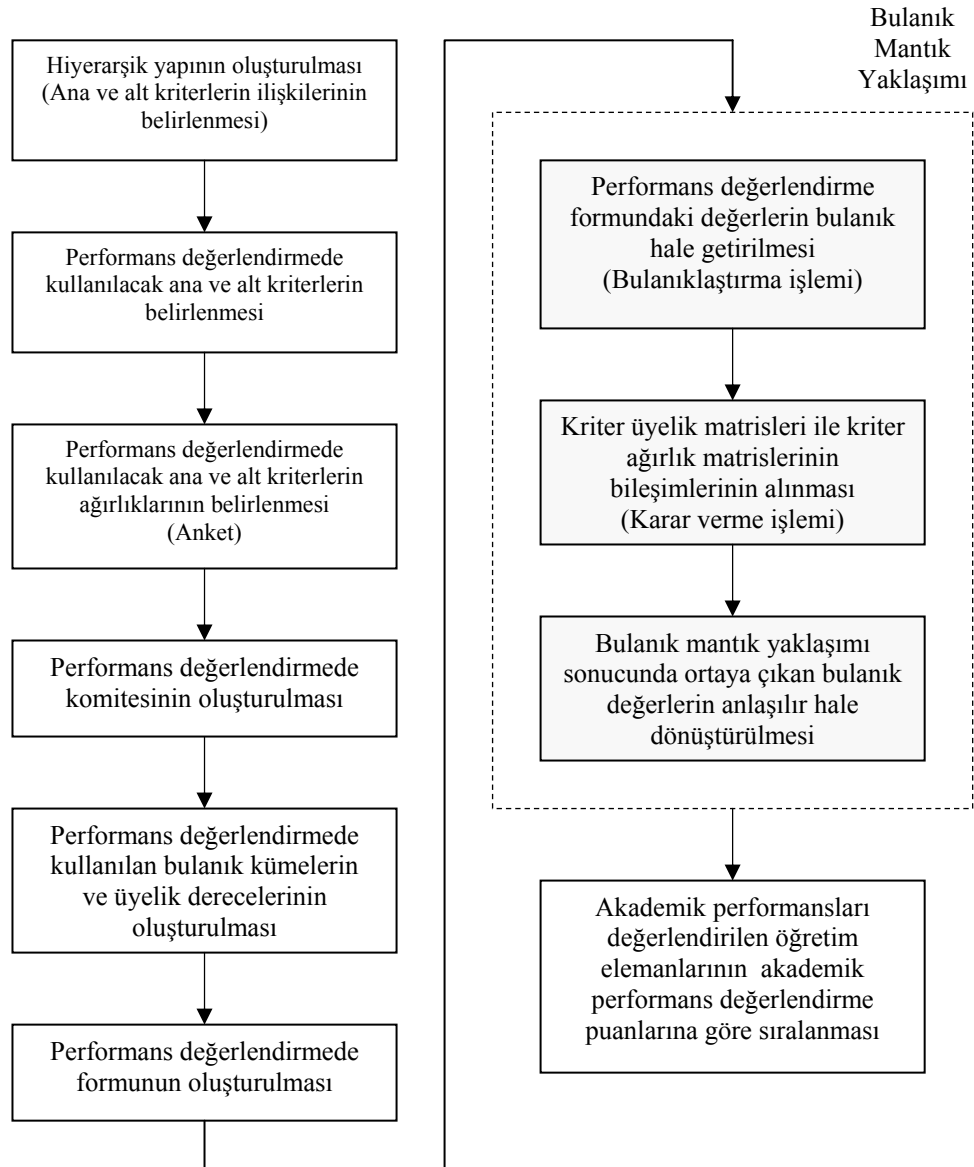
Formel eğitim süreci okul öncesi eğitim, ilk öğretim, orta öğretim ve yüksek öğretim aşamalarından oluşmaktadır. Her aşamanın işlevleri ayrı olmakla beraber, bir sonraki aşamaya hazırlık işlevi de görmektedirler. Dolayısıyla her eğitim kurumu öğrenciyi ne kadar iyi eğitirse bir sonraki eğitim kurumunun etkinliğini de o derece arttırmış olacaktır. Bunu başarabilmek için eğitim kurumlarının performanslarının değerlendirilmesi ve kendilerinden beklenen işlevleri ne derece yerine getirdiklerinin belirlenerek eksikliklerin giderilmesi gerekmektedir.[23]

Yükseköğretimin işlevlerinde başarılı ya da başarısız olması toplumun ekonomik, sosyal ve kültürel hayatını da etkiler. Eğitimde verimliliğin ve performansın ölçülmesi sonuçların uzun vadeye yayılması ve çoğu zaman göreceli olması nedeniyle çok zordur. Eğitimin amaçları, öğretimde başarıyı artıran öğeler, başarı ölçütlerinin neler olduğu konusu üzerinde çok az bir anlaşma vardır. Ancak yine de öğretim üyesi performansının değerlendirilmesi, eğitimdeki eksiklik ve yanlışlıkların saptanması, sorunların belirlenmesi, öğretim elemanlarının güdülenmesi ve geleceğe yönelik önlemlerin alınması için gereklidir.

Öğretim elemanının performans yeterliliği, öğretim elemanının yükümlü olduğu eğitim-öğretim etkinliğini gerçekleştirme konusunda algıladığı yeterlilik duygusudur. Eğitimde performans değerlendirmenin tüm zorluklarına karşın yukarıda sayılan gereklilikten dolayı bu çalışmada öğretim elemanı performansı değerlendirilmesinde ne tür ölçütler kullanılabileceği saptanmaya ve örnekleme performans ölçülmeye çalışılmıştır.[23]

III.2 PERFORMANS DEĞERLENDİRME MODELİ

Bu bölümde, özeti Şekil III.2.1’de verilmiş olan bulanık mantık yaklaşımıyla öğretim elemanlarının performanslarının değerlendirmesinde kullanılan model anlatılmıştır. Öncelikle, performans değerlendirme kriterlerinden oluşan hiyerarşik yapı tanıtılmış, daha sonra bu hiyerarşik yapıda yer alan kriterlerin belirlenmesi anlatılmıştır. Son olarak da performans değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi (anket çalışması) ve elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.



Şekil III.2.1 Performans değerlendirme modeli.

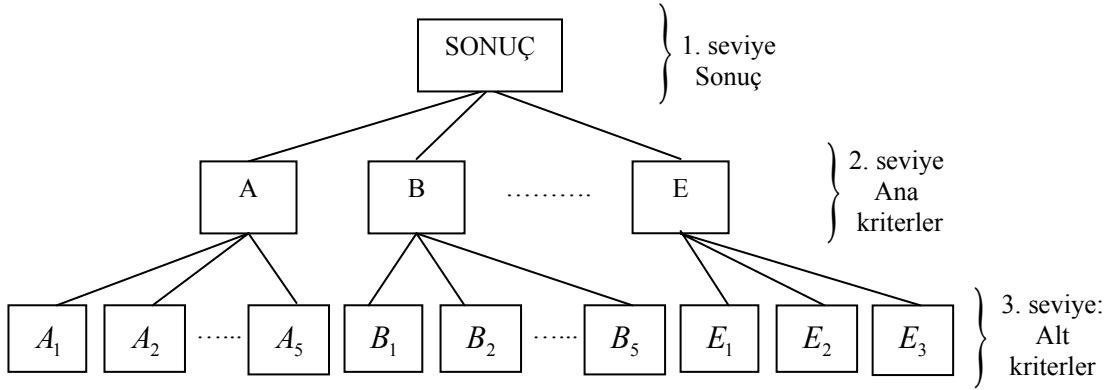
III.2.1 Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Bulanık mantık yaklaşımıyla öğretim elemanı performans değerlendirmesi Şekil III.2.2’de verilmiş olan üç seviyeli hiyerarşik yapıdan oluşturulmuştur.

Hiyerarşik yapının en alt kısmında bulunan 3. seviyede öğretim elemanının performansının değerlendirilmesinde kullanılan alt kriterler yer almaktadır.

Hiyerarşik yapının orta kısmında bulunan 2. seviyede öğretim elemanının performansının değerlendirilmesinde kullanılan ana kriterler yer almaktadır.

Hiyerarşik yapının en üst kısmında bulunan 1. seviyede sonuç yani öğretim elemanının performansının değerlendirme puanı yer almaktadır.



Şekil III.2.2 Performans değerlendirme modelinin hiyerarşik yapısı.[6]

III.2.2 Performans Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi

Öğretim elemanı performansını bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak değerlendirmek için öncelikle performans değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi gerekir. Literatürde iyi bir eğitimcinin ideal özelliklerinin neler olması gerektiği konusunda bir çok araştırma yapılmıştır.[24]

Aşağıda, iyi bir öğretim elemanında olması gereken özelliklere ilişkin envanterde geçen tanımlara yer verilmiştir.

Üstün eğitimci, konusunu açık ve anlaşılır bir şekilde anlatan, konusunun uzmanı, derse hazır gelen, öğrenci-öğretmen uyumu çok iyi olan kişi olarak tanımlanmaktadır.[24]

Feldman, eğitimcilerin halleri, davranışları ve eğitsel uygulamaları üzerine yapılan 30’den fazla çalışma üzerine yaptığı değerlendirmede, özellikleri 22 boyut

içinde gruplandırmıştır. Bunların ilk on tanesi içinde eğitimcinin duyarlılığı, kaygıları, sınıf düzeyini ve ilerlemeyi gözetmesi, öğrencilere saygı göstermesi, dostça davranması, yardımcı olması gibi özellikler yer almaktadır.[25]

Lowman, eğitimci özelliklerini incelerken, onlarda hem kişiler arası ilişkileri düzenleyen yüksek duygusal ve zihinsel heyecanlar hem de onların demokratik veya hükümran veya yaklaşılabilir olma gibi boyutlarını ele almaktadır.[26]

İdeal eğitimci, öğrencileri ile sağlıklı pedagojik ilişki kuranlardır. Bu şekilde sağlanan ilişki, hem eğitimcinin meslekî başarısının ürünü hem de meslekî başarısının temelidir.[27] Eğitimci, sınıftaki tüm öğrencilerle ilgilenmeli, onların derse katılmalarını sağlamalı, sözel ve sözel olmayan davranışlarını, öğrencilerin ders başarısını arttıracak şekilde düzenlemelidir.[28]

Bu çalışmada, yukarıdaki tanımlardan faydalanılarak, eğitimde performans değerlendirmeyle ilgili literatürde yapılmış çalışmalardan da yararlanarak bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirmesinde kullanılacak ana ve alt değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Öğretim elemanının performansını değerlendirme konumunda bulunan kişilerle yapılan anket sonucunda aşağıdaki beş ana kriter ve bu ana kriterler ait alt kriterler elde edilmiştir.

1. Beşeri İlişkiler
2. Kişilik
3. Mesleki Yeterlilik
4. Öğretme Yeterliliği
5. Teknik Yetenek

Öğretim elemanının performansının değerlendirilmesinde kullanılan ana kriterlerin içerikleri ve alt kriterleri ayrıntılı olarak aşağıda açıklanmıştır.

III.2.2.1 Beşeri İlişkiler

Günlük sosyal hayatın, insanlar, gruplar ve toplumlar arası ilişkilerin temelini “iletişim” kavramı oluşturmaktadır. İletişim kısaca, “bilgi üretme, aktarma ve anlamlandırma süreci” olarak tanımlanmaktadır.[29]

Sınıf, öğretmenler ve öğrencilerin, belli eğitsel amaçlara ulaşabilmek için, kendilerinde var olan ve çeşitli iletişim araçları ile sağladıkları bilgi ve yaşantıları uygun bir düzenlenişle paylaştıkları ortamdır.[30]

Sınıf, öğretim amaçlarının gerçekleşmesi için düzenlenmiş bir ortamdır. Bu amaçların gerçekleşmesi ise eğitim ortamındaki bireyler arasında oluşan iletişimin niteliğine bağlı olarak gerçekleşir. İletişim olumlu yönde gerçekleşirse amaçların gerçekleşme imkanı o kadar fazla olacaktır. Bu nedenle öğretimin etkili olabilmesi iletişim süreçlerinin iyi işletilmesine bağlıdır.

İletişim öğrenmenin aracıdır. Bu nedenle iletişim eğitimin en etkili aracıdır. Eğitim kurumları gibi karmaşık bir yapıya sahip örgütlerde hedeflerin somut etkinliklere ve başarılı sonuçlara dönüştürülebilmesi iletişimle mümkün olacaktır.

İletişim haber ve bilgilerin çok yönlü akımıdır. Sınıfta öğretim elemanı-öğrenci, öğrenci - öğrenci, öğretim elemanı-öğrenci-çevre gibi çok yönlü bir iletişim vardır. En etkili iletişim iki yönlü ve yüz yüze olan iletişimdir. Öğretim elemanı, öğrencileriyle kuracağı iletişim sayesinde onların ilgilerini, hazır bulunuşluk düzeylerini, beklentilerini belirleyebilir. Bu nedenle öğretim elemanları uygun ortamlar sağlayarak öğrencilere büyük ölçüde katılma ve tartışma fırsatı yaratmalıdır. Bu nedenle tek yönlü iletişimden kaçınılmalıdır.[30]

Etkili bir iletişimin olabilmesi için öğrenci ve öğretim elemanının dinleme, anlama, konuşma, ayırt etme, eleştirme, değerlendirme yeteneklerini geliştirmek gerekmektedir.

İletişimin en önemli ögesi dildir. İnsanlar dil denilen sembolik araç yardımı ile sözlü yada yazılı olarak iletişimde bulunurlar. Öğretim elemanı bütün mesajlarını dil ile gerçekleştirir. Öğretim elemanı açık, anlaşılır öğrenci seviyesine uygun herkesin aynı şeyi anlayacağı şekilde dili kullanmalıdır.[31]

Beşeri ilişkilerle ilgili yapılan literatür araştırması sonucunda elde edilen bulgulara göre bir öğretim elemanında bulunması gereken beşeri ilişkilere ait özellikler beş ana madde altında toplanmıştır. Bu ana maddeler aşağıda verilmiştir.

1. Öğrencilere doğru ve etkili mesaj iletebilme.
2. Öğrencilerden gelen mesajları doğru algılayabilme.
3. Öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirme ve yönlendirme.
4. Öğretim elemanları ile öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirme.
5. Net ve anlaşılabilir konuşabilme.

III.2.2.2 Kişilik

Günümüze kadar hakkında bir çok fikir üretilen ve kuram oluşturulan “kişilik” kavramının değişik yönleriyle bir çok tanımı yapılmıştır. Bu tanımlardan bazıları şunlardır:

Kişilik doğuştan gelen biyolojik özelliklerle, çevreden gelen sosyal etmenlerin birbiri üzerine yaptıkları etkilerin meydana getirdiği ahenkli bir bütündür.[33]

Kişilik, hem kalıtsal özelliklerin, hem de çevrenin bir ürünüdür. Kişilik, kişide yapıların, davranış biçimlerinin, düşünüş özelliklerinin, ilgi ve eğilimlerin, yetenek, kabiliyet ve yönelişlerin, ruhsal durumların karakteristik bir bütünleşmesidir. Kişilik, bir insanı nesnel veya özel yanlarıyla diğerlerinden farklı kılan duygu, düşünce ve davranış özelliklerinin tümüdür.[34, 35]

Öğretim elemanının kişilik özelliklerinin olumlu bir eğitim ortamı yaratılmasında ve öğretim çalışmalarının verimli olmasında en önemli değişken olduğunun anlaşılmasıyla birlikte bu alanda çok çeşitli araştırmalar yapıldığı görülmektedir. Öğretim elemanlarının kişilik özellikleri konusunda yurt dışında ve yurt içinde pek çok araştırma yapılmıştır. Ancak, öğretim elemanlarında bulunması gereken kişilikle ilgili nitelikleri kesin olarak sağlama ve sınırlama olanağı yoktur. Çünkü insanın kişiliği çok çeşitli düşünsel, duygusal eğilimler ile çok çeşitli değerlerin etkisi altında oluşmaktadır. Diğer taraftan, bedensel gelişmeyle ilgili özelliklerin de kişilik üzerindeki etkileri dikkate alınırsa öğretim elemanlarının kişisel niteliklerine ilişkin ölçütler koymanın oldukça zor olduğu görülür.[31]

Kişilikle ilgili yapılan literatür araştırması sonucunda elde edilen bulgulara göre bir öğretim elemanında bulunması gereken temel kişilik özellikleri beş ana madde altında toplanmıştır. Bu ana maddeler aşağıda verilmiştir.

1. Kendine güven ve işbirliğine açıklık.
2. Güvenilir ve dürüst kişilik.
3. Düzenli, temiz giyim ve görünüm.
4. Yaratıcılık, esneklik ve sorun çözücülük.
5. Mesleğine karşı duyduğu ilgi, istek ve heyecan.

III.2.2.3 Mesleki Yeterlilik

Yeterlik, bir işi yapma imkanı ve gücünü sağlayan özel bilgi yada görevini yerine getirebilme gücü olarak tanımlanabilir. Yeterlilik, yeterli olma halidir.[29]

Mesleki kelimesi meslekle ilgili olan anlamına gelmektedir.[29]

Yukarıdaki tanımlardan yola çıkarak mesleki yeterliliği kişinin mesleğinin gerektirdiği tüm niteliklere ve sorumluluklara sahip olması şeklinde tanımlayabiliriz.

Öğretim kurumunda öğretme-öğrenme işlevlerini gerçekleştiren temel öge öğretim elemanı olduğuna göre, öğretim elemanının bu sorumlulukları yerine getirebilmesi için mesleğinin gerektirdiği niteliklere sahip olması gerekmektedir.[31]

Mesleki yeterlilikle ilgili yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bulgulara göre bir öğretim elemanında bulunması gereken mesleki yeterliliğe ait özellikler beş ana madde altında toplanmıştır. Bu ana maddeler aşağıda verilmiştir.

1. Alanıyla ilgili yeterli derecede teorik bilgiye sahip olma.
2. Alanıyla ilgili yeterli derecede pratik yeteneğe sahip olma.
3. Ulusal düzeydeki araştırmalara katkı sağlama.
4. Uluslararası düzeydeki araştırmalara katkı sağlama.
5. Alanıyla ilgili bilimsel gelişmeleri ve yenilikleri yakından takip etme.

III.2.2.4 Öğretme Yeterliliği

Eğitimcilik, meslek olarak öğretme etkinliğinin ağırlıklı olduğu bir meslek olarak görüldüğü gibi, öğretim elemanının çok iyi bir konu alanı bilgisine sahip olması çoğu zaman yeterli olmamakta, çok iyi bir konu alanı bilgisine sahip olmasına ilave olarak konuyu karşısındakilere nasıl öğreteceğini de bilmesi gerekmektedir. İşte bu noktada öğretim elemanının öğretme yeterliliği kavramı ön plana çıkmaktadır.

Öğretme yeterliliği, kişinin sahip olduğu bilgi birikimini karşıdaki kişilere etkili ve verimli biçimde aktarabilme bilgi ve yeteneğine sahip olması olarak tanımlanabilir. Öğretme yeterliliği, öğrenme sürecinde oldukça önemli ve etkin bir rol oynadığından bir eğitimcinin sahip olması gereken en önemli ve temel yeterliliklerden biridir.[32]

Öğretme yeterliliğiyle ilgili yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bulgulara göre bir öğretim elemanında bulunması gereken öğretim yeterliliğine ait özellikler beş ana madde altında toplanmıştır. Bu ana maddeler aşağıda verilmiştir.

1. Öğretilen bilginin güncel hayata transferini sağlama.
2. Eğitim ortamını (sınıf/laboratuvar) düzenleme.
3. Öğrencileri kontrol altında tutma ve disipline etme.
4. Öğretme etkinliklerini planlama ve uygulama.
5. Öğretim materyallerini ve teknolojilerini kullanabilme.

III.2.2.5 Teknik Yetenek

Mesleğinde başarılı bir öğretim elemanının sahip olması gereken nitelik, yeterlilik ve yetenekler elbette ki yukarıda anlatılanlarla sınırlı değildir. Buraya kadar anlatılan iyi bir öğretim elemanının sahip olması gereken özelliklerden oluşan kriterlerinin bulunduğu sınıflara dahil olmayan fakat önemli olan kriterler de vardır.

Özellikle teknik eğitim verilen yüksek öğretim kurumlarında görev alan öğretim elemanlarında bulunması gereken en önemli yeteneklerden biri de teknik yetenektir.

Teknik yetenekle ilgili yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bulgulara göre bir öğretim elemanında bulunması gereken teknik yeteneğe ait özellikler beş ana madde altında toplanmıştır. Bu ana maddeler aşağıda verilmiştir.

1. Bilgisayar yazılımları hakkında bilgi ve beceri sahibi olma.
2. Bilgisayar donanımları hakkında bilgi ve beceri sahibi olma.
3. Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilme bilgi ve becerisine sahip olma.

Bulanık mantık yaklaşımının kullanıldığı öğretim elemanı performans değerlendirme modelinin hiyerarşik yapısı ve öğretim elemanlarının performanslarının değerlendirilmesinde kullanılacak kriterler Tablo III.2.1’de verilmiştir. Ana kriterler sınıflandırmada ve sıralamada kolaylık sağlama açısından tabloda sırasıyla K1, K2, ..., K5 şeklinde numaralandırılmıştır. Ana kriterlere benzer biçimde alt kriterler de sınıflandırmada ve sıralamada kolaylık sağlama açısından tabloda sırasıyla her bir ana kriterle ilişkili olarak K11, K12, ..., K15 şeklinde numaralandırılmıştır.

Tablo III.2.1 Performans değerlendirmede kullanılan ana kriterler ve alt kriterler.

Ana Kriterler	Alt Kriterler
K1 Beşeri İlişkiler	K11 Öğrencilere doğru ve etkili mesaj iletebilme. K12 Öğrencilerden gelen mesajları doğru şekilde algılayabilme. K13 Öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirme ve yönlendirme. K14 Öğretim elemanları ile öğrenciler arası iletişimi geliştirme. K15 Net ve anlaşılabilir konuşabilme.
K2 Kişilik	K21 Kendine güven ve işbirliğine açıklık. K22 Güvenilir ve dürüst kişilik. K23 Düzenli, temiz giyim ve görünüm. K24 Yaratıcılık, esneklik ve sorun çözücülük. K25 Mesleğine karşı duyduğu ilgi, istek ve heyecan.
K3 Mesleki Yeterlilik	K31 Alanıyla ilgili yeterli derecede teorik bilgiye sahip olma. K32 Alanıyla ilgili yeterli derecede pratik yeteneğe sahip olma. K33 Ulusal düzeydeki araştırmalara katkı sağlama. K34 Uluslararası düzeydeki araştırmalara katkı sağlama. K35 Alanıyla ilgili bilimsel gelişmeleri yakından takip etme.
K4 Öğretme Yeterliliği	K41 Öğretilen bilginin güncel hayata transferini sağlama. K42 Eğitim ortamını (sınıf/lab) düzenleme. K43 Öğrencileri disipline etme. K44 Öğretme etkinliklerini planlama ve uygulama. K45 Öğretim materyallerini etkin bir şekilde kullanabilme.
K5 Teknik Yetenek	K51 Bilgisayar donanımları hakkındaki bilgi ve beceri sahibi olma. K52 Bilgisayar yazılımları hakkındaki bilgi ve beceri sahibi olma. K53 Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilme.

III.2.3 Performans Değerlendirme Kriter Ağırlıkları

Bu bölümde, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirmesinde kullanılacak ana kriterler ile alt kriterlerin kendi içindeki ağırlıklarının (önem derecelerinin) belirlenmesi anlatılmıştır.

Farklı özellikler ihtiva etmeleri nedeniyle, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirmesinde kullanılan ana kriterler ile alt kriterlerin önem dereceleri de birbirlerine göre farklılıklar göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, ana kriterler ve alt kriterlerden bir kısmı diğer kriterlere göre çok daha önemli iken bazıları diğerlerine göre daha az öneme sahiptir.

Burada, hangi kriter ya da kriterlerin diğer kriter ya da kriterlere göre ne kadar önemli ya da ne kadar önemsiz olduğunun nasıl bilineceği sorusuyla karşılaşmaktadır. Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirmesinde kullanılan ana kriterler ile alt kriterlerin ağırlıkları Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi bünyesindeki farklı bölümlerde görev alan öğretim elemanlarıyla gerçekleştirilen ölçme çalışması sonucunda elde edilmiştir.

Gerçekleştirilen ölçme çalışması sürecinde, ölçmeye katılan öğretim elemanlarının her birine EK-A’da verilmiş olan “Performans Değerlendirme Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesine İlişkin Ölçme Aracı” verilerek, formu kendi fikirleri doğrultusunda doldurmaları istenmiştir.

Formların ilgili yerleri öğretim elemanları tarafından uygun şekilde doldurulduktan sonra formlar bir araya getirilerek öğretim elemanlarının yaptığı değerlendirmeye göre her bir ana kriter ve alt kriter için aritmetik ortalama değeri (ağırlık oranı) hesaplanmıştır.

Gerçekleştirilen çalışma sonucunda elde edilen ana kriterler ile alt kriterlere ait ağırlık değerleri Tablo III.2.2’de verilmiştir.

Tablo III.2.2 Performans değerlendirme kriterleri ve kriterlerin ağırlıkları.

Ana Kriter	Ağırlık Oranı	Alt Kriter	Ağırlık Oranı
K1 Beşeri İlişkiler	0.2	K11 Öğrencilere doğru ve etkili mesaj iletebilme	0.25
		K12 Öğrencilerden gelen mesajları doğru şekilde	0.25
		K13 Öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirme ve	0.15
		K14 Öğretim elemanları ile öğrenciler arası iletişimi	0.15
		K15 Net ve anlaşılabilir konuşabilme	0.20
K2 Kişilik	0.4	K21 Kendine güven ve işbirliğine açıklık	0.15
		K22 Güvenilir ve dürüst kişilik	0.40
		K23 Düzenli, temiz giyim ve görünüm	0.15
		K24 Yaratıcılık, esneklik ve sorun çözücülük	0.10
		K25 Mesleğine karşı duyduğu ilgi, istek ve heyecan	0.20
K3 Mesleki Yeterlilik	0.2	K31 Alanıyla ilgili yeterli derecede teorik bilgiye	0.25
		K32 Alanıyla ilgili yeterli derecede pratik yeteneğe	0.25
		K33 Ulusal düzeydeki araştırmalara katkı sağlama	0.17
		K34 Uluslararası düzeydeki araştırmalara katkı	0.17
		K35 Alanıyla ilgili bilimsel gelişmeleri yakından	0.16
K4 Öğretme Yeterliliği	0.1	K41 Öğretilen bilginin güncel hayata transferini	0.20
		K42 Eğitim ortamını (sınıf/lab) düzenleme	0.20
		K43 Öğrencileri disipline etme	0.25
		K44 Öğretme etkinliklerini planlama ve uygulama	0.15
		K45 Öğretim materyallerini etkin bir şekilde	0.20
K5 Teknik Yetenek	0.1	K51 Bilgisayar donanımları hakkındaki bilgi ve	0.30
		K52 Bilgisayar yazılımları hakkındaki bilgi ve	0.30
		K53 Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilme	0.40

III.2.4 Performans Değerlendirme Komitesi

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanlarının performansları değerlendirilirken bulanık mantık algoritmasında kullanılacak verilerin belirlenmesi, performans değerlendirme komitesi tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu değerlendirme komitesi, performansı değerlendirilecek öğretim elemanlarını iyi tanıyan kişiler arasından seçilmiş beş üyeden oluşmaktadır. Bu beş üye, Bölüm III.2.5'te anlatılan performans değerlendirme formunu kullanarak performansı değerlendirilecek öğretim elemanları hakkında objektif değerlendirmelerde bulunmaktadır. Ortak görüşe göre her bir komite üyesinin performans değerlendirmesindeki ağırlığı aynıdır. Değerlendirmeler sonucunda elde edilen veriler daha sonra bulanık mantık yaklaşımı algoritmasında kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirmesi işlemi gerçekleştirilmektedir.

III.2.5 Performans Değerlendirme Formu

Performansı değerlendirilecek öğretim elemanları için bir performans değerlendirme formu oluşturulmuştur. Oluşturulan bu performans değerlendirme formunda öğretim elemanının değerlendirilmesinde kullanılacak ana ve alt kriterler yer almaktadır. Oluşturulan değerlendirme formu EK-B'de verilmiştir.

Değerlendirme komitesi üyelerine performansı değerlendirilecek her bir öğretim elemanı için bireysel performans değerlendirme formu verilmekte ve bu formda yer alan ana ve alt kriterlere uygun olan puanları vermeleri istenmektedir.

Değerlendirme komitesindeki her bir üye her bir ana ve alt kriter için beş farklı türde puan verilebilmektedir. Değerlendirme komisyonu üyelerinin verebilecekleri değerlendirme puanları ve puanların sözel karşılıkları Tablo III.2.3'te verilmiştir.

Tablo III.2.3 Performans değerlendirme puanları ve karşılıkları.

Değerlendirme Puanı	Değerlendirme Puanının Karşılığı
5	Çok İyi
4	İyi
3	Orta
2	Kötü
1	Çok Kötü

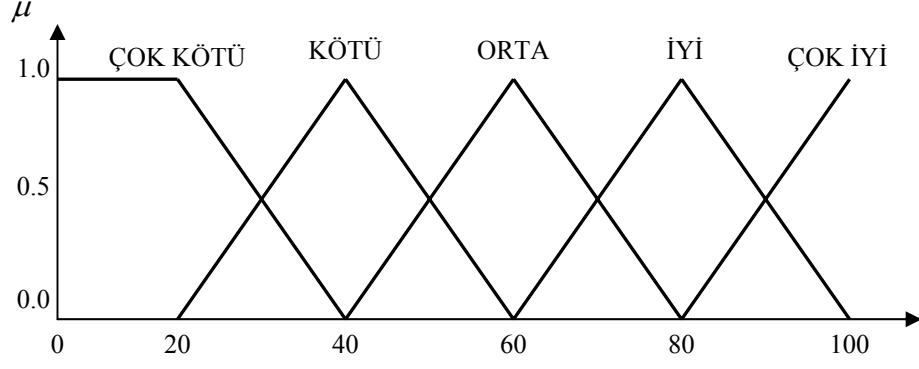
III.3 BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI KULLANARAK PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Bu bölümde bulanık mantık yaklaşımının öğretim elemanlarının performanslarının değerlendirilmesinde kullanılması anlatılmıştır. Öncelikle bulanık mantık yaklaşımıyla öğretim elemanlarının performans değerlendirmesinde kullanılan dilsel niteleyicilerden oluşan bulanık mantık kümelerinin oluşturulmasına değinilmiştir. Daha sonra performansı değerlendirilecek öğretim elemanına değerlendirme komitesi üyelerinin verdikleri değerlendirme puanlarının bulanık kümelerden meydana gelen dilsel niteleyiciler yardımıyla bulanık hale getirilmesi ve elde edilen sonuçların ilişki kümeleri şeklinde ifade edilmesi anlatılmıştır. Karar verme işlemi olarak, alt kriter ağırlıkları ile alt kriter bulanık ilişki kümelerinden oluşan ilişki matrisinin bileşimi alınarak ana kritere ait bulanık değerlendirme sonucu elde edilmiştir. Son olarak, bir önceki adımda elde edilen ana kritere ait bulanık değerlendirme sonucu ağırlık merkezlerinin ortalaması yöntemi kullanılarak berraklaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

III.3.1 Üyelik İşlevlerinin Oluşturulması

Bulanık mantık, doğal dilsel tanımlamaları, matematiksel modeller yardımıyla karar verme algoritmalarına dönüştüren bir yaklaşımdır. Bulanık mantık yaklaşımının temeli, üyelik işlevlerinden ortaya çıkarılan dilsel değişkenlerin oluşturduğu girişleri karar verme sürecinde kullanmaktır.

Üyelik işlevlerinin genellikle küçük, orta, büyük vb. gibi üç, küçük, orta küçük, orta, orta büyük, büyük vb. gibi beş etiketle tek sayı şeklinde tanımlandığını daha önceki bölümlerde anlatılmıştı. Bu çalışmada uzman kişi tarafından belirlenmiş 5 etiketle tanımlanan üyelik işlevi kullanılmıştır. Beş etiketten oluşan bu üyelik işlevleri Şekil III.3.1'de görüldüğü gibi “Çok İyi”, “İyi”, “Orta”, “Kötü” ve “Çok Kötü” şeklindedir.



Şekil III.3.1 Dilsel değişkenlerden oluşan bulanık mantık kümeleri.

III.3.2 Puan Verme İşlemi

Performans değerlendirme komitesi üyeleri, performansı değerlendirilecek tüm öğretim elemanlarına puan vermektedir. Örneğin, performansı değerlendirilecek bir öğretim elemanı “Kişilik” isimli ana kriteri için Tablo III.3.1’de verilen puanları almış olsun.

Tablo III.3.1 Öğretim elemanın “Kişilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.

Ana Kriter	Alt Kriter	Komite Üyeleri ve Verdikleri Puanlar				
		Ü1	Ü2	Ü3	Ü4	Ü5
K2 Kişilik	K21 Kendine güveni ve işbirliğine açık olması	4	2	3	4	5
	K22 Güvenilir ve dürüst kişiliğe sahip olması	3	4	4	2	3
	K23 Düzenli, temiz giyim ve görünüme sahip olması	5	4	5	3	4
	K24 Yaratıcı, esnek ve sorun çözücü olması	4	2	3	4	5
	K25 Mesleğine karşı ilgi, istek ve heyecan duyması	3	4	4	2	3

(Puanlama: 5- Çok İyi, 4- İyi, 3- Orta, 2- Kötü, 1- Çok Kötü)

Performans değerlendirme komitesi üyeleri tarafından verilen ve Tablo III.3.1’de görülen puanların farklı bir gösterimi Tablo III.3.2’de verilmiştir.

Tablo III.3.2 Öğretim elemanın “Kişilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.

Komite Üyesi	Kendine güveni ve işbirliğine açık olması	Güvenilir ve dürüst kişiliğe sahip olması	Düzenli, temiz giyim ve görünüme sahip olması	Yaratıcı, esnek ve sorun çözücü olması	Mesleğine karşı ilgi, istek ve heyecan duyması
Ü1	İyi	Orta	Çok İyi	İyi	Orta
Ü2	Kötü	İyi	İyi	Kötü	İyi
Ü3	Orta	İyi	Çok İyi	Orta	İyi
Ü4	İyi	Kötü	Orta	İyi	Kötü
Ü5	Çok İyi	Orta	İyi	Çok İyi	Orta

III.3.3 Bulanıklaştırma İşlemi

Performansı değerlendirilen öğretim elemanının “Kişilik” ana kriterine performans değerlendirme komitesi üyelerinin verdikleri puanların bulanıklaştırılması Tablo III.3.3’te verilmiştir. Değerlendirme komitesindeki her bir üyenin verdiği puanın ağırlığı % 20 veya (0.2)’dir. Örneğin, öğretim elemanının “Kendine güveni ve işbirliğine açık olması” isimli alt kriterine sadece bir komite üyesi “Çok İyi” değerlendirmesinde bulunmuş olduğundan bu alt kriterin bulanıklaştırılmış değeri 0.2’dir. Eğer aynı alt kriter için iki komite üyesi “Çok İyi” değerlendirmesinde bulunmuş olsaydı bu alt kriterin bulanıklaştırılmış değeri 0.4 olurdu.

Tablo III.3.3 Öğretim elemanının “Kişilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması.

Alt Kriter	Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü	Toplam Komite Üye Sayısı
K21 Kendine güveni ve işbirliğine açık olması	1 (0.2)	2 (0.4)	1 (0.2)	1 (0.2)	0 (0.0)	5
K22 Güvenilir ve dürüst kişiliğe sahip olması	0 (0.0)	2 (0.4)	2 (0.4)	1 (0.2)	0 (0.0)	5
K23 Düzenli, temiz giyim ve görünümüne sahip olması	2 (0.4)	2 (0.4)	1 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	5
K24 Yaratıcı, esnek ve sorun çözücü olması	1 (0.2)	2 (0.4)	1 (0.2)	1 (0.2)	0 (0.0)	5
K25 Mesleğine karşı ilgi, istek ve heyecan duyması	0 (0.0)	2 (0.4)	2 (0.4)	1 (0.2)	0 (0.0)	5

“Kişilik” ana kriterinin her bir alt kriteri için Tablo III.3.3’de verilen bulanık değerler üyelik kümeleri şeklinde (R_{2x}) olarak eşitlik III.3.1’de verilmiştir. Eşitlikteki R_{2x} değerleri, performans değerlendirmede kullanılan 2. ana kriteri (Kişilik) ve onun her bir alt kriterini temsil etmektedir.

$$\begin{aligned} R_{21} &= (0.2 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.2 \quad 0.0) \\ R_{22} &= (0.0 \quad 0.4 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.0) \\ R_{23} &= (0.4 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.0 \quad 0.0) \\ R_{24} &= (0.2 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.2 \quad 0.0) \\ R_{25} &= (0.0 \quad 0.4 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.0) \end{aligned} \tag{III.3.1}$$

Eşitlik III.3.1’de verilen bulanık değerler, bulanık ilişki matrisi şeklinde eşitlik III.3.2’de verilmiştir.

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{Çok} \\ \text{İyi} \end{matrix} & \text{İyi} & \text{Orta} & \text{Kötü} & \begin{matrix} \text{Çok} \\ \text{Kötü} \end{matrix} \\ \begin{matrix} R_{21} \\ R_{22} \\ R_{23} \\ R_{24} \\ R_{25} \end{matrix} & = & \begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.0 \\ 0.0 & 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0.0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0.0 & 0.0 \\ 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.0 \\ 0.0 & 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0.0 \end{bmatrix} & \begin{matrix} \text{Kendine güveni ve işbirliğine açık olması} \\ \text{Güvenilir ve dürüst kişiliğe sahip olması} \\ \text{Düzenli, temiz giyim ve görünümüne sahip olması} \\ \text{Yaratıcı, esnek ve sorun çözücü olması} \\ \text{Mesleğine karşı ilgi, istek ve heyecan duyması} \end{matrix} \end{matrix} \quad (\text{III.3.2})$$

III.3.4 Karar Verme İşlemi

“Kişilik” ana kriterinin alt kriterleri olan; “Kendine güven ve işbirliğine açık olması”, “Güvenilir ve dürüst kişiliğe sahip olması”, “Düzenli, temiz giyim ve görünümüne sahip olması”, “Yaratıcı, esnek ve sorun çözücü olması”, “Mesleğine karşı ilgi, istek ve heyecan duyması” alt kriterlerinin ağırlıkları Tablo III.2.2’de verilmiştir. Tablo III.2.2’den yararlanarak, “Kişilik” ana kriterinin bu beş alt kriterinin ağırlıkları matris şeklinde eşitlik III.3.3’te verilmiştir.

$$A = [0.15 \quad 0.4 \quad 0.15 \quad 0.1 \quad 0.2] \quad (\text{III.3.3})$$

“Kişilik” ana kriteri için eşitlik III.3.2 ve eşitlik III.3.3’de görülen R ve A matrislerinden yararlanarak, E değerlendirme matrisi, A ve R’nin birleşimiyle eşitlik III.3.4’te verildiği gibi elde edilir.

$$E = A \circ R \quad (\text{III.3.4})$$

$$E = [0.15 \quad 0.4 \quad 0.15 \quad 0.1 \quad 0.2] \circ \begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.0 \\ 0.0 & 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0.0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0.0 & 0.0 \\ 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.0 \\ 0.0 & 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0.0 \end{bmatrix}$$

$$E = [(0.15 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.0) \vee (0.15 \wedge 0.4) \vee (0.1 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.0) \\ (0.15 \wedge 0.4) \vee (0.4 \wedge 0.4) \vee (0.15 \wedge 0.4) \vee (0.1 \wedge 0.4) \vee (0.2 \wedge 0.4) \\ (0.15 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.4) \vee (0.15 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.4) \\ (0.15 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.15 \wedge 0.0) \vee (0.1 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.2) \\ (0.15 \wedge 0.0) \vee (0.4 \wedge 0.0) \vee (0.15 \wedge 0.0) \vee (0.1 \wedge 0.0) \vee (0.2 \wedge 0.0)]$$

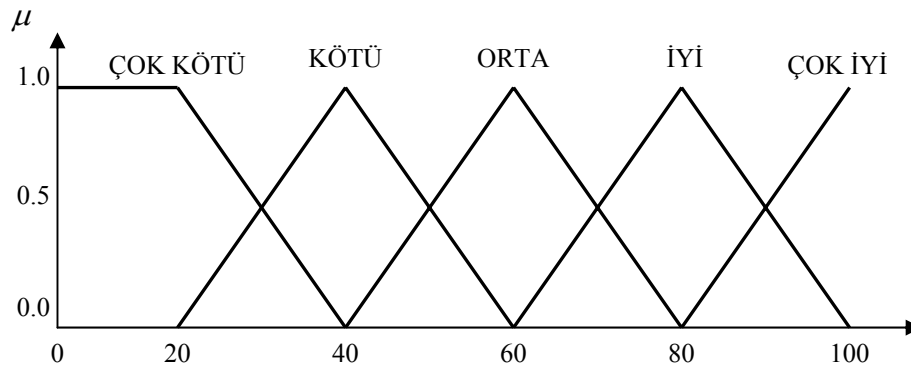
$$E = \begin{bmatrix} (0.15 \vee 0.0 \vee 0.15 \vee 0.1 \vee 0.0) \\ (0.15 \vee 0.4 \vee 0.15 \vee 0.1 \vee 0.2) \\ (0.15 \vee 0.4 \vee 0.15 \vee 0.1 \vee 0.2) \\ (0.15 \vee 0.2 \vee 0.0 \vee 0.1 \vee 0.2) \\ (0.0 \vee 0.0 \vee 0.0 \vee 0.0 \vee 0.0) \end{bmatrix}$$

$$E = \begin{bmatrix} \text{Çok} & \text{İyi} & \text{Orta} & \text{Kötü} & \text{Çok} \\ \text{iyi} & & & & \text{kötü} \\ 0.15 & 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0.0 \end{bmatrix} \quad (\text{III.3.5})$$

III.3.5 Berraklaştırma İşlemi

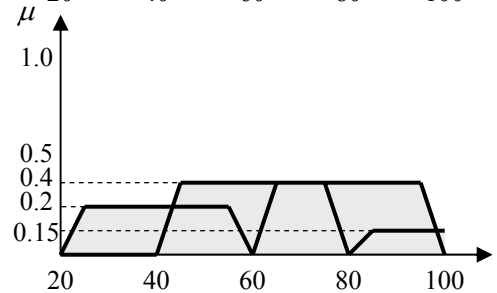
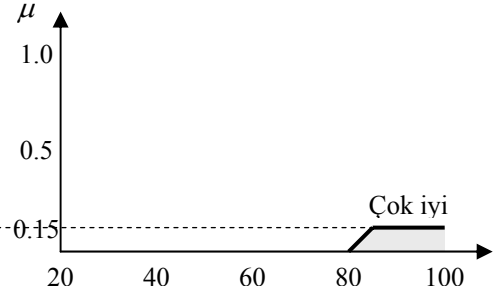
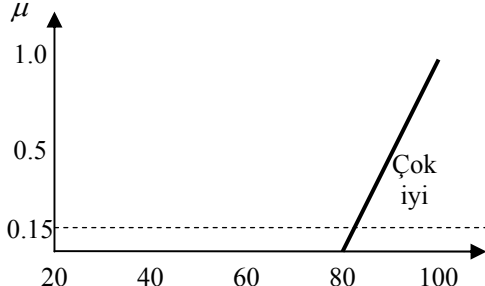
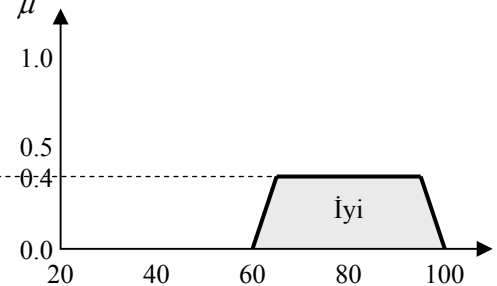
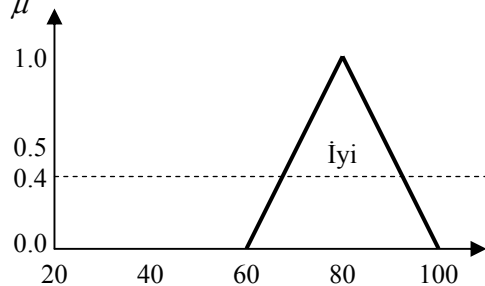
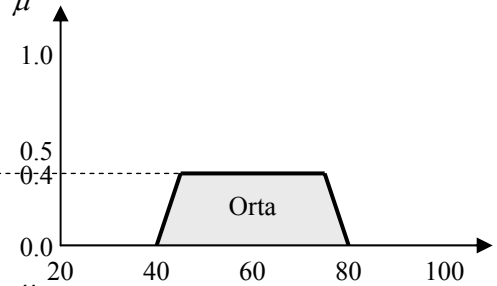
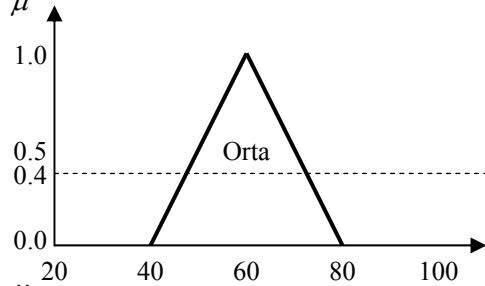
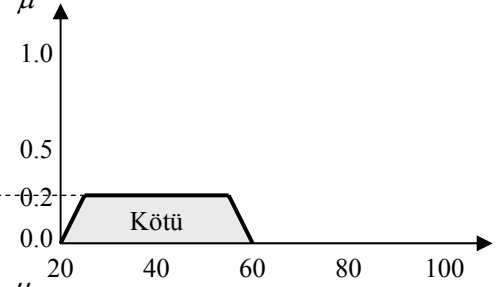
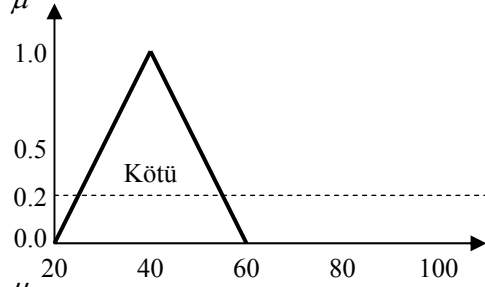
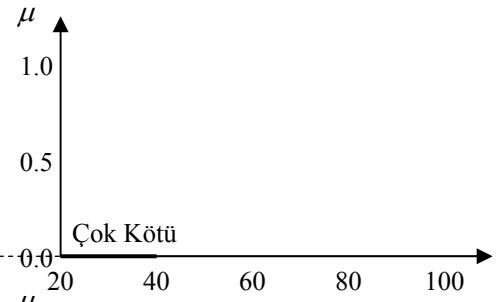
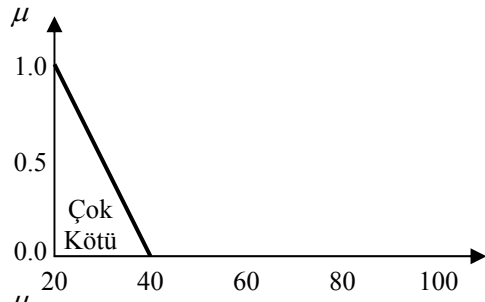
Bulanıklaştırma ve karar verme işlemlerinden sonra öğretim elemanının performansına dair elde edilen değerler bulanık değerlerdir. Yani, öğretim elemanının performansının ne kadar iyi ya da kötü olduğu tam ve kesin olarak ifade edilemez. Elde edilen performans değerlendirme sonucunun kesin ve net bir değer halinde ifade edebilmek için karar verme işlemi sonucunda elde edilen bulanık değerler üzerinde berraklaştırma işleminin yapılması gerekmektedir.

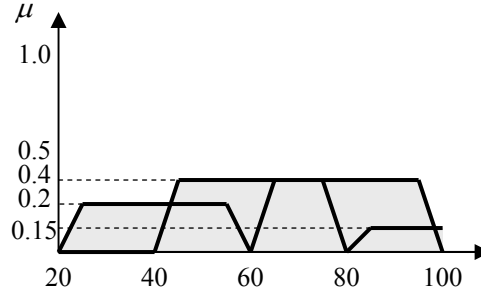
Kişilik ana kriterine ait beş adet alt kriter için elde edilen sonuçlar eşitlik III.3.5'te verildiği gibi 1×5 'lik E matrisi şeklinde ifade edilir. Daha sonra, eşitlik III.3.5'te verilen E matrisi şeklinde elde edilen bulanık sonuç dilsel değişkenlerden oluşan bulanık mantık kümelerinden yararlanarak (Şekil III.3.2) ve berraklaştırma yöntemlerinden ağırlık merkezi yöntemi kullanılarak berrak hale getirilir (Şekil III.3.3).



Şekil III.3.2 Dilsel değişkenlerden oluşan bulanık mantık kümeleri ve sınır değerleri.

	Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü
$E =$	$[0.15$	0.4	0.4	0.2	$0.0]$





Şekil III.3.3 Öğretim elemanı için elde edilen bulanık değerlerin ağırlıkların ortalaması yöntemiyle ifade edilmesi.

Ağırlıkların ortalaması berraklaştırma yönteminin matematiksel ifadesi eşitlik III.3.6'da verilmiştir.

$$z^* = \frac{\sum \mu(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum \mu(\bar{z})} \quad (\text{III.3.6})$$

$$z^* = \frac{(0.0) * 20 + (0.2) * 40 + (0.4) * 60 + (0.4) * 80 + (0.15) * 100}{0.0 + 0.2 + 0.4 + 0.4 + 0.15}$$

$$z^* = \frac{0 + 8 + 24 + 32 + 15}{1.15} = \frac{79}{1.15} = 68.70$$

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak performansı değerlendirilen öğretim elemanının “Kişilik” isimli ana kriter için performans değerlendirme puanı, gerçekleştirilen berraklaştırma işlemi sonrasında 68.70 olarak elde edilmiştir.

Elde edilen değer, öğretim elemanının “Kişilik” ana kriteri için hesaplanmış performans değerlendirme puanıdır. Öğretim elemanının diğer ana kriterler için performans değerlendirmesi benzer şekilde hesaplanarak genel performans değerlendirme puanı elde edilir.

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak performansı değerlendirilen öğretim elemanlarının tüm ana ve alt kriterler için performans değerlendirme işlemine Bölüm V’te uygulamalarla ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

BÖLÜM IV

PERFORMANS DEĞERLENDİRME YAZILIMI

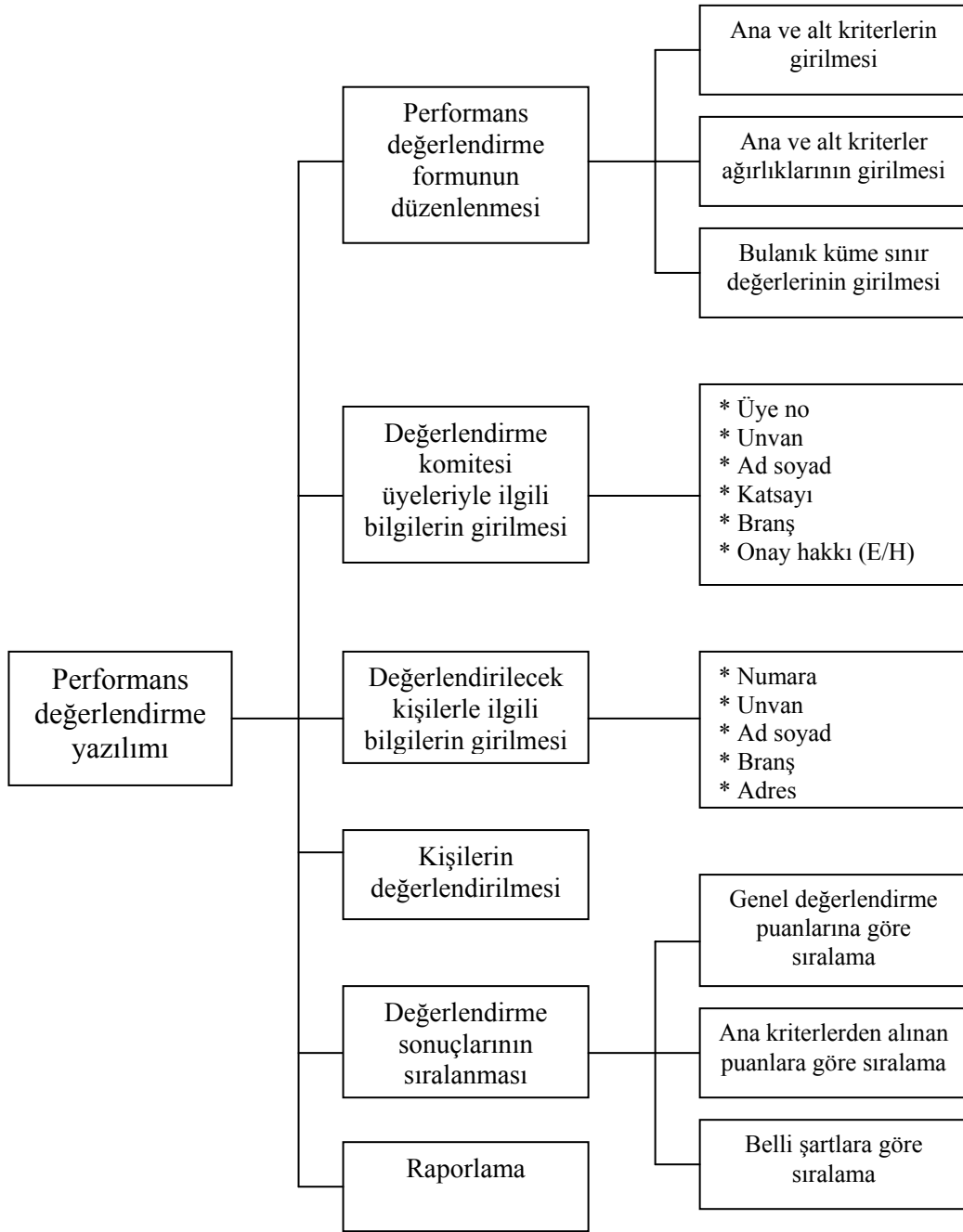
Bu bölümde, uzman sistemi temsil eden, bulanık mantık yaklaşımıyla öğretim elemanlarının performanslarını değerlendirme amaçlı ve Delphi 7.0 programlama diliyle yazılmış bilgisayar yazılımı hakkında bilgi verilmiş ve yazılımın kullanıcı ara yüzleri tanıtılmıştır.

IV.1 YAZILIMIN YAPISI

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirme yazılımı temel olarak altı bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler sırasıyla;

1. Performans değerlendirme formunun düzenlendiği bölüm,
2. Değerlendirme komitesindeki üyelerle ilgili bilgilerin girildiği bölüm,
3. Değerlendirilecek kişilerle ilgili bilgilerin girildiği bölüm,
4. Kişilerin değerlendirilmesinin yapıldığı bölüm,
5. Değerlendirme sonuçlarının sıralandığı bölüm,
6. Raporlama bölümüdür.

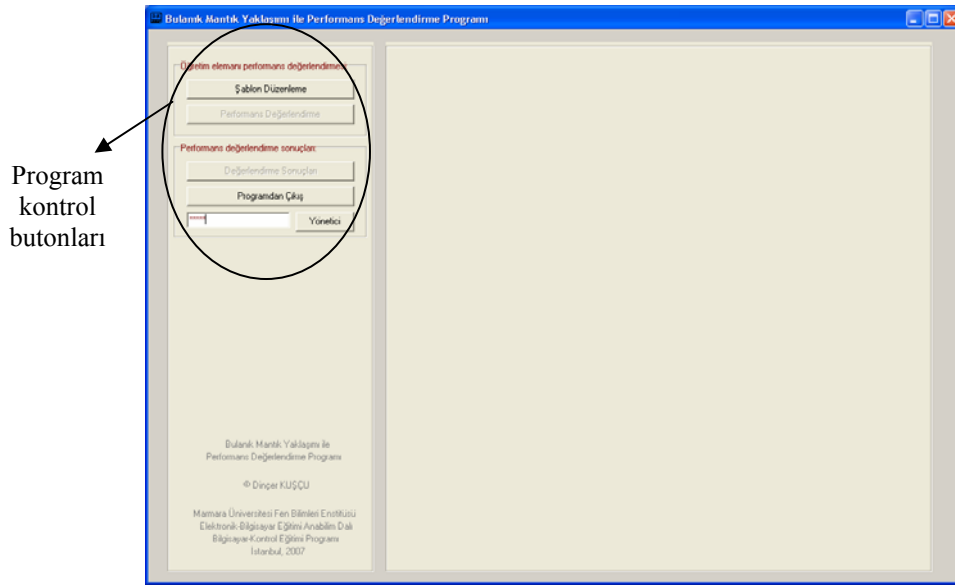
Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirme yazılımının temel yapısı Şekil IV.1.1’de verilmiştir.



Şekil IV.1.1 Performans değerlendirme yazılımı blok diyagramı.

IV.2 KULLANICI ARAYÜZÜ

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirme yazılımı kullanıcı arayüzünün en genel hali Şekil IV.2.1’de verilmiştir. Şekil IV.2.1’in sol tarafında, kullanıcıların programı etkin şekilde kontrol etmelerine olanak sağlayan butonlar görülmektedir. Butonlar, üç ana bölümde toplanmıştır. Bu ana bölümlerden ilki “Öğretim Elemanı Performans Değerlendirmesi”, ikincisi ise “Performans Değerlendirme Sonuçları”, üçüncüsü ise Şekil IV.2.4’te verilmiş olan ve programın işleyişinden sorumlu olan yöneticiyle ilgili olan bölümdür.



Şekil IV.2.1 Kullanıcı ara yüzünün genel görünümü.

Öğretim elemanı performans değerlendirme bölümünde yer alan butonlardan ilki olan “Şablon Düzenle” butonu, performans değerlendirme işleminde kullanılacak olan ana ve alt kriterler ile bu kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi ve bulanık küme sınır değerlerinin girilmesi işlemleri için kullanılmaktadır. “Şablon Düzenle” butonuna basıldığında kullanıcının karşısına Şekil IV.2.2’de verilmiş olan değerlendirme formu çıkmaktadır.

IV.2.1 Değerlendirme Formunun Düzenlenmesi

Şekil IV.2.2’de verilmiş olan performans değerlendirme formunun tasarımında öğretim elemanlarının performanslarının değerlendirilmesinde kullanılacak olan ana kriterler ile ana kriterlerden her birinin ağırlığı, alt kriterler ile alt kriterlerden her birinin ağırlığı, performans değerlendirme işleminde kullanılan bulanık kümeler ile bulanık kümelerin sınır değerleri kullanıcının istediği şekilde ayarlanabilmektedir. Kullanıcı, tüm bu değerleri girdikten sonra “Tamam” butonuna basarak değerlendirme formunu veritabanına kaydetmektedir.

Ana kriter

Alt kriter ağırlıkları

Bulanık kümeler ve sınır değerleri

Şekil IV.2.2. Performans değerlendirme şablonunun oluşturulması.

IV.2.2 Performans Değerlendirme İşlemi

Şekil IV.2.1’de verilmiş olan öğretim elemanı performans değerlendirme bölümünde yer alan butonlardan ikincisi olan “Performans Değerlendirme” butonuna basıldığında kullanıcının karşısına Şekil IV.2.3’de verilmiş olan ekran görüntüsü çıkmaktadır.

Performansı değerlendirilen kişinin adı

Ana kriterlerden biri

Komite üyeleri ve ana kritere verdikleri puanlar

Performans değerlendirme butonları

	KÜ1	KÜ2	KÜ3	KÜ4	KÜ5
Öğrencilere doğru ve etkili mesaj iletebilmesi	4	5	3	4	5
Öğrencilerden gelen mesajları doğru şekilde algılayabilmesi	3	3	2	1	3
Öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirme ve yönlendirme	5	4	5	2	4
Öğretin elemanları ile öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirme	4	5	3	4	5
Net ve anlaşılabilir konuşma	2	4	5	2	3
Guvenlik ve dualist kişiliğe sahip olması	4	2	3	2	3
Düzenli, temiz giyim ve görünümüne sahip olması	2	3	1	3	4
Yaratıcı, enerjik ve sorun çözücü olması	4	5	3	4	4
Mesleğine karşı duyarlılığı, istek ve heyecanı	3	4	1	3	3
Kendine güveni ve işbirliğine açıklığı	2	3	2	4	5
Uluslararası düzeydeki araştırmalara sağladığı katkı	5	4	4	3	4
Alanıyla ilgili sahip olduğu teorik bilgi seviyesi	4	1	3	2	3
Ulusal düzeydeki araştırmalara sağladığı katkı	3	3	3	3	2
Alanıyla ilgili bilimsel gelişmeleri yakından takip etmesi	4	4	4	3	4
Alanıyla ilgili sahip olduğu pratik, yetenek, seviyesi	1	3	3	2	3
Öğretin bilginin güncel hayata transferini sağlayabilmesi	5	2	5	3	5
Eğitim ortamını (sınıf) düzenlemesi	4	2	3	1	4
Öğrencileri disiplin etmesi	5	3	4	3	4
Öğretme etkinliklerini planlayabilmesi ve uygulayabilmesi	4	2	5	2	3
Öğretin motivasyonu etkin bir şekilde kullanabilmesi	1	3	3	1	2
Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilmesi	4	5	4	3	4
Bilgisayar donanımları hakkındaki bilgi ve becerisi	2	3	5	4	3
Bilgisayar yazılımları hakkındaki bilgi ve becerisi	4	2	4	2	4

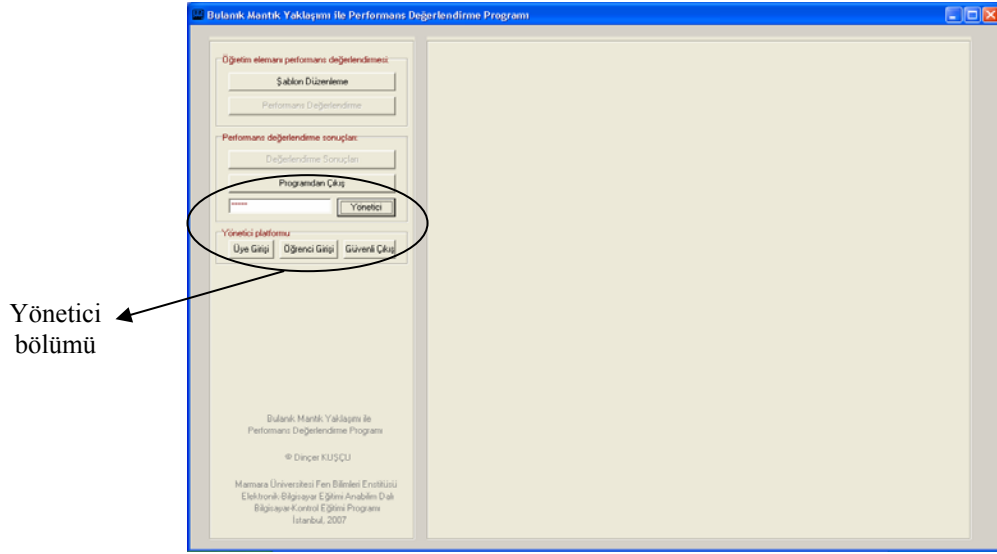
Şekil IV.2.3 Performans değerlendirme işlemi sayfası.

Şekil IV.2.3’de verilmiş olan değerlendirme formunun üst kısmında performansı değerlendirilecek kişinin adı kombo kutusundan seçilebilmektedir. Performansı değerlendirilecek kişinin adı kombo kutusundan seçildikten sonra her bir değerlendirme komite üyesinin, değerlendirilecek kişinin ana ve alt kriterlerine verdiği puan sağ tarafta görülen kutucuklara sırasıyla girilmektedir. Tüm puanlar girildikten sonra “Kişinin performansını değerlendir” butonuna basılarak o kişinin performansı değerlendirilmiş olmaktadır. Kişinin performansı değerlendirildikten sonra “Bitir” butonuna basılarak değerlendirme işlemi sona erdirilmekte ya da “Bir sonraki kişiye geç” butonuna basılarak performansı değerlendirilecek bir sonraki kişiye geçilmekte ve işlemler aynı şekilde tekrar edilmektedir.

IV.2.3 Yönetici Bölümü

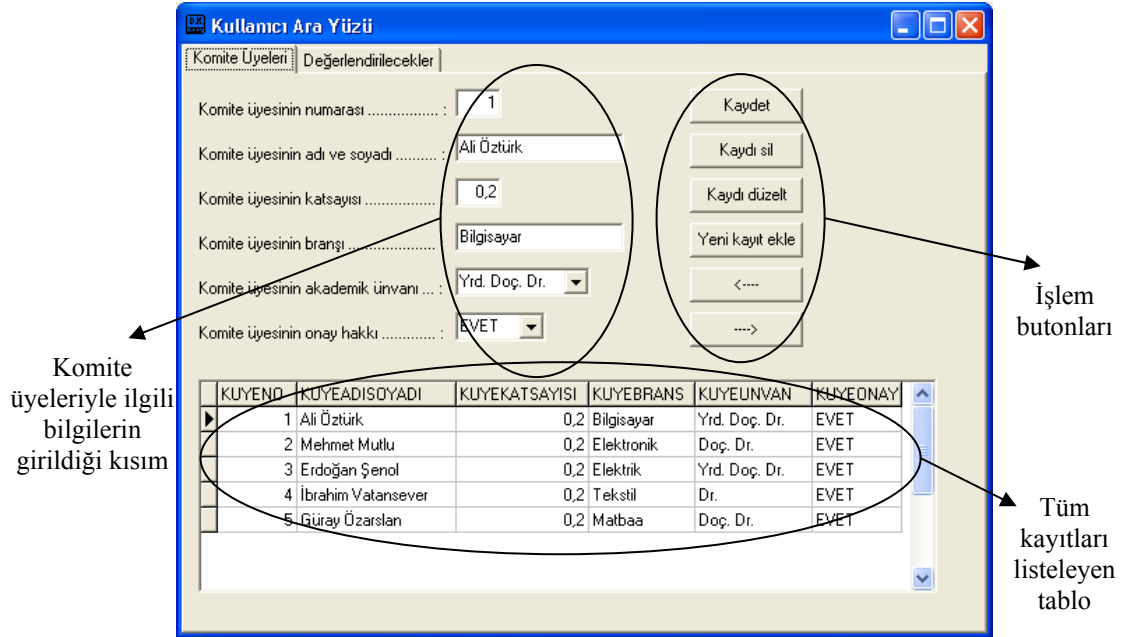
Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirmesi yazılımı kullanıcı ara yüzünün üçüncü bölümü olan “Yönetici” bölümü Şekil IV.2.4’te verilmiştir. Yönetici bölümü, yönetici şifresinin girildiği kısım ve yönetici butonundan oluşmuştur.

Yönetici, programı kullanarak performans değerlendirmesinde bulunacak yetkili kişidir. Bu kişi diğer kollanıcılardan farklı olarak komite üyeleriyle ilgili kişisel bilgilerin programa girilmesi ve değerlendirilecek kişilerle ilgili kişisel bilgilerin programa girilmesi gibi özel yetkilere sahiptir.



Şekil IV.2.4 Kullanıcı arayüzündeki yönetici bölümü.

Yönetici, şifreyi girdiğinde Yönetici platformu adı verilen ve ilgili butonların bulunduğu bölüm karşısına çıkmaktadır. Yönetici bu butonlardan ilgili olanlara bastığında Şekil IV.2.5'te verilmiş olan ve değerlendirme komitesini oluşturan üyelere ait olan bilgilerin girilmesini sağlayan sayfa ve ayrıca Şekil IV.2.6'da verilmiş olan ve değerlendirilecek kişilere ait olan bilgilerin girilmesini sağlayan sayfa açılmaktadır.



Şekil IV.2.5 Değerlendirme komitesi üyeleriyle ilgili bilgiler sayfası.

Şekil IV.2.5'te verilmiş olan ve performans değerlendirme komitesini oluşturan üyelerle ilgili bilgilerin programa girilmesini sağlayan pencerelerin olduğu sayfanın sol yanında komite üyesinin numarası, komite üyesinin adı ve soyadı, komite üyesinin değerlendirme yaparken etki edecek olan ağırlık katsayısı, komite üyesinin branşı, komite üyesinin unvanı ve komite üyesinin değerlendirmede bulunup bulunamayacağını ayarlanmasını sağlayan komite üyesi onay kutucuğu yer almaktadır. Sayfanın sağ yanında komite üye bilgileriyle ilgili düzenlemelerin yapılmasına olanak tanıyan işlem butonları yer almaktadır. Bu işlem butonlarından yararlanılarak komite üyesiyle ilgili bilgiler veritabanına kaydedilir, veritabanından silinir, yeni komite üyesi kaydı eklenir ve istenilen komite üyesiyle ilgili bilgiler düzeltilir. Sayfanın alt kısmında ise komite üyeleriyle ilgili veritabanındaki tüm kayıtları listeleyen tablo yer almaktadır.

Değerlendirilecek kişilerle ilgili bilgilerin girildiği kısım

Sorgulama bölümü

İşlem butonları

NO	ADISOYADI	UNVAN	TELEFON	ADRES	BRANS	PUANTOPLAM
1	Arif Demir	Arş. Gör.	0212 5555555	Göztepe / Kadıköy	Elektronik	53,33
2	Mehmet Yıldırım	Arş. Gör.	0212 5555555	Mecidiyeköy / Şişli	Bilgisayar	57,14
3	Yasin Okay	Arş. Gör. Dr.	0212 5555555	Sefaköy / Küçükçekmece	Tekstil	66,67

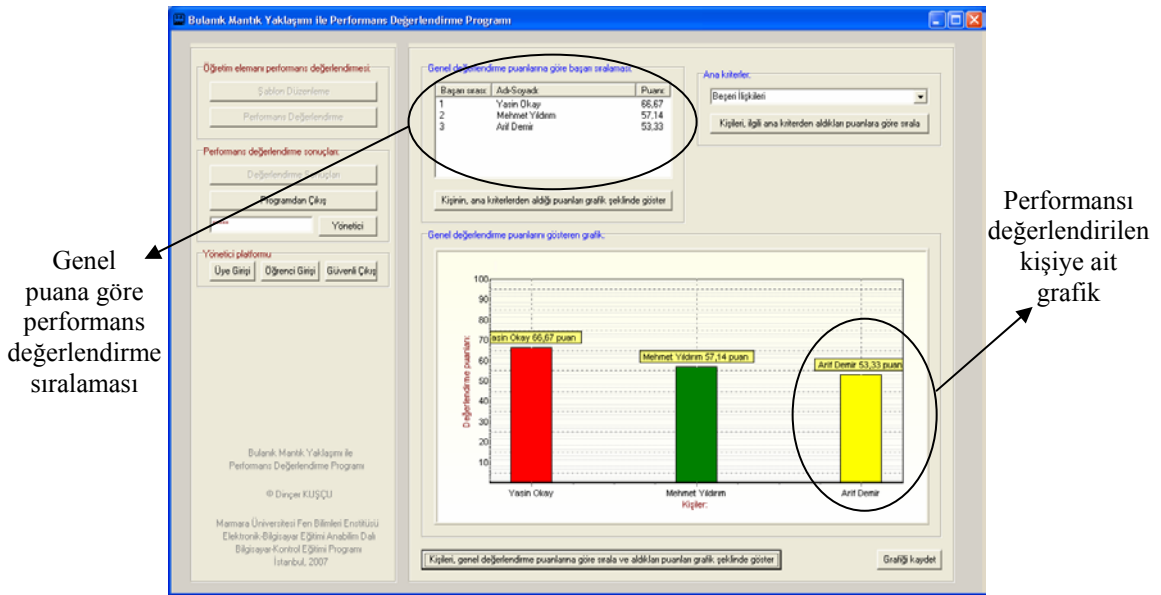
Şekil IV.2.6 Değerlendirilecek öğretim elemanlarıyla ilgili bilgiler sayfası.

Şekil IV.2.6'da verilmiş olan ve performansları değerlendirilecek olan öğretim elemanlarıyla ilgili bilgilerin programa girilmesini sağlayan pencerelerin olduğu sayfanın sol yanında öğretim elemanının numarası, öğretim elemanının unvanı, öğretim elemanının unvanı, öğretim elemanının adı ve soyadı, öğretim elemanı ile irtibat kurulmasını sağlayan telefon numarası, öğretim elemanının branşı ve öğretim elemanının adresiyle ilgili bilgilerin girileceği bilgi kutucukları yer alır.

Sayfanın orta kısmında ilgili öğretim elemanının performans değerlendirme genel puanı ile her bir ana kriterden aldığı puanlar görülebilmektedir. Sayfanın sağ tarafından Kaydı bul düğmesinden yararlanılarak istenilen kriterlere göre performans sorgulaması yapılabilmektedir. Sayfanın orta kısmında yer alan işlem butonlarından yararlanılarak performansı değerlendirilecek öğretim elemanı ile ilgili bilgiler veritabanına kaydedilir, silinir veya veritabanından değiştirilir. Sayfanın alt kısmında ise performansları değerlendirilen öğretim elemanlarıyla ilgili veritabanındaki tüm kayıtları listeleyen tablo yer almaktadır.

IV.2.4 Performans Değerlendirme Sonuçları

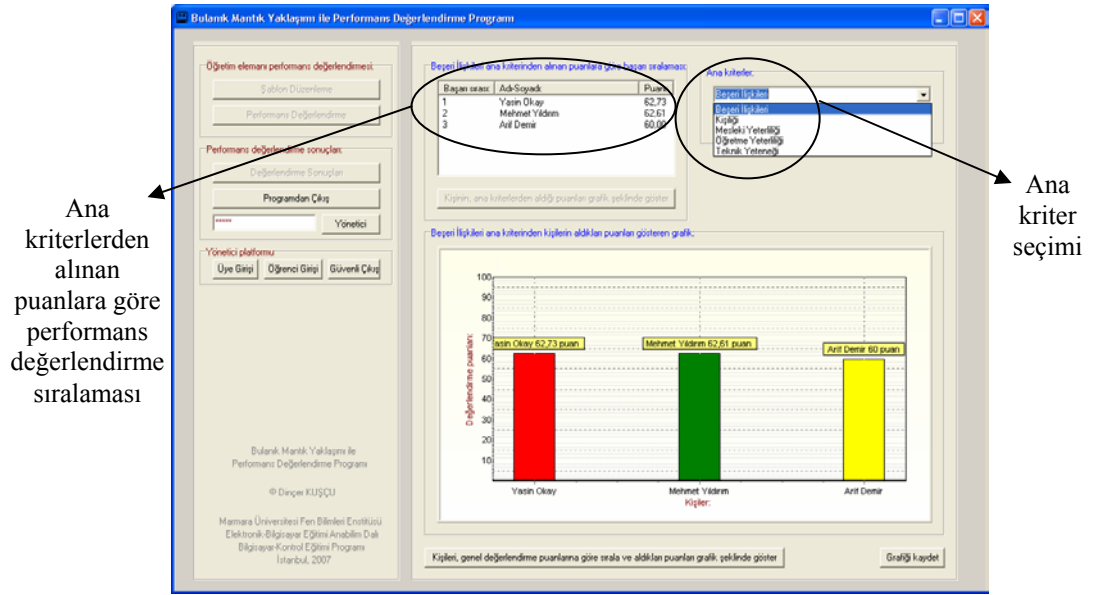
Şekil IV.2.1'in sol tarafında, kullanıcıların programı etkin şekilde kontrol etmelerine olanak sağlayan butonlar görülmektedir. Bu sayfadaki ana bölümlerden ikincisi olan "Performans Değerlendirme Sonuçları" bölümündeki Değerlendirme sonuçları butonuna basıldığında Şekil IV.2.7'de verilen sayfa karşımıza çıkmaktadır.



Şekil IV.2.7 Performans değerlendirme sonuçları sayfası.

Performans değerlendirme sonuçları sayfasında performansı değerlendirilmiş olan öğretim elemanlarıyla ilgili detaylı grafik analizleri yapılabilmektedir. Bu sayfada öğretim elemanlarının performansları bireysel olarak genel değerlendirme puanı şeklinde görüntülenebileceği gibi öğretim elemanlarının her bir ana kriterden aldıkları puanlara göre de görüntülenebilir. Sayfadaki tüm bölümlerde öğretim elemanları sahip oldukları ilgili puana göre en çok puanı almış olan kişiden en az

puanı almış olan kişiye göre sıralanmaktadır. Kullanıcı eğer isterse Şekil IV.2.7’de verildiği gibi değerlendirilen kişileri ana kriterlerden aldıkları puanlara göre de sıralayabilmektedir.



Şekil IV.2.8 Ana kriterlerden alınan puanlara göre performans sıralaması.

IV.2.5 Raporlama

Kullanıcı eğer isterse Şekil IV.2.6’nın işlem butonları kısmında yer alan Raporla butonuna basarak performansı değerlendirilen kişilerle ilgili istatistik bilgileri sayfa şeklindeki bir rapor şeklinde de alabilmektedir. Raporun kağıt üzerine çıktısı, Yazdır butonuna basılarak alınabilmektedir (Şekil IV.2.9).

The screenshot shows the 'Print Preview' window of the program. The report is titled 'BULANIK MANTIK YAKLAŞIMIYLA PERFORMANS DEĞERLENDİRME'. The report contains a table with the following data:

ADI ve SOYADI	T.PUAN	PUAN1	PUAN2	PUAN3	PUAN4	PUAN5
Arif Demir	57,14	60	55,56	58,18	60,91	60
Mehmet Yıldırım	68,57	62,61	68,18	58,82	52,22	70,91
Yasin Okay	63,33	62,73	53,33	58,93	57,27	63,75

The report is displayed in a 'Print Preview' window with a toolbar at the top and a 'Page 1 of 1' indicator at the bottom.

Şekil IV.2.9 Raporlama sayfası.

BÖLÜM V

PERFORMANS DEĞERLENDİRME UYGULAMASI

Bölüm III’te bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirme hiyerarşik yapısının, ana ve alt kriterlerin, performans değerlendirme formunun oluşturulması ve bulanık mantık yaklaşımının öğretim elemanı performans değerlendirmesinde kullanılması anlatılmıştı. Bu bölümde ise Bölüm III’te geliştirilen performans değerlendirme algoritması kullanılarak üç öğretim elemanının performansları değerlendirilmektedir. Beş komite üyesinin, performansı değerlendirilecek her bir öğretim elemanı için değerlendirmede bulunmaktadır. Öğretim elemanlarından her biri belirlenen ana ve alt kriterlere göre değerlendirilmektedir. Bu üç kişinin performansı bulanık mantık yaklaşımı algoritması kurallarına göre belirlendikten sonra kişiler performans derecelerine göre sıralanmaktadır.

V.1 1. ÖĞRETİM ELEMANININ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak performansı değerlendirilen 1. öğretim elemanı için komite üyelerinin ana ve alt kriterlere verdikleri değerlendirme puanları Tablo V.1.1’ de verilmiştir.

Tablo V.1.1 1. kişiye komite üyelerinin verdiği puanlar.

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Komisyon Üyeleri ve Verdikleri Puanlar				
		Ü1	Ü2	Ü3	Ü4	Ü5
K1 Beşeri İlişkileri	K11 Öğrencilere doğru ve etkili mesaj iletebilmesi	4	2	3	2	3
	K12 Öğrencilerden gelen mesajları doğru şekilde algılayabilmesi	2	3	1	3	4
	K13 Öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirmesi ve yönlendirmesi	4	5	3	4	4
	K14 Öğretim elemanları ile öğrenciler arası iletişimi geliştirmesi	3	4	1	2	3
	K15 Net ve anlaşılabilir konuşabilmesi	2	3	2	4	5
K2 Kişiliği	K21 Kendine güveni ve işbirliğine açık olması	4	5	3	4	5
	K22 Güvenilir ve dürüst kişiliğe sahip olması	3	3	2	1	3
	K23 Düzenli, temiz giyim ve görünüme sahip olması	5	4	5	3	4
	K24 Yaratıcı, esnek ve sorun çözücü olması	4	5	3	4	5
	K25 Mesleğine karşı ilgi, istek ve heyecan duyması	2	4	5	2	3
K3 Mesleki Yeterliliği	K31 Alanıyla ilgili teorik bilgi seviyesi	5	4	4	3	4
	K32 Alanıyla ilgili pratik yeterlilik seviyesi	4	1	3	2	3
	K33 Ulusal düzeydeki araştırmalara katkı sağlaması	3	3	3	3	4
	K34 Uluslararası düzeydeki araştırmalara katkı sağlaması	4	4	4	3	2
	K35 Alanıyla ilgili bilimsel gelişmeleri yakından takip etmesi	1	3	3	2	3
K4 Öğretme Yeterliliği	K41 Öğretilen bilginin güncel hayata transferini sağlaması	5	2	5	3	5
	K42 Eğitim ortamını (sınıf/lab) düzenlemesi	4	2	3	1	4
	K43 Öğrencileri disipline etmesi	5	3	4	3	4
	K44 Öğretme etkinliklerini planlama ve uygulaması	4	3	5	3	3
	K45 Öğretim materyallerini kullanabilmesi	1	3	3	1	2
K5 Teknik Yeteneği	K51 Bilgisayar donanımları hakkındaki bilgi ve becerisi	4	5	4	3	4
	K52 Bilgisayar yazılımları hakkındaki bilgi ve becerisi	2	3	5	4	3
	K53 Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilmesi	4	2	4	3	4

(Puanlama: 5- Çok İyi, 4- İyi, 3- Orta, 2- Kötü, 1- Çok Kötü)

Performansı değerlendirilen 1. öğretim elemanının “Beşeri İlişkiler” ana kriteri için performans değerlendirme komitesi üyelerinden aldığı puanlar Tablo V.1.2’de verilmiştir.

Tablo V.1.2 1. öğretim elemanının “Beşeri İlişkiler” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.

Ana Kriter	Alt Kriterler	Komite Üyeleri ve Verdikleri Puanlar				
		Ü1	Ü2	Ü3	Ü4	Ü5
K1 Beşeri İlişkileri	K11 Öğrencilere doğru ve etkili mesaj iletebilmesi	4	2	3	2	3
	K12 Öğrencilerden gelen mesajları doğru şekilde algılayabilmesi	2	3	1	3	4
	K13 Öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirmesi ve yönlendirmesi	4	5	3	4	4
	K14 Öğretim elemanları ile öğrenciler arası iletişimi geliştirmesi	3	4	1	2	3
	K15 Net ve anlaşılabilir konuşabilmesi	2	3	2	4	5

(Puanlama: 5- Çok İyi, 4- İyi, 3- Orta, 2- Kötü, 1- Çok Kötü)

Performansı değerlendirilen 1. öğretim elemanının “Beşeri İlişkiler” ana kriterine performans değerlendirme komitesi üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması Tablo V.1.3’te verilmiştir.

Tablo V.1.3 1. öğretim elemanının “Beşeri İlişkiler” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması.

Alt Kriterler	Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü	Toplam Komite Üye Sayısı
K11 Öğrencilere doğru ve etkili mesaj iletebilmesi	0 (0.0)	1 (0.2)	2 (0.4)	2 (0.4)	0 (0.0)	5
K12 Öğrencilerden gelen mesajları doğru şekilde algılayabilmesi	0 (0.0)	1 (0.2)	2 (0.4)	1 (0.2)	1 (0.2)	5
K13 Öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirmesi ve yönlendirmesi	1 (0.2)	3 (0.6)	1 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	5
K14 Öğretim elemanları ile öğrenciler arası iletişimi geliştirmesi	0 (0.0)	1 (0.2)	2 (0.4)	1 (0.2)	1 (0.2)	5
K15 Net ve anlaşılabilir konuşabilmesi	1 (0.2)	1 (0.2)	1 (0.2)	2 (0.4)	0 (0.0)	5

1. öğretim elemanının “Beşeri İlişkiler” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanık halleri üyelik kümeleri şeklinde eşitlik V.1.1’de verilmiştir.

$$\begin{aligned}
 R_{11} &= (0.0 \quad 0.2 \quad 0.4 \quad 0.4 \quad 0.0) \\
 R_{12} &= (0.0 \quad 0.2 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.2) \\
 R_{13} &= (0.2 \quad 0.6 \quad 0.2 \quad 0.0 \quad 0.0) \\
 R_{14} &= (0.0 \quad 0.2 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.2) \\
 R_{15} &= (0.2 \quad 0.2 \quad 0.2 \quad 0.4 \quad 0.0)
 \end{aligned}
 \tag{V.1.1}$$

1. öğretim elemanının “Kişilik” ana kriterine performans değerlendirme komitesi üyelerinin verdiği puanlar Tablo V.1.4’te verilmiştir.

Tablo V.1.4 1. öğretim elemanının “Kişilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.

Ana Kriter	Alt Kriter	Komite Üyeleri ve Verdikleri Puanlar				
		Ü1	Ü2	Ü3	Ü4	Ü5
K2 Kişiliği	K21 Kendine güveni ve işbirliğine açık olması	4	5	3	4	5
	K22 Güvenilir ve dürüst kişiliğe sahip olması	3	3	2	1	3
	K23 Düzenli, temiz giyim ve görünüme sahip olması	5	4	5	3	4
	K24 Yaratıcı, esnek ve sorun çözücü olması	4	5	3	4	5
	K25 Mesleğine karşı ilgi, istek ve heyecan duyması	2	4	5	2	3

(Puanlama: 5- Çok İyi, 4- İyi, 3- Orta, 2- Kötü, 1- Çok Kötü)

1. öğretim elemanının “Kişilik” ana kriterine performans değerlendirme komitesi üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması Tablo V.1.5’te verilmiştir.

Tablo V.1.5 1. öğretim elemanının “Kişilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması.

Alt Kriterler	Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü	Toplam Komite Üye Sayısı
K11 Kendine güveni ve işbirliğine açık olması	2 (0.4)	2 (0.4)	1 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	5
K12 Güvenilir ve dürüst kişiliğe sahip olması	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (0.6)	1 (0.2)	1 (0.2)	5
K13 Düzenli, temiz giyim ve görünüme sahip olması	2 (0.4)	2 (0.4)	1 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	5
K14 Yaratıcı, esnek ve sorun çözücü olması	2 (0.4)	2 (0.4)	1 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	5
K15 Mesleğine karşı ilgi, istek ve heyecan duyması	1 (0.2)	1 (0.2)	1 (0.2)	2 (0.4)	0 (0.0)	5

1. öğretim elemanının “Kişilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanık halleri üyelik kümeleri şeklinde, eşitlik V.1.2’de verilmiştir.

$$R_{21} = (0.4 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.0 \quad 0.0)$$

$$R_{22} = (0.0 \quad 0.0 \quad 0.6 \quad 0.2 \quad 0.2)$$

$$R_{23} = (0.4 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.0 \quad 0.0)$$

$$R_{24} = (0.4 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.0 \quad 0.0)$$

$$R_{25} = (0.2 \quad 0.2 \quad 0.2 \quad 0.4 \quad 0.0)$$

(V.1.2)

1. öğretim elemanının “Mesleki Yeterlilik” ana kriterine performans değerlendirme komitesi üyelerinin verdiği puanlar Tablo V.1.6’da verilmiştir.

Tablo V.1.6 1. öğretim elemanının “Mesleki Yeterlilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.

Ana Kriter	Alt Kriterler	Komite Üyeleri ve Verdikleri Puanlar				
		Ü1	Ü2	Ü3	Ü4	Ü5
K3 Mesleki Yeterliliği	K31 Alanıyla ilgili teorik bilgi seviyesi	5	4	4	3	4
	K32 Alanıyla ilgili pratik yeterlilik seviyesi	4	1	3	2	3
	K33 Ulusal düzeydeki araştırmalara katkı sağlaması	3	3	3	3	4
	K34 Uluslararası düzeydeki araştırmalara katkı sağlaması	4	4	4	3	2
	K35 Alanıyla ilgili bilimsel gelişmeleri yakından takip etmesi	1	3	3	2	3

(Puanlama: 5- Çok İyi, 4- İyi, 3- Orta, 2- Kötü, 1- Çok Kötü)

1. öğretim elemanının “Mesleki Yeterlilik” ana kriterine performans değerlendirme komitesi üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması Tablo V.1.7’de verilmiştir.

Tablo V.1.7 1. öğretim elemanının “Mesleki Yeterlilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması.

Alt Kriterler	Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü	Toplam Komite Üye Sayısı
K31 Alanıyla ilgili teorik bilgi seviyesi	1 (0.2)	3 (0.6)	1 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	5
K32 Alanıyla ilgili pratik yeterlilik seviyesi	0 (0.0)	1 (0.2)	2 (0.4)	1 (0.2)	1 (0.2)	5
K33 Ulusal düzeydeki araştırmalara katkı sağlaması	0 (0.0)	1 (0.2)	4 (0.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	5
K34 Uluslararası düzeydeki araştırmalara katkı sağlaması	0 (0.0)	3 (0.6)	1 (0.2)	1 (0.2)	0 (0.0)	5
K35 Alanıyla ilgili bilimsel gelişmeleri yakından takip etmesi	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (0.6)	1 (0.2)	1 (0.2)	5

1. öğretim elemanının “Mesleki Yeterlilik” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanık halleri üyelik kümeleri şeklinde eşitlik V.1.3’te verilmiştir.

$$\begin{aligned}
R_{31} &= (0.2 \ 0.6 \ 0.2 \ 0.0 \ 0.0) \\
R_{32} &= (0.0 \ 0.2 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.2) \\
R_{33} &= (0.0 \ 0.2 \ 0.8 \ 0.0 \ 0.0) \\
R_{34} &= (0.0 \ 0.6 \ 0.2 \ 0.2 \ 0.0) \\
R_{35} &= (0.0 \ 0.0 \ 0.6 \ 0.2 \ 0.2)
\end{aligned}
\tag{V.1.3}$$

1. öğretim elemanının “Öğretme Yeterliliği” ana kriterine performans değerlendirme komitesi üyelerinin verdiği puanlar Tablo V.1.8’de verilmiştir.

Tablo V.1.8 1. öğretim elemanının “Öğretme Yeterliliği” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.

Ana Kriter	Alt Kriterler	Komite Üyeleri ve Verdikleri Puanlar				
		Ü1	Ü2	Ü3	Ü4	Ü5
K4 Öğretme Yeterliliği	K41 Öğretilen bilginin güncel hayata transferini sağlaması	5	2	5	3	5
	K42 Eğitim ortamını (sınıf/lab) düzenlemesi	4	2	3	1	4
	K43 Öğrencileri disipline etmesi	5	3	4	3	4
	K44 Öğretme etkinliklerini planlama ve uygulaması	4	3	5	3	3
	K45 Öğretim materyallerini kullanabilmesi	1	3	3	1	2

(Puanlama: 5- Çok İyi, 4- İyi, 3- Orta, 2- Kötü, 1- Çok Kötü)

1. öğretim elemanının “Öğretme Yeterliliği” ana kriterine performans değerlendirme komitesi üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması Tablo V.1.9’da verilmiştir.

Tablo V.1.9 1. öğretim elemanının “Öğretme Yeterliliği” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması.

Alt Kriterler	Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü	Toplam Komite Üye Sayısı
K41 Öğretilen bilginin güncel hayata transferini sağlaması	3 (0.6)	0 (0.0)	1 (0.2)	1 (0.2)	0 (0.0)	5
K42 Eğitim ortamını (sınıf/lab) düzenlemesi	0 (0.0)	2 (0.4)	1 (0.2)	1 (0.2)	1 (0.2)	5
K43 Öğrencileri disipline etmesi	1 (0.2)	2 (0.4)	2 (0.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	5
K44 Öğretme etkinliklerini planlama ve uygulaması	1 (0.2)	1 (0.2)	3 (0.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	5
K45 Öğretim materyallerini kullanabilmesi	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (0.4)	1 (0.2)	2 (0.4)	5

1. öğretim elemanının “Öğretme Yeterliliği” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanık halleri üyelik kümeleri şeklinde eşitlik V.1.4’te verilmiştir.

$$\begin{aligned}
 R_{41} &= (0.6 \quad 0.0 \quad 0.2 \quad 0.2 \quad 0.0) \\
 R_{42} &= (0.0 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.2 \quad 0.2) \\
 R_{43} &= (0.2 \quad 0.4 \quad 0.4 \quad 0.0 \quad 0.0) \\
 R_{44} &= (0.2 \quad 0.2 \quad 0.6 \quad 0.0 \quad 0.0) \\
 R_{45} &= (0.0 \quad 0.0 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.4)
 \end{aligned}
 \tag{V.1.4}$$

1. öğretim elemanının “Teknik Yetenek” ana kriterine performans değerlendirme komitesi üyelerinin verdiği puanlar Tablo V.1.10’da verilmiştir.

Tablo V.1.10 1. öğretim elemanının “Teknik Yetenek” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanlar.

Ana Kriter	Alt Kriterler	Komite Üyeleri ve Verdikleri Puanlar				
		Ü1	Ü2	Ü3	Ü4	Ü5
K5 Teknik Yeteneği	K51 Bilgisayar donanımları hakkındaki bilgi ve becerisi	4	5	4	3	4
	K52 Bilgisayar yazılımları hakkındaki bilgi ve becerisi	2	3	5	4	3
	K53 Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilmesi	4	2	4	3	4

(Puanlama: 5- Çok İyi, 4- İyi, 3- Orta, 2- Kötü, 1- Çok Kötü)

1. öğretim elemanının “Teknik Yetenek” ana kriterine performans değerlendirme komitesi üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması Tablo V.1.11’de verilmiştir.

Tablo V.1.11 1. öğretim elemanının “Teknik Yetenek” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanıklaştırılması.

Alt Kriterler	Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü	Toplam Komite Üye Sayısı
K51 Bilgisayar donanımları hakkındaki bilgi ve becerisi	1 (0.2)	3 (0.6)	1 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	5
K52 Bilgisayar yazılımları hakkındaki bilgi ve becerisi	1 (0.2)	1 (0.2)	2 (0.4)	1 (0.2)	0 (0.0)	5
K53 Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilmesi	0 (0.0)	3 (0.6)	1 (0.2)	1 (0.2)	0 (0.0)	5

1. öğretim elemanının “Teknik Yetenek” ana kriterine komite üyelerinin verdiği puanların bulanık halleri üyelik kümeleri şeklinde eşitlik V.1.5’te verilmiştir.

$$\begin{aligned}
R_{51} &= (0.2 \ 0.6 \ 0.2 \ 0.0 \ 0.0) \\
R_{52} &= (0.2 \ 0.2 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.0) \\
R_{53} &= (0.0 \ 0.6 \ 0.2 \ 0.2 \ 0.0)
\end{aligned}
\tag{V.1.5}$$

1. öğretim elemanının komite üyelerinden aldığı tüm puanların bulanık halleri üyelik kümeleri şeklinde eşitlik V.1.6-V.1.10’da verilmiştir.

“Beşeri İlişkiler” ana kriterinin alt kriter üyelik kümeleri:

$$\begin{aligned}
R_{11} &= (0.0 \ 0.2 \ 0.4 \ 0.4 \ 0.0) \\
R_{12} &= (0.0 \ 0.2 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.2) \\
R_{13} &= (0.2 \ 0.6 \ 0.2 \ 0.0 \ 0.0) \\
R_{14} &= (0.0 \ 0.2 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.2) \\
R_{15} &= (0.2 \ 0.2 \ 0.2 \ 0.4 \ 0.0)
\end{aligned}
\tag{V.1.6}$$

“Kişilik” ana kriterinin alt kriter üyelik kümeleri:

$$\begin{aligned}
R_{21} &= (0.4 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.0 \ 0.0) \\
R_{22} &= (0.0 \ 0.0 \ 0.6 \ 0.2 \ 0.2) \\
R_{23} &= (0.4 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.0 \ 0.0) \\
R_{24} &= (0.4 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.0 \ 0.0) \\
R_{25} &= (0.2 \ 0.2 \ 0.2 \ 0.4 \ 0.0)
\end{aligned}
\tag{V.1.7}$$

“Mesleki Yeterlilik” ana kriterinin alt kriter üyelik kümeleri:

$$\begin{aligned}
R_{31} &= (0.2 \ 0.6 \ 0.2 \ 0.0 \ 0.0) \\
R_{32} &= (0.0 \ 0.2 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.2) \\
R_{33} &= (0.0 \ 0.2 \ 0.8 \ 0.0 \ 0.0) \\
R_{34} &= (0.0 \ 0.6 \ 0.2 \ 0.2 \ 0.0) \\
R_{35} &= (0.0 \ 0.0 \ 0.6 \ 0.2 \ 0.2)
\end{aligned}
\tag{V.1.8}$$

“Öğretme Yeterliliği” ana kriterinin alt kriter üyelik kümeleri:

$$\begin{aligned}
R_{41} &= (0.6 \ 0.0 \ 0.2 \ 0.2 \ 0.0) \\
R_{42} &= (0.0 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.2 \ 0.2) \\
R_{43} &= (0.2 \ 0.4 \ 0.4 \ 0.0 \ 0.0) \\
R_{44} &= (0.2 \ 0.2 \ 0.6 \ 0.0 \ 0.0) \\
R_{45} &= (0.0 \ 0.0 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.4)
\end{aligned}
\tag{V.1.9}$$

“Teknik Yetenek” ana kriterinin alt kriter üyelik kümeleri:

$$\begin{aligned}
R_{51} &= (0.2 \ 0.6 \ 0.2 \ 0.0 \ 0.0) \\
R_{52} &= (0.2 \ 0.2 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.0) \\
R_{53} &= (0.0 \ 0.6 \ 0.2 \ 0.2 \ 0.0)
\end{aligned}
\tag{V.1.10}$$

Tablo III.2.2’de verilenlerden yararlanarak her bir ana kriter için alt kriter ağırlıkları üyelik kümeleri şeklinde eşitlik V.1.11-V.1.15’te verilmiştir.

“Beşeri İlişkiler” ana kriterinin alt kriter ağırlıkları:

$$A_1 = (0.25 \quad 0.25 \quad 0.15 \quad 0.15 \quad 0.2) \quad (\text{V.1.11})$$

“Kişilik” ana kriterinin alt kriter ağırlıkları:

$$A_2 = (0.15 \quad 0.4 \quad 0.15 \quad 0.1 \quad 0.2) \quad (\text{V.1.12})$$

“Mesleki Yeterlilik” ana kriterinin alt kriter ağırlıkları:

$$A_3 = (0.25 \quad 0.25 \quad 0.17 \quad 0.17 \quad 0.16) \quad (\text{V.1.13})$$

“Öğretme Yeterliliği” ana kriterinin alt kriter ağırlıkları:

$$A_4 = (0.2 \quad 0.2 \quad 0.25 \quad 0.15 \quad 0.2) \quad (\text{V.1.14})$$

“Teknik Yetenek” ana kriterinin alt kriter ağırlıkları:

$$A_5 = (0.3 \quad 0.3 \quad 0.4) \quad (\text{V.1.15})$$

Eşitlik V.1.11’de verilen “Beşeri İlişkiler” ana kriterinin alt kriter ağırlıkları (A_1) ile eşitlik V.1.6’da verilen “Beşeri İlişkiler” ana kriteri üyelik kümeleri (R_{1x}), eşitlik V.1.16’da birleşim işlemine tabi tutulmuştur. Birleşim işlemi sonucunda “Beşeri İlişkiler” ana kriteri için eşitlik V.1.17’de verilen üyelik kümesi (B_1) elde edilmiştir.

$$B_1 = [A_1] \circ \begin{bmatrix} R_{11} \\ R_{12} \\ R_{13} \\ R_{14} \\ R_{15} \end{bmatrix} = [0.25 \quad 0.25 \quad 0.15 \quad 0.15 \quad 0.2] \circ \begin{bmatrix} 0.0 & 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0.0 \\ 0.0 & 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.4 & 0.0 \end{bmatrix} \quad (\text{V.1.16})$$

$$\begin{aligned} B_1 = & ((0.25 \wedge 0.0) \vee (0.25 \wedge 0.0) \vee (0.15 \wedge 0.2) \vee (0.15 \wedge 0.0) \vee (0.2 \wedge 0.2) \\ & (0.25 \wedge 0.2) \vee (0.25 \wedge 0.2) \vee (0.15 \wedge 0.6) \vee (0.15 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.2) \\ & (0.25 \wedge 0.4) \vee (0.25 \wedge 0.4) \vee (0.15 \wedge 0.2) \vee (0.15 \wedge 0.4) \vee (0.2 \wedge 0.2) \\ & (0.25 \wedge 0.4) \vee (0.25 \wedge 0.2) \vee (0.15 \wedge 0.0) \vee (0.15 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.4) \\ & (0.25 \wedge 0.0) \vee (0.25 \wedge 0.2) \vee (0.15 \wedge 0.0) \vee (0.15 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.0)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
B_1 = & ((0.0 \vee 0.0 \vee 0.15 \vee 0.0 \vee 0.2) \\
& (0.2 \vee 0.2 \vee 0.15 \vee 0.15 \vee 0.2) \\
& (0.25 \vee 0.25 \vee 0.15 \vee 0.15 \vee 0.2) \\
& (0.25 \vee 0.2 \vee 0.0 \vee 0.15 \vee 0.2) \\
& (0.0 \vee 0.2 \vee 0.0 \vee 0.15 \vee 0.0))
\end{aligned}$$

$$B_1 = (0.2 \quad 0.2 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.2) \quad (V.1.17)$$

Eşitlik V.1.12’de verilen “Kişilik” ana kriterinin alt kriter ağırlıkları (A_2) ile eşitlik V.1.7’de verilen “Kişilik” ana kriteri üyelik kümeleri (R_{2x}), eşitlik V.1.18’de birleşim işlemine tabi tutulmuştur. Birleşim işlemi sonucunda “Kişilik” ana kriteri için eşitlik V.1.19’de verilen üyelik kümesi (B_2) elde edilmiştir.

$$B_2 = [A_2] \circ \begin{bmatrix} R_{21} \\ R_{22} \\ R_{23} \\ R_{24} \\ R_{25} \end{bmatrix} = [0.15 \quad 0.4 \quad 0.15 \quad 0.1 \quad 0.2] \circ \begin{bmatrix} 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.6 & 0.2 & 0.2 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0.0 & 0.0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0.0 & 0.0 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.4 & 0.0 \end{bmatrix} \quad (V.1.18)$$

$$\begin{aligned}
B_2 = & ((0.15 \wedge 0.4) \vee (0.4 \wedge 0.0) \vee (0.15 \wedge 0.4) \vee (0.1 \wedge 0.4) \vee (0.2 \wedge 0.2) \\
& (0.15 \wedge 0.4) \vee (0.4 \wedge 0.0) \vee (0.15 \wedge 0.4) \vee (0.1 \wedge 0.4) \vee (0.2 \wedge 0.2) \\
& (0.15 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.6) \vee (0.15 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.2) \\
& (0.15 \wedge 0.0) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.15 \wedge 0.0) \vee (0.1 \wedge 0.0) \vee (0.2 \wedge 0.4) \\
& (0.15 \wedge 0.0) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.15 \wedge 0.0) \vee (0.1 \wedge 0.0) \vee (0.2 \wedge 0.0))
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
B_2 = & ((0.15 \vee 0.0 \vee 0.15 \vee 0.1 \vee 0.2) \\
& (0.15 \vee 0.0 \vee 0.15 \vee 0.1 \vee 0.2) \\
& (0.15 \vee 0.4 \vee 0.15 \vee 0.1 \vee 0.2) \\
& (0.0 \vee 0.2 \vee 0.0 \vee 0.0 \vee 0.2) \\
& (0.0 \vee 0.2 \vee 0.0 \vee 0.0 \vee 0.0))
\end{aligned}$$

$$B_2 = (0.2 \quad 0.2 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.2) \quad (V.1.19)$$

Eşitlik V.1.13’te verilen “Mesleki Yeterlilik” ana kriterinin alt kriter ağırlıkları (A_3) ile eşitlik V.1.8’de verilen “Mesleki Yeterlilik” ana kriteri üyelik kümeleri (R_{3x}), eşitlik V.1.20’de birleşim işlemine tabi tutulmuştur. Birleşim işlemi sonucunda “Mesleki Yeterlilik” ana kriteri için eşitlik V.1.21’de verilen üyelik kümesi (B_3) elde edilmiştir.

$$B_3 = A_3 \circ \begin{bmatrix} R_{31} \\ R_{32} \\ R_{33} \\ R_{34} \\ R_{35} \end{bmatrix} = [0.25 \ 0.25 \ 0.17 \ 0.17 \ 0.16] \circ \begin{bmatrix} 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 \\ 0.0 & 0.2 & 0.8 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.6 & 0.2 & 0.2 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.6 & 0.2 & 0.2 \end{bmatrix} \quad (V.1.20)$$

$$B_3 = ((0.25 \wedge 0.2) \vee (0.25 \wedge 0.0) \vee (0.17 \wedge 0.0) \vee (0.17 \wedge 0.0) \vee (0.16 \wedge 0.0) \\ (0.25 \wedge 0.6) \vee (0.25 \wedge 0.2) \vee (0.17 \wedge 0.2) \vee (0.17 \wedge 0.6) \vee (0.16 \wedge 0.0) \\ (0.25 \wedge 0.2) \vee (0.25 \wedge 0.4) \vee (0.17 \wedge 0.8) \vee (0.17 \wedge 0.2) \vee (0.16 \wedge 0.6) \\ (0.25 \wedge 0.0) \vee (0.25 \wedge 0.2) \vee (0.17 \wedge 0.0) \vee (0.17 \wedge 0.2) \vee (0.16 \wedge 0.2) \\ (0.25 \wedge 0.0) \vee (0.25 \wedge 0.2) \vee (0.17 \wedge 0.0) \vee (0.17 \wedge 0.0) \vee (0.16 \wedge 0.2))$$

$$B_3 = ((0.2 \vee 0.0 \vee 0.0 \vee 0.0 \vee 0.0) \\ (0.25 \vee 0.2 \vee 0.17 \vee 0.17 \vee 0.0) \\ (0.2 \vee 0.25 \vee 0.17 \vee 0.17 \vee 0.16) \\ (0.0 \vee 0.2 \vee 0.0 \vee 0.17 \vee 0.16) \\ (0.0 \vee 0.2 \vee 0.0 \vee 0.0 \vee 0.16))$$

$$B_3 = (0.2 \ 0.25 \ 0.25 \ 0.2 \ 0.2) \quad (V.1.21)$$

Eşitlik V.1.14’te verilen “Öğretme Yeterliliği” ana kriterinin alt kriter ağırlıkları (A_4) ile eşitlik V.1.9’da verilen “Öğretme Yeterliliği” ana kriteri üyelik kümeleri (R_{4x}), eşitlik V.1.22’de birleşim işlemine tabi tutulmuştur. Birleşim işlemi sonucunda “Öğretme Yeterliliği” ana kriteri için eşitlik V.1.23’de verilen üyelik kümesi (B_4) elde edilmiştir.

$$B_4 = A_4 \circ \begin{bmatrix} R_{41} \\ R_{42} \\ R_{43} \\ R_{44} \\ R_{45} \end{bmatrix} = [0.2 \ 0.2 \ 0.25 \ 0.15 \ 0.2] \circ \begin{bmatrix} 0.6 & 0.0 & 0.2 & 0.2 & 0.0 \\ 0.0 & 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0.0 & 0.0 \\ 0.2 & 0.2 & 0.6 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.4 & 0.2 & 0.4 \end{bmatrix} \quad (V.1.22)$$

$$B_4 = ((0.2 \wedge 0.6) \vee (0.2 \wedge 0.0) \vee (0.25 \wedge 0.2) \vee (0.15 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.0) \\ (0.2 \wedge 0.0) \vee (0.2 \wedge 0.4) \vee (0.25 \wedge 0.4) \vee (0.15 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.0) \\ (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.25 \wedge 0.4) \vee (0.15 \wedge 0.6) \vee (0.2 \wedge 0.4) \\ (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.25 \wedge 0.0) \vee (0.15 \wedge 0.0) \vee (0.2 \wedge 0.2) \\ (0.2 \wedge 0.0) \vee (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.25 \wedge 0.0) \vee (0.15 \wedge 0.0) \vee (0.2 \wedge 0.4))$$

$$\begin{aligned}
B_4 = & ((0.2 \vee 0.0 \vee 0.2 \vee 0.15 \vee 0.0) \\
& (0.0 \vee 0.2 \vee 0.25 \vee 0.15 \vee 0.0) \\
& (0.2 \vee 0.2 \vee 0.25 \vee 0.15 \vee 0.2) \\
& (0.2 \vee 0.2 \vee 0.0 \vee 0.0 \vee 0.2) \\
& (0.0 \vee 0.2 \vee 0.0 \vee 0.0 \vee 0.2))
\end{aligned}$$

$$B_4 = (0.2 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.2 \quad 0.2) \quad (V.1.23)$$

Eşitlik V.1.15’te verilen “Teknik Yetenek” ana kriterinin alt kriter ağırlıkları (A_5) ile eşitlik V.1.10’da verilen “Teknik Yetenek” ana kriteri üyelik kümeleri (R_{5x}), eşitlik V.1.24’te birleşim işlemine tabi tutulmuştur. Birleşim işlemi sonucunda “Teknik Yetenek” ana kriteri için eşitlik V.1.25’de verilen üyelik kümesi (B_5) elde edilmiştir.

$$B_5 = A_5 \circ \begin{bmatrix} R_{51} \\ R_{52} \\ R_{53} \end{bmatrix} = [0.3 \quad 0.3 \quad 0.4] \circ \begin{bmatrix} 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0.0 & 0.0 \\ 0.2 & 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.0 \\ 0.0 & 0.6 & 0.2 & 0.2 & 0.0 \end{bmatrix} \quad (V.1.24)$$

$$\begin{aligned}
B_5 = & ((0.3 \wedge 0.2) \vee (0.3 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.0) \\
& (0.3 \wedge 0.6) \vee (0.3 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.6) \\
& (0.3 \wedge 0.2) \vee (0.3 \wedge 0.4) \vee (0.4 \wedge 0.2) \\
& (0.3 \wedge 0.0) \vee (0.3 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.2) \\
& (0.3 \wedge 0.0) \vee (0.3 \wedge 0.0) \vee (0.4 \wedge 0.0))
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
B_5 = & ((0.2 \vee 0.2 \vee 0.0) \\
& (0.3 \vee 0.2 \vee 0.4) \\
& (0.2 \vee 0.3 \vee 0.2) \\
& (0.0 \vee 0.2 \vee 0.2) \\
& (0.0 \vee 0.0 \vee 0.0))
\end{aligned}$$

$$B_5 = (0.2 \quad 0.4 \quad 0.3 \quad 0.2 \quad 0.0) \quad (V.1.25)$$

Performansı değerlendirilen 1. öğretim elemanının tüm ana kriterleri için daha önce hesaplanan üyelik kümeleri, eşitlik V.1.26-V.1.30’da verilmiştir.

“Beşeri İlişkiler” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_1 = (0.2 \quad 0.2 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.2) \quad (\text{V.1.26})$$

“Kişilik” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_2 = (0.2 \quad 0.2 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.2) \quad (\text{V.1.27})$$

“Mesleki Yeterlilik” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_3 = (0.2 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.2 \quad 0.2) \quad (\text{V.1.28})$$

“Öğretme Yeterliliği” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_4 = (0.2 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.2 \quad 0.2) \quad (\text{V.1.29})$$

“Teknik Yetenek” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_5 = (0.2 \quad 0.4 \quad 0.3 \quad 0.2 \quad 0.0) \quad (\text{V.1.30})$$

Tablo III.2.2’de verilenlerden yararlanarak her bir ana kriterlerin ağırlıkları, eşitlik V.1.31’de üyelik kümesi (A) şeklinde verilmiştir.

$$A = (0.2 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.1 \quad 0.1) \quad (\text{V.1.31})$$

1. öğretim elemanının performans değerlendirme puanının hesaplanmasındaki son adım, eşitlik V.1.31’de verilen ana kriter ağırlıklarının olduğu (A) üyelik kümesi ile eşitlik (V.1.26-V.1.30)’da verilmiş olan tüm ana kriterlere ait üyelik değerlerinin eşitlik V.1.32’de verilen birleşim işlemine tabi tutulmasıdır. Eşitlik V.1.33’te verilen birleşim işlemi sonucu (B), performansı değerlendirilen 1. öğretim elemanının performans değerlendirme puanının bulanık halidir. Ağırlıkların ortalaması berraklaştırma yöntemi kullanılarak öğretim elemanının performans değerlendirme puanının en son hali elde edilmektedir (Şekil V.1.1).

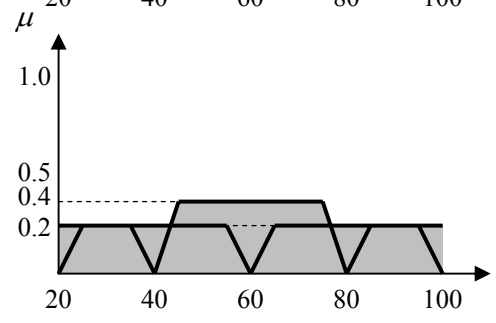
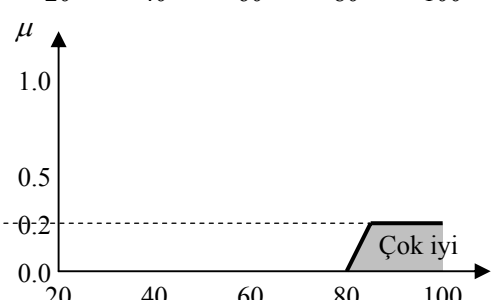
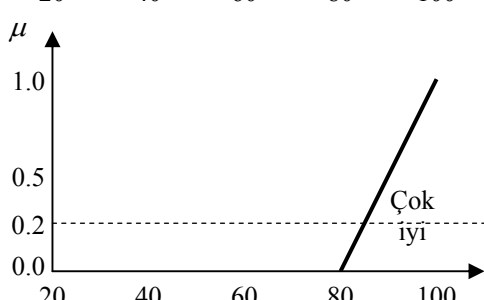
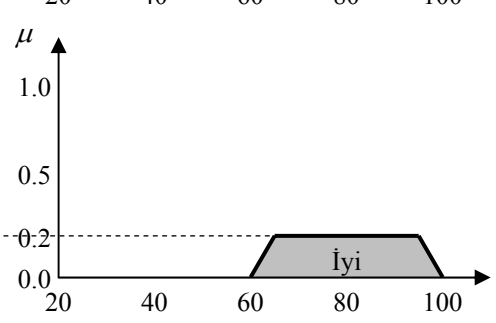
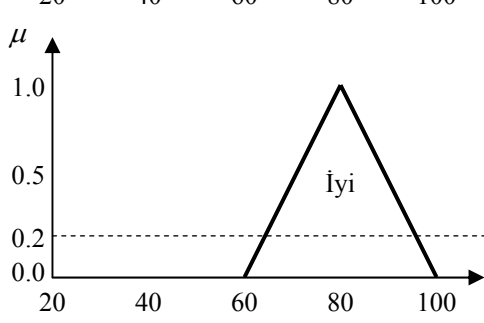
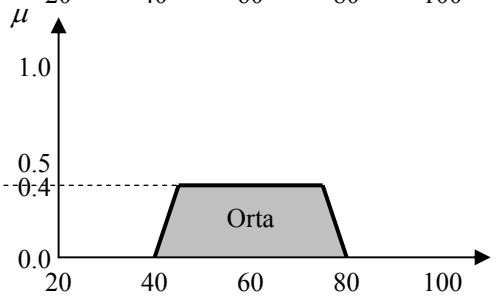
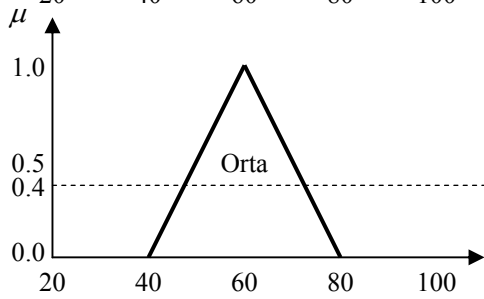
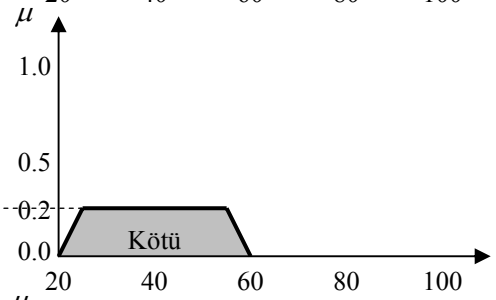
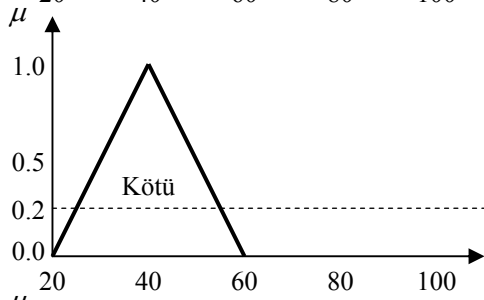
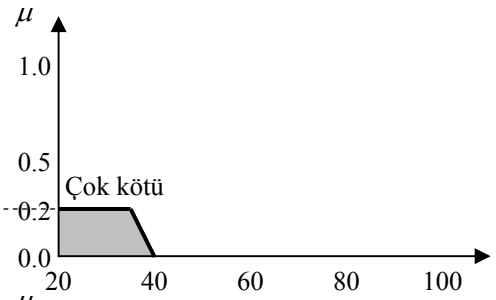
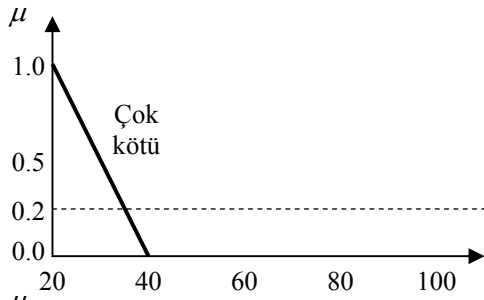
$$B = [A] \circ \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} = [0.2 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.1 \quad 0.1] \circ \begin{bmatrix} 0.2 & 0.2 & 0.25 & 0.25 & 0.2 \\ 0.2 & 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.25 & 0.25 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.25 & 0.25 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.2 & 0.0 \end{bmatrix} \quad (\text{V.1.32})$$

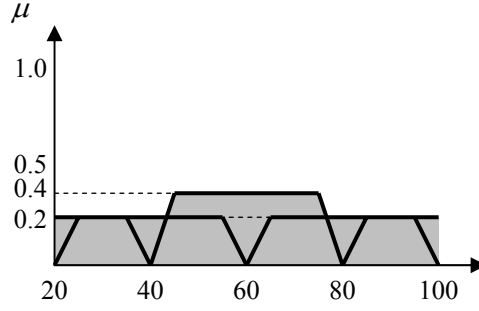
$$\begin{aligned}
B = & ((0.2 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.2) \\
& (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.4) \\
& (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.4 \wedge 0.4) \vee (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.3) \\
& (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.2) \\
& (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.0))
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
B = & ((0.2 \vee 0.2 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1) \\
& (0.2 \vee 0.2 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1) \\
& (0.2 \vee 0.4 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1) \\
& (0.2 \vee 0.2 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1) \\
& (0.2 \vee 0.2 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.0))
\end{aligned}$$

$$B = \begin{matrix} & \text{Çok İyi} & \text{İyi} & \text{Orta} & \text{Kötü} & \text{Çok Kötü} \\ = & (0.2 & 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2) \end{matrix}$$

(V.1.33)





Şekil V.1.1 1. öğretim elemanı için elde edilen bulanık değerlerin, ağırlıkların ortalaması yöntemiyle ifade edilmesi.

Bulanık değerlerin berraklaştırılması işleminde kullanılan ağırlıkların ortalaması yönteminin matematiksel gösterimi eşitlik V.1.34'te verilmiştir. Bu eşitlikten yola çıkılarak aşağıdaki hesaplamalar gerçekleştirilerek bulanık değerler berrak değerlere dönüştürülür.

$$z^* = \frac{\sum \mu(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum \mu(\bar{z})} \quad (\text{V.1.34})$$

$$z^* = \frac{(0.2) \cdot 20 + (0.2) \cdot 40 + (0.4) \cdot 60 + (0.2) \cdot 80 + (0.2) \cdot 100}{0.2 + 0.2 + 0.4 + 0.2 + 0.2}$$

$$z^* = \frac{4 + 8 + 24 + 32 + 20}{1.2} = \frac{72}{1.2} = 60$$

Yukarıdaki ifadede görüldüğü gibi, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak performans değerlendirme yapılan 1. öğretim elemanının performans değerlendirme genel puanı, gerçekleştirilen berraklaştırma işlemi sonucunda 60 olarak elde edilmiştir.

V.2 2. ÖĞRETİM ELEMANININ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak performansı değerlendirilen 2. öğretim elemanı için komite üyelerinin ana ve alt kriterlere verdikleri değerlendirme puanları Tablo V.2.1’ de verilmiştir.

Tablo V.2.1 2. öğretim elemanına komite üyelerinin verdiği puanlar.

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Komite Üyeleri ve Verdikleri Puanlar				
		Ü1	Ü2	Ü3	Ü4	Ü5
K1 Beşeri İlişkileri	K11 Öğrencilere doğru ve etkili mesaj iletebilmesi	1	4	5	5	5
	K12 Öğrencilerden gelen mesajları doğru şekilde algılayabilmesi	3	4	3	2	2
	K13 Öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirmesi ve yönlendirmesi	5	2	5	5	3
	K14 Öğretim elemanları ile öğrenciler arası iletişimi geliştirmesi	5	4	4	5	4
	K15 Net ve anlaşılabilir konuşabilmesi	1	1	4	3	1
K2 Kişiliği	K21 Kendine güveni ve işbirliğine açık olması	5	4	5	2	3
	K22 Güvenilir ve dürüst kişiliğe sahip olması	5	5	3	4	4
	K23 Düzenli, temiz giyim ve görünümüne sahip olması	2	4	5	1	4
	K24 Yaratıcı, esnek ve sorun çözücü olması	3	3	3	2	1
	K25 Mesleğine karşı ilgi, istek ve heyecan duyması	3	1	2	5	1
K3 Mesleki Yeterliliği	K31 Alanıyla ilgili teorik bilgi seviyesi	4	1	2	4	2
	K32 Alanıyla ilgili pratik yeterlilik seviyesi	2	1	3	3	4
	K33 Ulusal düzeydeki araştırmalara katkı sağlaması	4	2	5	5	2
	K34 Uluslararası düzeydeki araştırmalara katkı sağlaması	2	3	4	4	4
	K35 Alanıyla ilgili bilimsel gelişmeleri yakından takip etmesi	2	2	1	4	4
K4 Öğretme Yeterliliği	K41 Öğretilen bilginin güncel hayata transferini sağlaması	1	2	2	4	2
	K42 Eğitim ortamını (sınıf/lab) düzenlemesi	4	4	1	3	1
	K43 Öğrencileri disipline etmesi	4	4	3	3	3
	K44 Öğretme etkinliklerini planlama ve uygulaması	3	4	4	1	4
	K45 Öğretim materyallerini kullanabilmesi	4	1	3	4	1
K5 Teknik Yeteneği	K51 Bilgisayar donanımları hakkındaki bilgi ve becerisi	3	5	3	5	2
	K52 Bilgisayar yazılımları hakkındaki bilgi ve becerisi	1	1	3	1	3
	K53 Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilmesi	1	4	4	5	1

(Puanlama: 5- Çok İyi, 4- İyi, 3- Orta, 2- Kötü, 1- Çok Kötü)

Performansı değerlendirilen 2. öğretim elemanı için bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak performansı değerlendirilen birinci öğretim üyesinin performansı değerlendirilirken gerçekleştirilen işlemlerin benzerleri yapılmış ve gerçekleştirilen bulanıklaştırma ve çıkarım işlemleri sonucunda her bir ana kriter için aşağıdaki bulanık sonuçlar elde edilmiştir.

“Beşeri İlişkiler” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_1 = (0.25 \quad 0.2 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.2) \quad (V.2.1)$$

“Kişilik” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_2 = (0.4 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.2 \quad 0.2) \quad (V.2.2)$$

“Mesleki Yeterlilik” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_3 = (0.17 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.2) \quad (V.2.3)$$

“Öğretme Yeterliliği” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_4 = (0.0 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.2 \quad 0.2) \quad (V.2.4)$$

“Teknik Yetenek” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_5 = (0.3 \quad 0.4 \quad 0.3 \quad 0.2 \quad 0.4) \quad (V.2.5)$$

Tablo III.2.2’den yararlanarak ana kriterlerin ağırlıkları, eşitlik V.2.6’da verilen üyelik kümesi (A) şeklinde ifade edilmiştir.

$$A = (0.2 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.1 \quad 0.1) \quad (V.2.6)$$

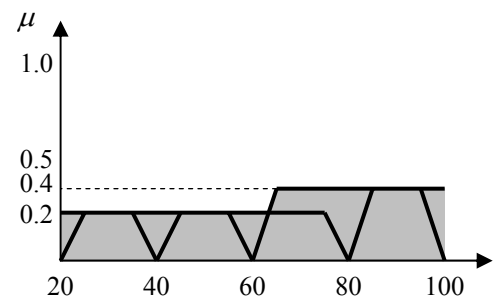
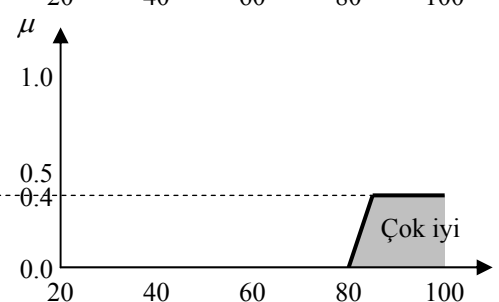
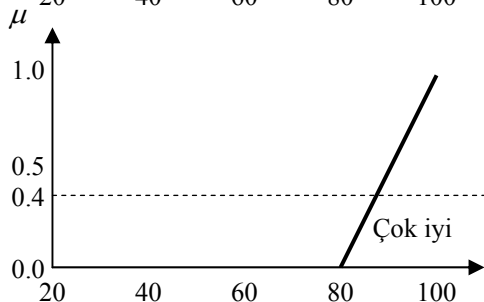
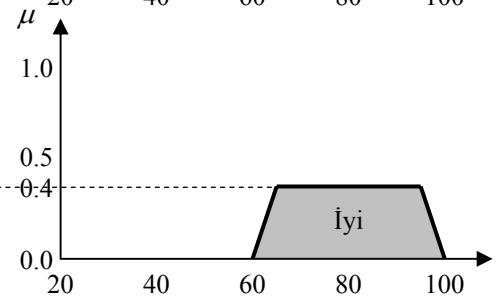
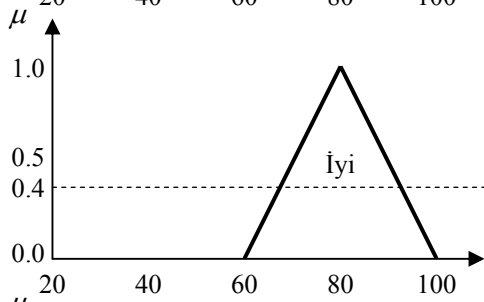
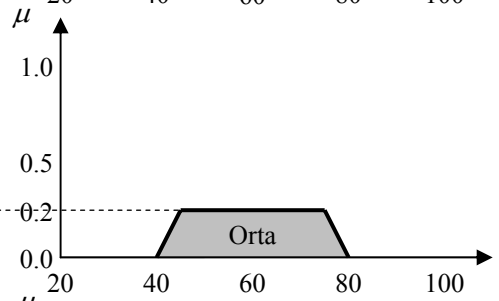
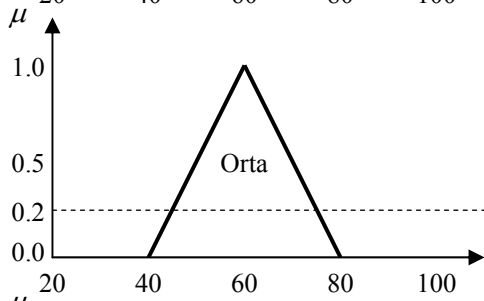
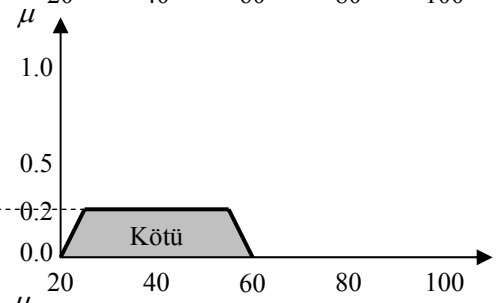
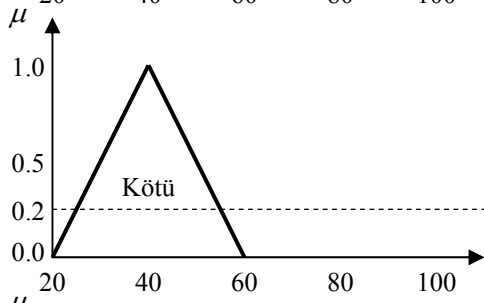
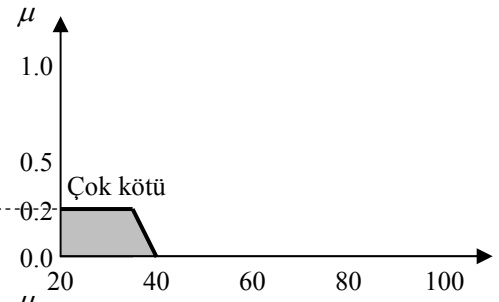
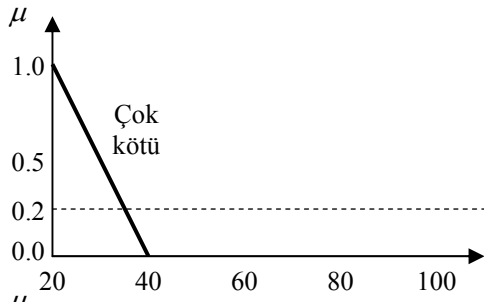
2. öğretim elemanının performans değerlendirme puanının hesaplanmasındaki son adım, eşitlik V.2.6’da verilen ana kriter ağırlıklarının olduğu (A) üyelik kümesi ile eşitlik V.2.1-V.2.5’da verilen tüm ana kriterlere ait üyelik değerlerinin, eşitlik V.2.7’de verilen birleşim işlemine tabi tutulmasıdır. Eşitlik V.2.8’de verilen birleşim işleminin sonucu (B), performansı değerlendirilen 2. öğretim elemanının performans değerlendirme genel puanının bulanık halidir. Bulanık puan, ağırlıkların ortalaması berraklaştırma yöntemi kullanılarak öğretim elemanının performans değerlendirme puanının en son hali elde edilmektedir (Şekil V.2.1).

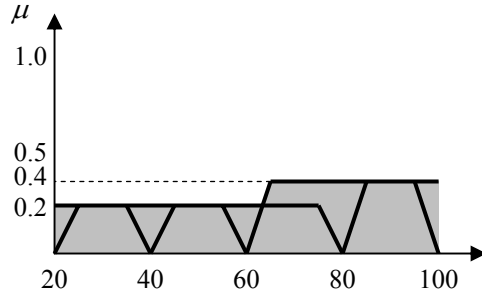
$$B = [A] \circ \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} = [0.2 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.1 \quad 0.1] \circ \begin{bmatrix} 0.25 & 0.2 & 0.25 & 0.25 & 0.2 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0.17 & 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.2 \\ 0.0 & 0.25 & 0.25 & 0.2 & 0.2 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0.2 & 0.4 \end{bmatrix} \quad (\text{V.2.7})$$

$$B = ((0.2 \wedge 0.25) \vee (0.4 \wedge 0.4) \vee (0.2 \wedge 0.17) \vee (0.1 \wedge 0.0) \vee (0.1 \wedge 0.3) \\ (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.4) \vee (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.4) \\ (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.3) \\ (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.2) \\ (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.4))$$

$$B = ((0.2 \vee 0.4 \vee 0.17 \vee 0.0 \vee 0.1) \\ (0.2 \vee 0.4 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1) \\ (0.2 \vee 0.2 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1) \\ (0.2 \vee 0.2 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1) \\ (0.2 \vee 0.2 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1))$$

	Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok kötü	
$B =$	$(0.4$	0.4	0.2	0.2	$0.2)$	(V.2.8)





Şekil V.2.1 2. öğretim elemanı için elde edilen bulanık değerlerin, ağırlıkların ortalaması yöntemiyle ifade edilmesi.

Bulanık değerlerin berraklaştırılması işleminde kullanılan ağırlıkların ortalaması yönteminin matematiksel gösterimi eşitlik V.2.9'da verilmiştir. Bu eşitlikten yola çıkılarak aşağıdaki hesaplamalar gerçekleştirilerek bulanık değerler berrak değerlere dönüştürülür.

$$z^* = \frac{\sum \mu(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum \mu(\bar{z})} \quad (\text{V.2.9})$$

$$z^* = \frac{(0.2) * 20 + (0.2) * 40 + (0.2) * 60 + (0.4) * 80 + (0.4) * 100}{0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.4 + 0.4}$$

$$z^* = \frac{4 + 8 + 12 + 32 + 40}{1.4} = \frac{96}{1.4} = 68.57$$

Yukarıdaki ifadede görüldüğü gibi, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak performans değerlendirmesi yapılan 2. öğretim elemanının performans değerlendirme genel puanı, gerçekleştirilen berraklaştırma işlemi sonucunda 68.57 olarak elde edilmiştir.

V.3 3. ÖĞRETİM ELEMANININ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak performansı değerlendirilen 3. öğretim elemanı için komite üyelerinin ana ve alt kriterlere verdikleri değerlendirme puanları Tablo V.3.1’ de verilmiştir.

Tablo V.3.1 3. öğretim elemanına komite üyelerinin verdiği puanlar.

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Komite Üyeleri ve Verdikleri Puanlar				
		Ü1	Ü2	Ü3	Ü4	Ü5
K1 Beşeri İlişkileri	K11 Öğrencilere doğru ve etkili mesaj iletebilmesi	5	4	1	1	3
	K12 Öğrencilerden gelen mesajları doğru şekilde algılayabilmesi	4	3	3	4	1
	K13 Öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirmesi ve yönlendirmesi	4	5	4	2	5
	K14 Öğretim elemanları ile öğrenciler arası iletişimi geliştirmesi	2	3	3	4	4
	K15 Net ve anlaşılabilir konuşabilmesi	2	5	1	4	1
K2 Kişiliği	K21 Kendine güveni ve işbirliğine açık olması	1	1	3	2	1
	K22 Güvenilir ve dürüst kişiliğe sahip olması	5	5	4	1	2
	K23 Düzenli, temiz giyim ve görünüme sahip olması	3	3	2	2	5
	K24 Yaratıcı, esnek ve sorun çözücü olması	2	1	2	2	4
	K25 Mesleğine karşı ilgi, istek ve heyecan duyması	5	3	2	4	3
K3 Mesleki Yeterliliği	K31 Alanıyla ilgili teorik bilgi seviyesi	4	4	2	1	1
	K32 Alanıyla ilgili pratik yeterlilik seviyesi	5	3	3	4	2
	K33 Ulusal düzeydeki araştırmalara katkı sağlaması	2	2	5	4	1
	K34 Uluslararası düzeydeki araştırmalara katkı sağlaması	3	5	3	5	3
	K35 Alanıyla ilgili bilimsel gelişmeleri yakından takip etmesi	3	1	5	2	1
K4 Öğretme Yeterliliği	K41 Öğretilen bilginin güncel hayata transferini sağlaması	5	5	3	4	4
	K42 Eğitim ortamını (sınıf/lab) düzenlemesi	1	1	2	1	4
	K43 Öğrencileri disipline etmesi	3	1	1	2	2
	K44 Öğretme etkinliklerini planlama ve uygulaması	2	4	3	2	5
	K45 Öğretim materyallerini kullanabilmesi	1	1	5	4	2
K5 Teknik Yeteneği	K51 Bilgisayar donanımları hakkındaki bilgi ve becerisi	2	3	5	5	2
	K52 Bilgisayar yazılımları hakkındaki bilgi ve becerisi	5	5	5	3	3
	K53 Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilmesi	1	2	4	2	3

(Puanlama: 5- Çok İyi, 4- İyi, 3- Orta, 2- Kötü, 1- Çok Kötü)

Performansı değerlendirilen 3. öğretim elemanı için bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak performansı değerlendirilen birinci öğretim üyesinin performansı değerlendirilirken gerçekleştirilen işlemlerin benzerleri yapılmış ve gerçekleştirilen bulanıklaştırma ve çıkarım işlemleri sonucunda her bir ana kriter için aşağıdaki bulanık sonuçlar elde edilmiştir.

“Beşeri İlişkiler” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_1 = (0.2 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.2 \quad 0.25) \quad (V.3.1)$$

“Kişilik” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_2 = (0.4 \quad 0.2 \quad 0.2 \quad 0.2 \quad 0.2) \quad (V.3.2)$$

“Mesleki Yeterlilik” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_3 = (0.2 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.2 \quad 0.25) \quad (V.3.3)$$

“Öğretme Yeterliliği” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_4 = (0.2 \quad 0.2 \quad 0.2 \quad 0.25 \quad 0.25) \quad (V.3.4)$$

“Teknik Yetenek” ana kriteri üyelik kümesi:

$$B_5 = (0.3 \quad 0.2 \quad 0.3 \quad 0.4 \quad 0.2) \quad (V.3.5)$$

Ana kriter ağırlıkları:

$$A = (0.2 \quad 0.4 \quad 0.2 \quad 0.1 \quad 0.1) \quad (V.3.6)$$

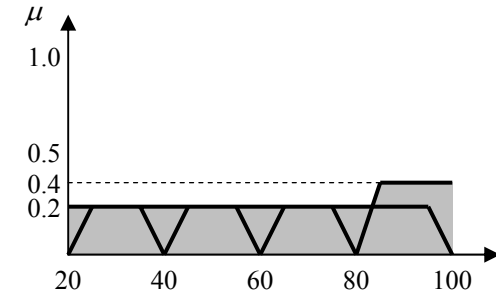
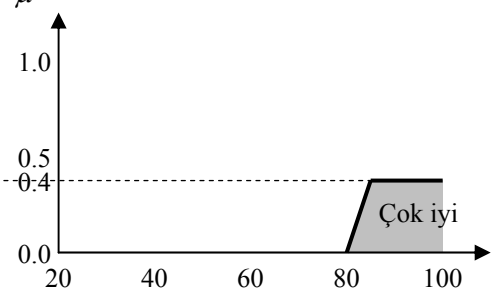
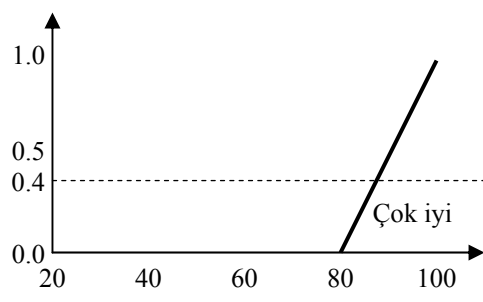
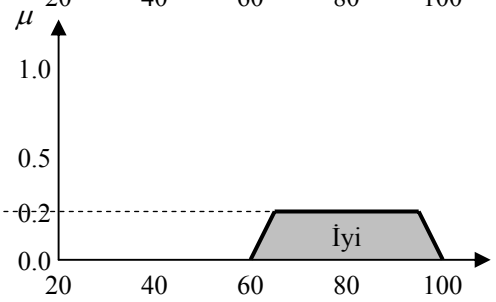
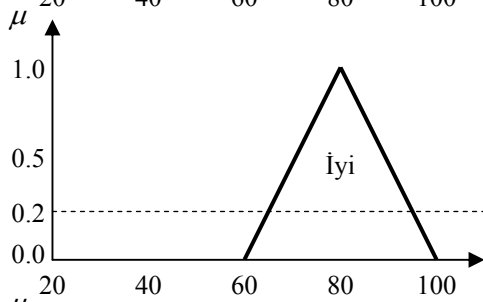
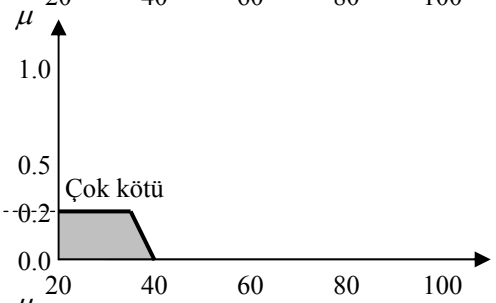
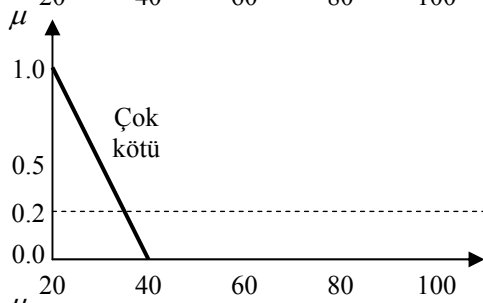
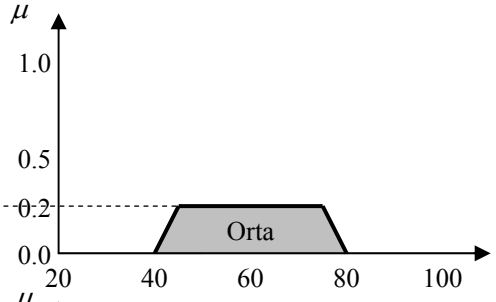
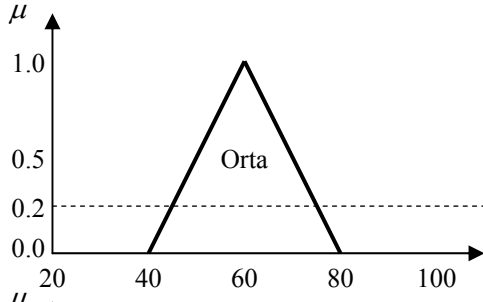
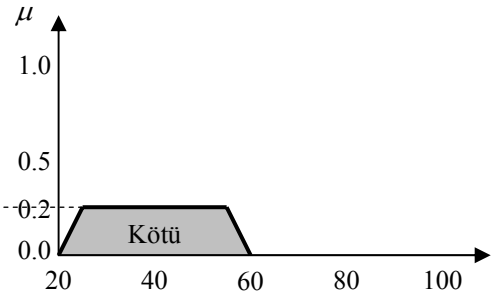
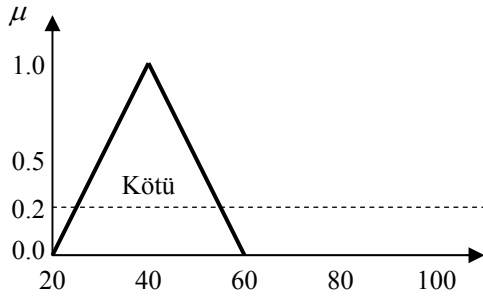
3. Öğretim elemanının performans değerlendirme puanının hesaplanmasındaki son adım, eşitlik V.3.6’da verilen ana kriter ağırlıklarının olduğu (A) üyelik kümesi ile eşitlik V.3.1-V.3.5’te verilen tüm ana kriterlere ait üyelik değerlerinin, eşitlik V.3.7’de verilen birleşim işlemine tabi tutulmasıdır. Eşitlik V.3.8’de verilen birleşim işleminin sonucu (B), performansı değerlendirilen 3. öğretim elemanının performans değerlendirme genel puanının bulanık halidir. Bulanık puan, ağırlıkların ortalaması berraklaştırma yöntemi kullanılarak öğretim elemanının performans değerlendirme puanının en son hali elde edilmektedir (Şekil V.3.1).

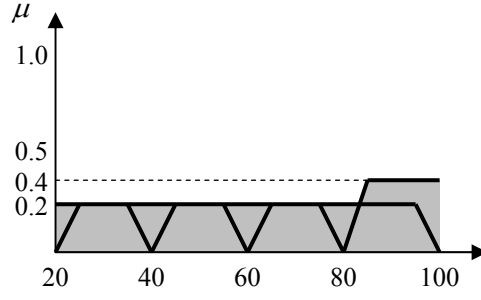
$$B = [A] \circ \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} = [0.2 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.1 \ 0.1] \circ \begin{bmatrix} 0.2 & 0.25 & 0.25 & 0.2 & 0.25 \\ 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.25 & 0.25 & 0.2 & 0.25 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.25 & 0.25 \\ 0.3 & 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.2 \end{bmatrix} \quad (V.3.7)$$

$$B = ((0.2 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.4) \vee (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.3) \\ (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.2) \\ (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.3) \\ (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.4) \\ (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.4 \wedge 0.2) \vee (0.2 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.25) \vee (0.1 \wedge 0.2))$$

$$B = ((0.2 \vee 0.4 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1) \\ (0.2 \vee 0.2 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1) \\ (0.2 \vee 0.2 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1) \\ (0.2 \vee 0.2 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1) \\ (0.2 \vee 0.2 \vee 0.2 \vee 0.1 \vee 0.1))$$

	Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü	
$B =$	$(0.4$	0.2	0.2	0.2	$0.2)$	$(V.3.8)$





Şekil V.3.1 3. öğretim elemanı için elde edilen bulanık değerlerin, ağırlıkların ortalaması yöntemiyle ifade edilmesi.

Bulanık değerlerin berraklaştırılması işleminde kullanılan ağırlıkların ortalaması yönteminin matematiksel gösterimi eşitlik V.3.9'da verilmiştir. Bu eşitlikten yola çıkılarak aşağıdaki hesaplamalar gerçekleştirilerek bulanık değerler berrak değerlere dönüştürülür.

$$z^* = \frac{\sum \mu(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum \mu(\bar{z})} \quad (\text{V.3.9})$$

$$z^* = \frac{(0.2) \cdot 20 + (0.2) \cdot 40 + (0.2) \cdot 60 + (0.2) \cdot 80 + (0.4) \cdot 100}{0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.4}$$

$$z^* = \frac{4 + 8 + 12 + 16 + 40}{1.2} = \frac{80}{1.2} = 66.67$$

Yukarıdaki ifadede görüldüğü gibi, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak performans değerlendirmesi yapılan 3. öğretim elemanının performans değerlendirme genel puanı, gerçekleştirilen berraklaştırma işlemi sonucunda 66.67 olarak elde edilmiştir.

Sonuç olarak, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak performansları değerlendirilen üç öğretim elemanı aldıkları puanlara göre sıralanmıştır.

Mesleğinde en başarılı öğretim elemanı 68.57 puan alan 2. sırada performans değerlendirme yapılan öğretim elemanıdır. Başarı seviyesi olarak onun hemen arkasından gelen öğretim elemanı 66.67 puan alan 3. sırada performans değerlendirme yapılan öğretim elemanıdır. Son olarak bu üç kişiden en başarısız olan 60 tam puan alan 1. sırada performans değerlendirme yapılan öğretim elemanıdır.

BÖLÜM VI

SONUÇLAR

Bu çalışmanın sonucunda, karar verme süreçlerinde bulanık mantık yaklaşımının kullanımını incelemek ve üniversitelerde görev alan öğretim elemanlarının performans seviyelerinin bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak belirlenmesine yönelik bir model geliştirilmiş ve bu modeli test edilmiştir.

Çalışmada, uzman sistemlerin ve bulanık mantık yaklaşımının temel yapısının incelenmiş, bulanık mantık kullanılarak gerçekleştirilebilecek örnek bir model oluşturulmuş ve bu model kullanılarak uygulamalara yer verilmiştir.

Çalışmada ilk olarak eğitimin önemi, eğitimde performans değerlendirme ve bulanık mantıkla ilgili ifadelerle yer verilmiş, yapılan çalışmanın gereksinim ve nedenleri ortaya konmuş, çalışmanın amacı açık bir şekilde ifade edilmiştir.

Uzman sistemler ve bulanık mantık çeşitli yönleriyle incelenmiş, bulanık mantığın genel yapısı ayrıntılı şekilde anlatılmış ve bulanık ilişkilere yer verilmiştir.

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirme modeli oluşturulmuştur. Performans değerlendirmenin tanımı yapılmış eğitimde kullanılabilirliği üzerinde durulmuştur. Performans değerlendirmesi amacıyla hazırlanan anket formu ve değerlendirmede bulunacak komite üyeleri anlatılmıştır. Öğretim elemanı performans değerlendirme modeli oluşturularak bulanık mantık yaklaşımının öğretim elemanı performans değerlendirmesinde kullanımına yer verilmiştir.

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanlarının performanslarının değerlendirilmesinde kullanılmak üzere bilgisayar programı tasarlanmıştır.

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanlarının performanslarını değerlendirme uygulaması gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak öğretim elemanı performans değerlendirme modelinden ve performans değerlendirme işlemi sonucunda aşağıdaki genel sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Bulanık mantık yaklaşımı, üniversitede görev alan öğretim elemanlarının performans değerlendirmesine uygulanabilmektedir.

2. Bulanık mantık yaklaşımı, değerlendirme komitesi üyelerinin önyargılarını azaltmak için kullanılabilen ve geleneksel yöntemden daha doğru değerlendirme sonuçları vermektedir.

3. Bulanık mantık yaklaşımı, insan düşüncesine ve davranışlarına benzer biçimde bilgisayarlardan yararlanılmasını sağlamaktadır.

4. Performans değerlendirme modelinde hiyerarşik yapının kullanılması performans değerlendirilecek kişilerin yetenek ve yeterliliklerinin karşılaştırılmasına imkan tanımaktadır.

5. Bulanık mantık yaklaşımı, performans değerlendirme komitesi üyelerince öğretim elemanının üyelik derecesinin belli sınıf içinde ölçülmesi, kişinin belli bir sınıfa dahil edilmesi ve sınıftan çıkarılması hakkındaki farklı düşünceden daha elverişlidir.

6. Bulanık mantık yaklaşımı, insanların sık sık kullandığı “iyi” veya “kötü” gibi insanlara özgü dilsel tanımlamaları bilgisayar programcılarının bir araya getirmesine imkan tanımaktadır. Bu işlem aynı zamanda donanım fiyatını da düşürmektedir. Çünkü, program kodları daha kısadır, daha küçük belleğe ihtiyaç duyar ve daha hızlı çalışır.

7. Bulanık mantık yaklaşımının kullanılması duygusal veya diğer objektif olmayan faktörlerin en aza düşürülmesini sağlamaktadır.

8. Bulanık mantık yaklaşımı sayesinde kompleks ve karmaşık hesaplamalar hızlı biçimde yapılabilmektedir.

BÖLÜM VII

TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRMELER

Bu bölümde, tez çalışması sonucunda elde edilen bulgular tartışılmış, tez çalışmasının ele aldığı konuların çözümüne getirdiği yenilikler ortaya konmuştur. Çalışmanın sağladığı bilgiler ilgili kaynakların bilgileriyle karşılaştırılmış, elde edilen bulguların olumlu ve olumsuz yönleri ve öneriler ortaya konmuştur.

VII.1 TARTIŞMA

Bulanık mantık yaklaşımının güçlü yanlarından biri 0-100 yada 0-50 puan aralığında değerlendirme yapan geleneksel yaklaşımın verdiği sonuçlardan daha doğru sonuçlar vermesidir. 100 puan dilimlik ölçüm yapan geleneksel yaklaşımda örneğin, “kötü” değerlendirmesi 50 puana karşılık gelebildiği gibi, yine “kötü” değerlendirmesi 70 veya 75 puana da karşılık gelebilir. Bulanık mantık yaklaşımında sayısal değerler “Çok İyi”, “İyi” vb. biçiminde tanımlanmıştır. Bu şekildeki bir tanımlama, sonuçların çarpıklık oranını azaltmıştır. Bulanık mantık, 1 veya 0 veya ikisi arasındaki değerleri kullanarak, kesin doğru değer 1 ile kesin yanlış değer 0 arasındaki bulanık değerlerle işlem yapar. Bu ise “İyi” veya “Kötü” gibi durum ve dilsel değişkenlerin daha iyi şekilde işlenmesine olanak sağlar. Klasik mantıkta ise her bir iddia için oluşabilecek durum sadece ya doğru veya yanlış (1 veya 0) şeklinde olabilmektedir.

Sonuç olarak, bulanık mantık yaklaşımının kullanıldığı öğretim elemanı performans değerlendirme işleminde klasik mantıktan farklı olarak, değerlendirme komitesi üyelerinin fikirleri ve bakış açıları değerlendirme üzerine daha yüksek kesinlik oranıyla, daha doğru ve nesnel şekilde yansıtılmıştır.

VII.2 DEĞERLENDİRME

Oluşturulan performans değerlendirme modeli, öğretim elemanlarının performanslarının değerlendirilmesi işleminde, değerlendirme komitesi üyelerinin daha yüksek ve etkinliği arttırılmış bir şekilde değerlendirmede bulunmalarını sağlamıştır. Bu ise değerlendirme işlemi sırasında gerek duygusal gerekse diğer objektif olmayan faktörlerin değerlendirme işlemi üzerindeki olası etkilerinin en aza indirilmesini ve değerlendirme yaparken komite üyelerinin önyargılarının azaltılmasını sağlamıştır.

Performans değerlendirme modelinin hiyerarşik yapısının oluşturulmasında kullanılan sonuç, ana kriterler ve alt kriterler, performansı değerlendirilen öğretim elemanlarının kalite ve yeterliliklerinin değerlendirilmesinin daha iyi ve etkin biçimde yapılmasını sağlamıştır.

Performans değerlendirme yazılımının geliştirilmesi, performans değerlendirme işlemini standart hale getirmiş ve değerlendirme işlemindeki nesnelliğin ve uyumun kesin şekilde ölçülmesini sağlamıştır. Gerçekleştirilen örnek uygulamalarla, öğretim elemanı performans değerlendirme modeli test edilmiş, elde edilen bulgular karşılaştırılarak öğretim elemanlarının performansları sıralanmıştır.

VII.3 ÖNERİLER

Bu çalışmada oluşturulan ve karar verme sürecinde bulanık mantık yaklaşımının kullanıldığı modelin uygulama alanı sadece öğretim elemanı performans değerlendirmesiyle sınırlı değildir. Oluşturulan modelde, toplam beş adet ana kriter ile yirmi üç adet alt kriter ve bu kriterlere ait ağırlıklar kullanılmıştır. Modelde yer alan ana kriterler ve alt kriterlerin değiştirilmesiyle model farklı alanlardaki karar verme süreçlerinde de rahatlıkla kullanılabilir. Bunun yanı sıra, ana kriterlerin ve alt kriterlerin sayılarının arttırılmasıyla ve ağırlıklarının değiştirilmesiyle elde edilecek yeni yapı kullanılarak daha verimli ve nesnel değerlendirmeler gerçekleştirilebilir. Değerlendirmede kullanılan bulanık kümelerin (Çok Kötü, Kötü, Orta, İyi, Çok İyi) sayısı arttırılarak daha etkin değerlendirmelerde bulunulabilir. Performans değerlendirme yazılımının yapısı ve kullanıcı arayüzü, farklı yazılım geliştirme ortamları kullanılarak daha kullanışlı hale getirilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Karakütük, K.: “Öğretim Üyesi ve Bilim İnsanı Yetiştirme”, Anı Yayıncılık, Ankara, Türkiye, (2001).
- [2] Baba, A. F.: “İTÜ Triga Mark-II Reaktörünün Bulanık Kontrolü”, *Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (1995).
- [3] Parsaye, K., Chignell, M.: “Expert Systems for Experts”, John Wiley & Sons Inc., Canada, (1988).
- [4] Elmas, Ç.: ”Bulanık Mantık Denetleyiciler”, Seçkin Yayıncılık, Ankara, Türkiye, (2003).
- [5] Ammar S., Wright R.: “A Fuzzy Logic Approach to Performance Evaluation”, *IEEE 0-8186-7126-2/95*, (1995), 246-251.
- [6] Ching-Long Su.: “A Model for Selecting Professors of Management Information Systems in Junior Colleges and Universities of Taiwan Utilizing Fuzzy Logic”, *PhD Thesis*, University of South Dakota, South Dakota, USA, (1999).
- [7] Ying-Feng Kuo, Ling-Show Chen.: “Using the Fuzzy Synthetic Decision Approach to Assess the Performance of University Teachers in Taiwan”, *International Journal of Management Vol. 19 No. 4*, Taiwan, (2002).
- [8] Rasmani, K.A.: “A Data-Driven Fuzzy Rule-Based Approach for Student Academic Performance Evaluation”, *Centre for Intelligent Systems and Their Applications School of Informatics*, The University of Edinburg, Edinburg, Scotland, (2002).
- [9] Fang, L.C., Cheng, W.C.: “The Research of the Fuzzy Synthetic Decision on Electronic Practice Course in Junior College in Taiwan, R.O.C.”, *International Conference On Engineering Education*, Oslo, Norway, (2001).
- [10] Awar S., Bifulco R., Duncombe W.:, Wright R., “Consistency in Fuzzy Rule Based Systems: An Application in Elementary School Performance Evaluation”, *IEEE 0-7803-5211-4/99*, (1999).

- [11] Ma J., Duanning Z.: “Fuzzy Set Approach to the Assessment of Student-Centered Learning”, *IEEE Transactions on Education*, Vol. 43 No. 2, (2000).
- [12] Nabil D. Parsiani Shull: “Project Evaluation Using Fuzzy Logic and Risk Analysis Techniques”, *Master Dissertation*, University of Puerto Rico, Puerto Rico, (2006).
- [13] James R. Nolan: “An Expert Fuzzy Classification System for Supporting the Grading of Student Writing Samples”, *Expert Systems With Applications Vol. 15*, (1998), 59-68.
- [14] Zhou D., Ma J., Turban E., Bolloju N.: “A Fuzzy Set Approach To The Evaluation of Journal Grades”, *Elsevier Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 131, (2002), 63-74.
- [15] Javier R. Echaz, George J. Vachtsevanos: “Fuzzy Grading System”, *IEEE Transactions on Education*, Vol. 38 No. 2, (1995).
- [16] Demirdağ, E.A.: “Bulanık Mantık Kontrolü ile İnsan Performansı Değerlendirmesi ve Aday Seçimi”, Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, Türkiye, (2000).
- [17] Engelkıran, M.: “Fuzzy Çoklu Kriteria Göre Karar Vermenin İnsan Kaynaklarına Uygulanması”, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (2001).
- [18] Canaslan İ.: “Fuzzy Karar Yaklaşımının Poliçe Prim Hesabına Uygulanması”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, Türkiye, (1996).
- [19] Öztürk R.Ö.: “Sabit Getirili Menkul Kıymetlerden Oluşan Portföyün Fuzzy Matematiği ile Değerlemesi”, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (1999).
- [20] Eminov M., Ballı S.: “Karmaşık Problemler İçin Belirsizlik Altında Çok Kriterli Bulanık Karar Verme”, *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi*, Gaziantep-Adana, Türkiye, (2004).
- [21] Tanaka K.: “An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications”, Rassel Inc., Japan, (1997).
- [22] <http://www.insankaynaklari.com/CN/ContentBody.asp?BodyID=4589>
(Erişim tarihi: Aralık 2006)
- [23] Altundep, Ö.: “Ortaöğretim Kurumlarında Öğretmen Performansının Değerlendirilmesi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, İzmir, Türkiye, (1999).
- [24] Mahiroğlu, A.: “İlköğretim Öğretmenlerinin Öğretmenlik Formasyon Programları ile Yetiştirilmesinde Görev Alan Öğretim Elemanlarının

Öğretmenlik Davranışlarının Değerlendirilmesi”, *Cumhuriyet’in 75. Yılında İlköğretim I. Sempozyumu*, H.H. Tekişık Yayınevi, Ankara, Türkiye, (1988), 73-80.

- [25] Feldman, K. A.: "Effective College Teaching from the Students' and Faculty's View: matched or mismatched priorities?" *Research in Higher Education*, 28 (4), (1988), 291-344.
- [26] Lowman J.: “Mastering the Techniques of Teaching”, Jossey-Bass., San Francisco, USA, (1984).
- [27] Bilen, M.: “Plândan Uygulamaya Öğretim”, Ankara Basım Sanayi, Ankara, Türkiye, (1995).
- [28] Dilek, O.: “Başarılı Öğretmenin Özellikleri”, *Eğitim* 5, (1993), 52-55.
- [29] http://www.mcatürk.com/eriskin_iletisim.htm (Erişim tarihi: Aralık 2006)
- [30] Başar, H.: “Sınıf Yönetimi”, *Personel Eğitim Merkezi Yayın No. 13*, Ankara, Türkiye, (1997).
- [31] Ünal, S., Ada, S.: “Öğretmenlik Mesleğine Giriş”, *Marmara Üniversitesi Yayın No: 646*, İstanbul, Türkiye, (1999).
- [32] Yağcı, E.: “Sınıf İçi Demokratik Öğretimin Öğrenci Erişisi ve Akademik Benlik Kavramına Etkisi”, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Sayı 13*, Ankara, Türkiye, (1997), 171-179.
- [33] Altınköprü, T.: “Şahsiyet Analizi”, Altınköprü Yayınları, İstanbul, Türkiye, (1985).
- [34] Henry, W. H.: “Kişiliğinizi Tanıyınız”, Güzel Sanatlar Basımevi, (1963).
- [35] Köknel,Ö.: “Kaygıdan Mutluluğa Kişilik”, Altın Kitaplar Yayınevi, İstanbul, Türkiye, (1985).

EKLER

EK-A Ana ve Alt Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesine İlişkin Ölçme Aracı

Ana Kriterler (A)	Ağırlık Oranı (%) (B)	Alt Kriterler (C)	Ağırlık Oranı (%) (D)
Beşeri İlişkiler	Öğrencilere doğru ve etkili mesaj iletebilme	.....
		Öğrencilerden gelen mesajları doğru şekilde algılayabilme	.....
		Öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirme ve yönlendirme	.....
		Öğretim elemanları ile öğrenciler arası iletişimi geliştirme	.....
		Net ve anlaşılabilir konuşabilme	.....
		TOPLAM	% 100
Kişilik	Kendine güven ve işbirliğine açık olma	.....
		Güvenilir ve dürüst kişiliğe sahip olma	.....
		Düzenli, temiz giyim ve görünümüne sahip olma	.....
		Yaratıcı, esnek ve sorun çözücü olma	.....
		Mesleğine karşı ilgi, istek ve heyecan duyma	.....
		TOPLAM	% 100
Mesleki Yeterlilik	Alanıyla ilgili teorik bilgi seviyesi	.....
		Alanıyla ilgili pratik yeterlilik	.....
		Ulusal düzeydeki araştırmalara katkı sağlama	.....
		Uluslararası düzeydeki araştırmalara katkı sağlama	.....
		Alanıyla ilgili bilimsel gelişmeleri yakından takip etme	.....
		TOPLAM	% 100
Öğretme Yeterliliği	Öğretilen bilginin güncel hayata transferini sağlama	.....
		Eğitim ortamını (sınıf/lab) düzenleme	.....
		Öğrencileri disipline etme	.....
		Öğretme etkinliklerini planlama ve uygulama	.....
		Öğretim materyallerini etkin bir şekilde kullanabilme	.....
		TOPLAM	% 100
Teknik Yetenek	Bilgisayar donanımları hakkındaki bilgi ve beceri	.....
		Bilgisayar yazılımları hakkındaki bilgi ve beceri	.....
		Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilme	.....
TOPLAM	% 100	TOPLAM	% 100

* Ölçme aracına katılanlardan, form üzerinde (.....) ile belirtilen yerlerin doldurulması istenmiştir. Katılımcılar, ana kriterlerin ve her bir ana kriterdeki alt kriterleri kendi içindeki ağırlıkları toplamı 100 olacak şekilde formdaki boşlukları doldurmuşlardır. Daha sonra bütün ölçme aracı formları toplanmış ve değerlerin ortalamaları alınarak ana kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır.

EK-B Bireysel Performans Değerlendirme Formu Örneği

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Verilen Puan				
		5	4	3	2	1
K1 Beşeri İlişkileri	K11 Öğrencilere doğru ve etkili mesaj iletebilmesi			X		
	K12 Öğrencilerden gelen mesajları doğru şekilde algılayabilmesi				X	
	K13 Öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirmesi ve yönlendirmesi		X			
	K14 Öğretim elemanları ile öğrenciler arası iletişimi geliştirmesi		X			
	K15 Net ve anlaşılabilir konuşabilmesi		X			
K2 Kişiliği	K21 Kendine güveni ve işbirliğine açık olması	X				
	K22 Güvenilir ve dürüst kişiliğe sahip olması			X		
	K23 Düzenli, temiz giyim ve görünüme sahip olması				X	
	K24 Yaratıcı, esnek ve sorun çözücü olması			X		
	K25 Mesleğine karşı ilgi, istek ve heyecan duyması	X				
K3 Mesleki Yeterliliği	K31 Alanıyla ilgili teorik bilgi seviyesi		X			
	K32 Alanıyla ilgili pratik yeterlilik seviyesi			X		
	K33 Ulusal düzeydeki araştırmalara katkı sağlaması					X
	K34 Uluslararası düzeydeki araştırmalara katkı sağlaması			X		
	K35 Alanıyla ilgili bilimsel gelişmeleri yakından takip etmesi					X
K4 Öğretme Yeterliliği	K41 Öğretilen bilginin güncel hayata transferini sağlaması			X		
	K42 Eğitim ortamını (sınıf/lab) düzenlemesi		X			
	K43 Öğrencileri disipline etmesi	X				
	K44 Öğretme etkinliklerini planlama ve uygulaması			X		
	K45 Öğretim materyallerini kullanabilmesi					X
K5 Teknik Yeteneği	K51 Bilgisayar donanımları hakkındaki bilgi ve becerisi					X
	K52 Bilgisayar yazılımları hakkındaki bilgi ve becerisi					X
	K53 Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilmesi				X	

(Puanlama: 5- Çok İyi, 4- İyi, 3- Orta, 2- Kötü, 1- Çok Kötü)

* Performans değerlendirme aşamasında her bir öğretim elemanı için her bir komite üyesine dağıtılan bu form, performans değerlendirme komitesi üyeleri tarafından uygun yerlere **X** işareti konulmak suretiyle doldurulmaktadır. Doldurulan formdaki değerler, öğretim elemanı performans değerlendirme yazılımına aktarılarak öğretim elemanının performansı değerlendirilmektedir.

ÖZGEÇMİŞ

Dinçer KUŞÇU, 1980 yılında Bulgaristan'ın Şumnu şehrinde doğdu. Orta öğrenimini 1999 yılında İstanbul Avcılar Teknik Lisesi Bilgisayar Bölümü'nde tamamladı. 2004 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı Bilgisayar-Kontrol Eğitimi Programı'ndan mezun olarak Bilgisayar ve Kontrol Teknolojisi Öğretmeni unvanını aldı. 2005 yılında İstanbul Avcılar Haydar Akın Anadolu Meslek Lisesi'nde Bilgisayar Öğretmeni olarak göreve başladı. Halen aynı okulda öğretmenlik görevine devam etmektedir.