

# AKADEMİK PERFORMANS DEĞERLENDİRMEDE BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI

İrfan ERTUĞRUL<sup>(\*)</sup>

**Özet:** İşletmeler için işgücünün performansını sürekli olarak değerlemek ve iyileştirmek, rekabette üstünlük sağlamada kaçınılmaz bir olgudur. Performans değerlendirme probleminin içerdiği belirsizlik ve öznel ölçütler nedeniyle performans değerlendirme problemini, bulanık mantık problemi olarak ele almanın uygun olduğu düşünülmüştür. Çünkü bulanık mantık; uzman yaklaşımlarını ve tahminlerini kullanan, subjektif kavramları içeren bir sistemdir. Yapılan bu çalışmanın uygulama bölümünde, bulanık mantık yaklaşımı ile performans değerlendirme kavramı birleştirilmeye çalışılmıştır. Bu durum Pamukkale Üniversitesinin, bir fakültesinde dört bölümde çalışan öğretim üyelerinin performansına uyarlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Performans Değerlendirme, Bulanık Mantık, Durulaştırma/Centroid

**Abstract:** Evaluating and improving work performance for firms continuously are an unavoidable concept for providing superiority in competitions. It's thought that it's suitable being examined performance evaluation problem as a fuzzy logic problem because of consisting vagueness and subjective criteria. Because fuzzy logic is a system which uses expert approach and forecast and contains subjective concepts. In the application part of this study it has been tried to combine the fuzzy logic approach and performance evaluation concept. This study is adopted to academicians of four departments at one faculty of Pamukkale University.

**Keywords:** Performance Evaluation, Fuzzy Logic, Defuzzification/Centroid

## I. Giriş

Performans değerlendirme çalışmaları, bütün işletmeler açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle günümüzde işletmeler arasındaki rekabetçi ortam; verimin, hizmet kalitesinin yükselen grafiği ve en önemlisi çalışan kalitesinin geliştirilmesi zorunluluğu performans değerlendirme çalışmalarının gerekliliğini ve önemini arttırmaktadır.

İşletmeler ve çalışanlar açısından; başarı, yeterlilik ve geliştirme kavramlarının temelini oluşturan performans değerlendirme; her işletmenin farklı yöntemler kullanarak uyguladığı, sadece kontrol amaçlı olmayan, hedef olarak sürekli gelişmeyi esas alan çalışmalardır.

Akademik performans ise, bir öğretim üyesinin değişik ölçütlerin bir arada göz önüne alınarak belirlenen değeridir. Akademik performansın değerlendirilmesi için; kolay, öğretim üyelerinin verilerini aynı bazda değerlendirebilen, esnek, sözel olarak ifade edilen ölçütleri sayısallaştırabilen

---

<sup>(\*)</sup> Yrd.Doç.Dr. Pamukkale Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü

bir model yoktur. “Akademik yükseltme ve atanma ölçütleri” adı altında sıralanan ölçütler ve bunların puanlarından oluşan sistemler kullanılmaktadır. Akademik performans değerlendirme probleminin içerdiği belirsizlik ve ancak öznel değerlendirilebilen ölçütleri ve ölçütlerin hiyerarşik yapısı nedeniyle, bulanık mantık problemi olarak modellenmeye uygun görülmüştür.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde performansın, performans yönetiminin, performans değerlendirmenin tanımına, önemine, amaçlarına, fonksiyonlarına, performans değerlendirmenin süreci ve kullanım alanlarına yer verilerek, tüm bunlar ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Üçüncü bölümde bulanık mantık kavramı hakkında ayrıntılı bilgi verilmiş, kullanım alanları ve diğer kavramlarla ilişkileri açıklanmaya çalışılmıştır. Dördüncü bölümünde bulanık mantık yaklaşımı ile performans değerlendirme kavramı bir arada ele alınıp, birleştirilmeye çalışılmıştır. Beşinci ve son bölümde ise, Pamukkale Üniversitesinin, bir fakültesinde görev yapan öğretim üyelerinin akademik performanslarına, bulanık mantık kuralları ile yaklaşmıştır.

## II. Performans Değerlendirme

Günümüzde işletmelerin ekonomik ve toplumsal yaşamdaki önemleri gittikçe artmaktadır. İşletmelerin yoğun rekabet ortamı içinde etkili bir biçimde yönetilmesi zorunludur. Bunun için en üst düzeydeki yöneticilerden en alt kademedeki çalışana kadar tüm çalışanların belirli bir ölçütün üzerinde başarı göstermeleri ve sürekli geliştirilmeleri gerekir. Rekabette sürekli olarak üstünlüğü sağlama, insan kaynağının kesintisiz geliştirilmesiyle korunabilir.

Performans, belirlenen koşullara göre bir işin yerine getirilme düzeyi veya çalışanın davranış biçimi olarak tanımlanabilir. Performans değerlendirme ise, çalışanların etkinliğinin artırılması amacıyla bireyin elde ettiği başarıları belirleyen temel süreçleri içeren organizasyonel bir sistemdir. Belirli bir işi yapan bireyin, bir grubun ya da organizasyonun o işle amaçlanan hedefe yönelik olarak nereye varabildiği başka bir anlatımla, hedefe varma derecesinin belirlenmesi amacıyla yapılan değerlendirmeler, performans değerlendirmenin temelini oluşturur. (Örücü ve Köseoğlu,2003:22)

Başka bir bakış açısından ise, çalışanın değerlendirilmesi, birey yeteneklerinin işin nitelik ve gereklerine ne ölçüde uyup uymadığını araştıran ya da işteki başarısını saptamaya çalışan objektif analizler ve sentezler olarak tanımlanabilir.(Sabuncuoğlu,2000:159-190) En geniş tanımı ile performans değerlendirme; “çalışanın işi başarabilme becerisinin ve kabiliyetinin ölçülerek, kişinin o dönemdeki kapasitesinin değerlendirilmesidir.(Kaya,2000:3)

Performans değerlendirmesinin başlıca amacı, çalışanların performanslarını iyileştirmektir. Kuşkusuz, bir değerlendirme planından çok şey beklememek gerekir. Örneğin çalışanları geliştirme konusunda etkili olan bir plan, ne kadarlık bir ücret artışının sağlanacağını belirlemede en iyi plan olmayabilir. Yine de, uygun bir şekilde tasarlanmış ve iletilmiş bulunan bir sistem, hem örgütsel amaçları gerçekleştirmede, hem de çalışan performansını

iyileştirmede yardımcı olabilir. Hatta performans değerlendirme verilerinin, insan kaynaklarının her bir faaliyet alanında kullanılması mümkündür. Bu alanlar şunlardır; İnsan Kaynakları Planlaması, Tedarik ve Seçim, Eğitim ve Gelişme, Kariyer Planlaması ve Geliştirme, Ücret ve Maaş Programları, Örgüt-İçi İşgören İlişkileri, İşgören Potansiyeli Değerlemesidir. (Bingöl,2003,270-306)

Performans değerlendirme sisteminin kurulabilmesi için öncelikle belirli bir sürecin başlatılması ve ön çalışmaların yapılması gerekir. Burada, değerlendirmenin kimlere uygulanacağı, değerlendirme periyotlarının ne olacağı, ne zaman gerçekleşeceği, hangi değerlendirme yönteminin seçileceği gibi konuların açık ve anlaşılır bir biçimde belirlenmesi söz konusudur. Performans değerlendirme süreci; kriterlerin belirlenmesi, değerlendirme standartlarının belirlenmesi, değerlendirme periyotlarının belirlenmesi, değerlendirmecilerin eğitimi, yönetici ve çalışanlara bilgi verilmesi, değerlendirmecilerin belirlenme modelleri olarak sıralanabilir. (Sabuncuoğlu,2000,159-170)

İşletmeyi oluşturan sermaye, işgücü, yönetim ve örgüt öğelerinin “büyüme”, “kararlılık” ve “etkileşim” gibi ana amaçların gerçekleşmesine katkıda bulunan performans değerlendirmesi birçok farklı amaca hizmet etmektedir. Bu işlevler; yapılan iş ve o işi yapan kişiler hakkında yöneticiye bilgiler vermek, iş beklentileri ve sonuçları hakkında yönetici ve çalışan arasında iyi bir iletişim kurulduğu zaman, geliştirilmiş yöntemler ve yeni fikirler için fırsatlar yaratmak, düzenli olarak yapılan performans değerlendirmesi toplantıları ile işin kalitesinin nasıl algılandığı konusunda sürprizleri azaltmak, ücret standartlarını saptamak ve başarıları ödüllendirmek, yükseltme kararlarını vermek, yeni görevler ve transferler için nitelikli elemanlar seçmenin kolaylaşmasını sağlamak olarak sayılabilir (Barutçugil:2004).

### **III.Bulanık Mantık**

Dünyada insan oğlunun karşılaştığı olayların hemen hemen hepsi karmaşıktır. Bu karmaşıklık genel olarak belirsizlik, kesin düşünce veya karar verilemeyişten kaynaklanmaktadır. Bilgisayarların kullandığı Aristo mantığından farklı olarak; insanın yaklaşık ve belirsizlik içeren veri ve bilgi ile işlem yapabilme yeteneği vardır. (Şen,2004:7) Bulanık mantık (Fuzzy Logic) kavramı, insanların kesin olmayan ifadelerle düşünme yeteneğiyle örtüşen mantık sistemidir. Başka bir deyişle, bulanık mantık soğuk-sıcak, hızlı-yavaş, yüksek-alçak gibi ikili değişkenlerden oluşan keskin dünyayı, az soğuk-az sıcak, az hızlı-az yavaş, az yüksek-az alçak gibi esnek niteleyicilerle gerçek dünyaya benzetir. (Ertuğrul,1996)

Bulanık mantık kavramı ilk kez, 1965 yılında California Berkeley Üniversitesinden L.A.Zadeh'in bu konu üzerinde ilk makalelerini yayınlamasıyla duyulmuştur. O tarihten sonra önemi gittikçe artarak günümüze

kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışılabilmesi için kurulmuş katı bir matematik düzen olarak tanımlanabilir. Bilindiği gibi istatistik ve olasılık kuramında, belirsizliklerle değil kesinliklerle çalışılır ama insanın yaşadığı ortam daha çok belirsizliklerle doludur. Bu yüzden insanoğlunun sonuç çıkarabilme yeteneğini anlayabilmek için belirsizliklerle çalışmak gereklidir.

Bulanık mantık yaklaşımı, makinelere insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve öngörülerinden 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 Kümeler Kuramıdır. (Elmas,2003:25)

Küme kavramı kulağa biraz matematiksel gelebilir ama anlaşılması kolaydır. Örneğin “orta yaş” kavramı incelenecek olursa, bu kavramın sınırlarının kişiden kişiye değişiklik gösterdiği görülür. Kesin sınırlar söz konusu olmadığı için kavram, matematiksel olarak da kolayca formüle edilemez. Ama genel olarak 35 ile 55 yaşları orta yaşlılık sınırları olarak düşünülebilir. Bu kavram, grafik olarak ifade etmek istendiğinde sonuç olarak bir eğri çıkacaktır. Bu eğriye “aitlik eğrisi” adı verilir ve kavram içinde, hangi değerlerin hangi ağırlıkta olduğunu gösterir. Zadeh, bulanık küme elemanlarının üyelik derecelerini göstermek için  $[0.0, 1.0]$  aralığındaki gerçel sayıların kullanılmasını önermiştir. (Zadeh,1965:338-353)

Bulanık mantığın uygulamada pek çok yararı bulunmaktadır. Bulanık mantık, kolayca anlaşılabilir çünkü arka plandaki teorileri basittir. Esnek olup, kesin olmayan verileri, belirsizlik ve olasılık durumlarını, karmaşık ve doğrusal olmayan fonksiyonları uzman görüşüne dayanılarak modelleyebilir ve uzman sistemlerin yeteneğini de artırır. Ayrıca bulanık mantık, doğal olup konuşma diliyle modelleme imkanı sağlar. (Baykal ve Beyan,2004:39-41)

Bulanık mantığın uygulama alanları çok geniştir. Sağladığı en büyük fayda ise, “insana özgü tecrübe ile öğrenme” olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilebilmesine olanak tanınmasıdır. Bu nedenle lineer olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için özellikle uygundur. Bulanık mantık; “sıcak” ya da “hava kirli” gibi kavramların ve bu sayede hangi hızla çalışacağına ya da programlandığı bir aşamadan diğerine ne zaman geçeceğine vs. bunlarla ilgili değişiklikleri yapmak için kullanılacak kriterlerin tanımlanması güç olsa bile kendi kendine karar verebilen sistemlerin yapılabilmesi için mühendislere yardımcı olmaktadır. (Kasko ve Bart,1993:165)

Bulanık mantık sistemi ile oluşturulan denetleyiciler; bilgi tabanı, bulandırma, karar verme ve durulama birimleri olmak üzere dört temel bileşenden oluşur. Literatürde, karar verme ve durulaştırma işlemleri için birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerin seçimi kontrol edilen sistemin özelliğine ve karar vericiye bağlıdır. Bu çalışmanın beşinci bölümü olan

uygulama örneği için oluşturulan bulanık sistemde, durulaştırma yöntemi olarak centroid yöntemi kullanılmıştır.

#### **IV. Bulanık Mantık Yaklaşımı İle Performans Değerlendirme**

Geleneksel değerlendirme sistemleri, objektif ve subjektif değerlendirme ölçüleri kullanarak yapılandırılan sistemin temsilcileridir. Araba/saat, parça/saat, şişe/saniye gibi proses tarafından tipik bir şekilde tanımlanan objektif ölçüler, performansın ölçülebilir(nicel) ölçüleridir. Ölçülebilir özellikler genellikle kesin değerler tarafından gösterilir. Liderlik, temsil ve problem çözme yetenekleri gibi subjektif ölçüler ise daha az ölçülebilirdir. Bazı organizasyonlarda örneğin akademik dünyanın eğitim hizmeti ve araştırma diplomasisinde olduğu gibi değerlendirme kriteri daha az niceldir yani subjektiftir. Değerlendirme sistemine bağlı olarak, bulanık mantık uygun olmaktadır.

Genellikle yöneticiler, araştırmacılar ve danışmanlar organizasyon problemlerinde oldukça nitel veya belirsiz yaklaşıma sahiptir. Performans değerlendirmeye bulanık mantık yaklaşımı, çalışanları değerlendirmede profesyonel yaklaşımı uygulamaya izin verir. Örneğin araştırma altındaki eğitim kurumundaki akademik bölümün fakülte üyelerinin performans değerlendirme uygulamasında, yönetimin öngörülemeyen ve/veya alışık olunmayan durumlarını da dikkate almak için esnekliğe izin vermesi gerekmektedir. Bu yüzden performans değerlendirme ölçekleri formülden çok yol gösterici ilkeler olarak kullanılır.

İyi çalışan bir bulanık performans değerlendirme sisteminde bulunması gereken özellikler 3 alana daraltılabilir:

- Bireyin performansını ölçme yeteneği,
- İnsan yargılarının esnekliğini içinde bulundurma yeteneği,
- Organizasyonun çalışma bilgisi. (Shaout ve Al-Shammari,1998:323-328)

İşte bu noktada bulanık değişkenler ve ilişkiler, genel değerlendirme sistemi için geliştirilebilir.

#### **V. Uygulama Örneği**

Bu çalışma için oluşturulan bulanık performans değerlendirme modeli için izlenen yol şu şekildedir; tüm öğretim üyelerinin, ilgili üniversitenin Öğretim Üyeliği Kadrolarına Başvurma Atama ve Yükseltme ile İlgili Değerlendirme Yönergesi kullanılarak belirlenen dönem içerisinde aldıkları toplam puanlar hesaplanır ve her bölüm ayrı ayrı, normal dağılım kullanılarak istatistiksel analize tabi tutulur. İstatistiksel analizde ilk % 5'lik dilimde puan alan yoksa, ilk % 5'lik sınıra tekabül eden değer bulanık mantık modelinin minimum sınırını oluşturur. Eğer ilk %5'lik dilimde puan alan varsa, bulanık mantık modeline gönderilecek değer o kişinin puanı olur. Maksimum sınır belirlenirken de, son % 5'lik dilime bakılır. Son % 5'lik dilimde puan alan yoksa % 5'lik sınıra tekabül eden değer, bulanık mantık modelinin maksimum

sınırı olur. Eğer son % 5'lik dilimde puan alan varsa, bulanık mantık modelinin maksimum sınırı o kişinin puanı olur. Her bölüm için işlemler birbirinden bağımsız olarak yapılır. Kullanılan modelde yararlanılan hesaplamalar aşağıda belirtilen adımlara göre yapılmıştır.

$Q$  = Normal Dağılımda %95 değeri

$P$  = Normal Dağılımda %5 değeri

$Z$  = Bölüm içinde en yüksek puanlı öğretim üyesinin puanı

$T$  = Bölüm içinde en düşük puanlı öğretim üyesinin puanı

$Max$  = En Büyük ( $Q$ ,  $Z$ )

$Min$  = En Küçük ( $P$ ,  $T$ )

$$x = (Max - Min) / 4 \quad (1)$$

$$K = Min$$

$$L = Min + x \text{ veya } Max - 3x \quad (2)$$

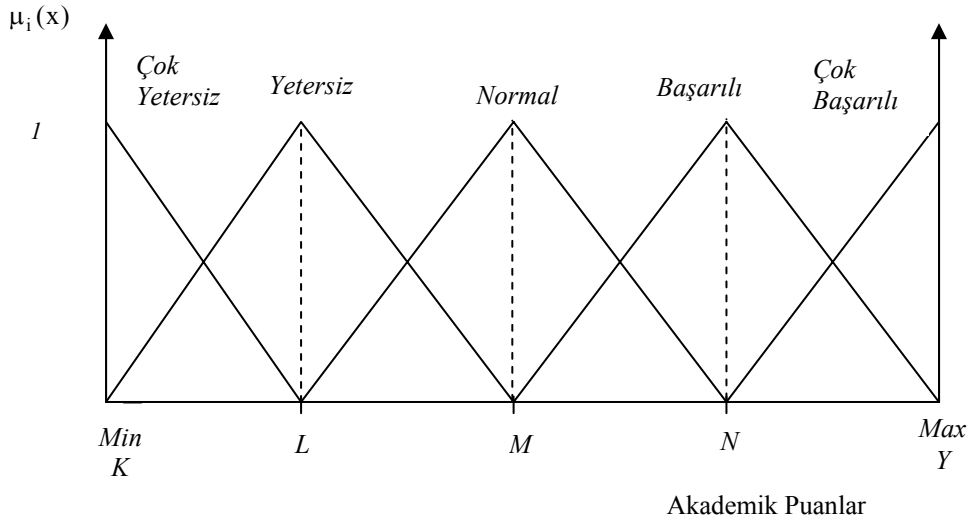
$$M = Min + 2x \text{ veya } Max - 2x \quad (3)$$

$$N = Min + 3x \text{ veya } Max - x \quad (4)$$

$$Y = Max$$

Tüm bu hesaplamaların sonucunda aşağıdaki tablo biçiminde bir tablo elde edilecektir. (Çelik, Albayrak ve Antalya,2003)

Tablo 1: Akademik Performans Tablosu



Bu çalışma için oluşturulan sistemde; ilgili üniversitenin, bir fakültesinde görev yapmakta olan öğretim üyeleri baz alınarak yapılmıştır. İlgili üniversitenin, belirlenen fakültesinden 4 bölüm seçilmiş ve her bölüm kendi içinde değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Çalışmanın içerisinde değerlendirmeye

alınan bölümlerin adları gizli tutulmuş ve bölüm adları yerine X, Y, Z ve T harfleri kullanılmıştır. Öğretim üyelerinin, 2004-2005 Eğitim-Öğretim Yılında akademik olarak yaptıkları çalışmalar dikkate alınmıştır. Yapılan her çalışmaya, ilgili üniversitenin Profesörlük, Yardımcı Doçentlik Yükseltme ve Atanma ile Doçentliğe Atanma Başvurularında Uyulacak Puanlama İlkeleri ve Önşartlarına uyularak puanlar atanmıştır. Yapılan çalışmada öğretim üyelerinin adları, bölüm adları gibi gizli tutulmuş; adlarının yerine her biri için harfler kullanılmıştır.

#### A. X Bölümü

X bölümündeki analiz için, 16 öğretim üyesi dikkate alınmıştır. Her öğretim üyesi için, yaptıkları akademik çalışmalara puanlar verilmiş ve Tablo 2 elde edilmiştir.

Tablo 2: X Bölümünde Görev Yapan Öğr. Üyelerinin Akademik Puanları

	Öğr. Üyeleri	Akademik Puanlar
1	A	2
2	B	4
3	C	6
4	D	8
5	E	8
6	F	8
7	G	8
8	H	10
9	I	10
10	İ	12
11	J	18
12	K	20
13	L	30
14	M	44
15	N	80
16	O	102

Öğretim üyelerinin yönergeye göre puanları hesaplandıktan sonra, bulanık mantık tablosunun çizilebilmesi için bazı istatistiksel hesaplamalara gerek vardır. Öncelikle öğretim üyelerinin puanlarının ortalaması ve standart sapması hesaplanır ve Tablo 3 elde edilir.

Tablo 3: X Bölümü Akademik Puanlarının Ortalama ve Standart Sapması

Ortalama ( $\mu$ )	23,13
Standart Sapma ( $s$ )	28,83

Buradan normal dağılıma göre ilk ve son %5'lik dilime karşılık gelen değerler bulunur. Bunun için;  $Z = \frac{x - \mu}{s}$  formülü kullanılır. İlk %5'lik dilime karşılık gelen Z değeri  $-1.65$  iken, son %5'lik dilime karşılık gelen Z değeri  $+1.65$ 'tir. Standart sapma, ortalama ve Z değerleri yardımıyla, X bölümü için dilim sınırları hesaplanır.

$$-1.65 = \frac{x - 23.13}{28.83} \Rightarrow x = -24.439 \quad +1.65 = \frac{x - 23.13}{28.83} \Rightarrow x = 70.699$$

Öğretim üyelerinin puanlarına bakıldığında, %95'lik dilime giren başka bir deyişle 70.699 ve üzeri puan alan olduğu için X bölümü bulanık tablosunun üst sınırı 102'dir [ $\max(70.699, 102)$ ]. Alt sınır negatif çıktığı için, bu sınır 0 olarak kabul edilir.

Bulanık tablosunu çizebilmek için yetersiz, normal, başarılı kriterlerinin sınırlarını da belirlemek gerekmektedir. Bu nedenle üst sınır ile alt sınır arasındaki puan farkı, 4'e bölünmelidir. Bu işlemler yapıldığında;

$$x = \frac{102 - 0}{4} = 25.5$$

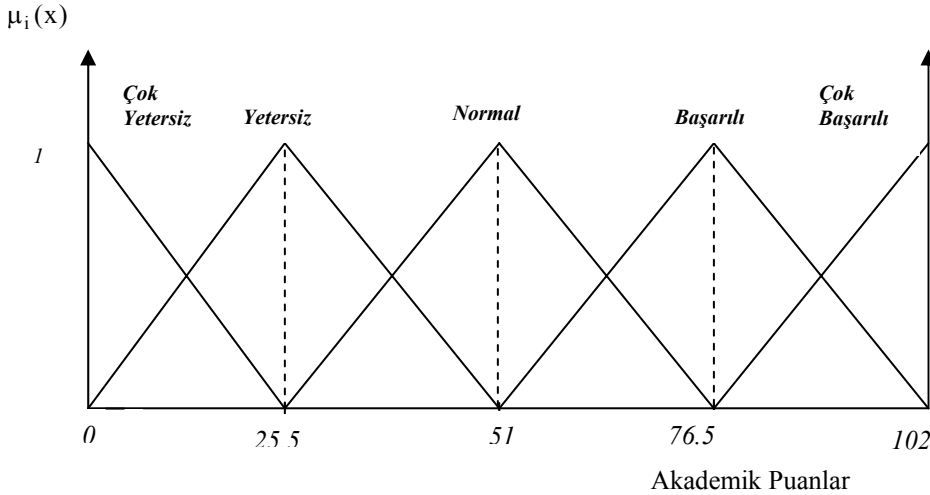
*Yetersiz* Kriteri için Sınır:  $0 + 25.5 = 25.5$

*Normal* Kriteri için Sınır:  $25.5 + 25.5 = 51$

*Başarılı* Kriteri için Sınır:  $51 + 25.5 = 76.5$

olarak hesaplanır. Tüm bu hesaplanan veriler tabloya aktarıldığında Tablo 4 elde edilir.

Tablo 4: X Bölümü İçin Hazırlanan Akademik Performans Tablosu





Bu çalışmada; elde edilen tablolarda da görüldüğü gibi, üçgenel üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Her bölümde kullanılan dilsel değişkenler için geçerli olan üyelik fonksiyonlarının detaylı gösterimi sadece bu bölüm için verilmiştir. X bölümü için kullanılan her dilsel değişkenin üyelik fonksiyonları aşağıda görülmektedir.

$$\mu_{\text{çokyetersiz}} = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ \frac{25,5-x}{25,5}, & 0 \leq x \leq 25,5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{yetersiz}} = \begin{cases} \frac{x}{25,5}, & 0 \leq x \leq 25,5 \\ \frac{51-x}{25,5}, & 25,5 \leq x \leq 51 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{normal}} = \begin{cases} \frac{x-25,5}{25,5}, & 25,5 \leq x \leq 51 \\ \frac{76,5-x}{25,5}, & 51 \leq x \leq 76,5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{başarılı}} = \begin{cases} \frac{x-51}{25,5}, & 51 \leq x \leq 76,5 \\ \frac{102-x}{25,5}, & 76,5 \leq x \leq 102 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{çokbaşarılı}} = \begin{cases} \frac{x-76,5}{25,5}, & 76,5 \leq x \leq 102 \\ 0, & x \geq 102 \end{cases}$$

Öncelikle her öğretim üyesinin aldığı puanların, ait oldukları dilsel değişkenlere olan üyelik dereceleri tespit edilir. Örneğin; X bölümünde görev yapmakta olan A öğretim üyesinin akademik puanı 2'dir ve "2" akademik puanının "çok yetersiz" dilsel değişkenine üyelik derecesi 0,92 iken, "yetersiz" dilsel değişkenine olan üyelik derecesi 0,078'dir. Bu çalışmada çıktı değerini elde etmek için min-max işlemcisi kullanılmaktadır. Bu işlemciye göre, X bölümündeki her öğretim üyesi için geçerli olan üyelik derecelerinin minimumu alınır. Elde edilen sonuçlar, Tablo 5'de görülmektedir.

Tablo 5: *X Bölümü için Akademik Puanlara Üyelik Derecesi Atanması (min İşlemcisi)*

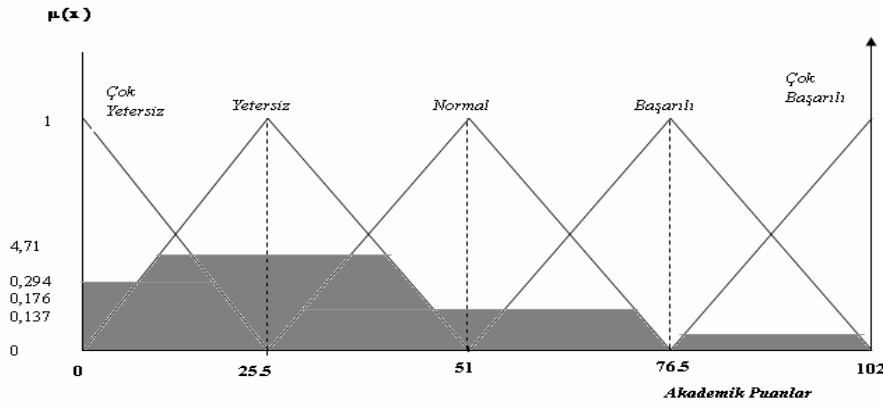
Öğr. Üyesi	Akad. Puan	Çok yetersiz	Yetersiz	Normal	Başarılı	Çok Başarılı	Min
A	2	0,92	0,078	-	-	-	Yetersiz = 0,078
B	4	0,843	0,157	-	-	-	Yetersiz = 0,157
C	6	0,765	0,235	-	-	-	Yetersiz = 0,235
D	8	0,686	0,314	-	-	-	Yetersiz = 0,314
E	8	0,686	0,314	-	-	-	Yetersiz = 0,314
F	8	0,686	0,314	-	-	-	Yetersiz = 0,314
G	8	0,686	0,314	-	-	-	Yetersiz = 0,314
H	10	0,608	0,392	-	-	-	Yetersiz = 0,392
I	10	0,608	0,392	-	-	-	Yetersiz = 0,392
İ	12	0,529	0,471	-	-	-	Yetersiz = 0,471
J	18	0,294	0,706	-	-	-	Çok Yetersiz = 0,294
K	20	0,216	0,784	-	-	-	Çok Yetersiz = 0,216
L	30	-	0,824	0,176	-	-	Normal = 0,176
M	44	-	0,275	0,725	-	-	Yetersiz = 0,275
N	80	-	-	-	0,863	0,137	Çok Başarılı = 0,137
O	102	-	-	-	0	1	Başarılı = 0

Tüm bölümün performansının değerlendirilmesi için, her dilsel değişkene ait bir tek bulanık değer olmalıdır. Bu işlem ise, elde edilen minimum değerlerin maksimumunun alınması ile elde edilir. Örneğin Tablo 5'e bakıldığında "yetersiz" dilsel değişkeni, farklı üyelik dereceleri ile yedi kez karşımıza çıkmaktadır. İşte X bölümündeki öğretim üyelerinin performanslarının "yetersiz" dilsel değişkenine üyelik derecesi, bu üyelik derecelerinin maksimumudur. Tüm dilsel değişkenler için aynı yöntem izlenerek bir üyelik derecesi elde edilir. Elde edilen sonuçlar Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6: *X Bölümü için Akademik Puanlara Üyelik Derecesi Atanması (max İşlemcisi)*

Çok Yetersiz	Max(0,294 , 0,216)	0,294
Yetersiz	Max(0,078 , 0,157 , 0,235 , 0,314 , 0,392 , 0,275 , 0,471)	0,471
Normal	Max (0,176)	0,176
Başarılı	Max (0)	0
Çok Başarılı	Max (0,137)	0,137

Bu sonuçların grafik ile gösterimi aşağıdaki gibidir:



Şekil 1: X Bölümü için Bulanık Mantık Yardımıyla Değerlendirilen Akademik Performansın Gösterimi

Şekilde gösterilen alanın ağırlık merkezi, centroid yöntemi ile hesaplanır. Centroid yöntemi, durulaştırma işlemlerinde, en yaygın olarak kullanılan işlemdir. Bu yöntemde, aşağıda verilen formül kullanılmaktadır.

$$x^* = \frac{\int \mu(x) \cdot x \, dx}{\int \mu(x) \, dx} \quad (x^* : \text{durulaştırılmış değer}) \quad (5)$$

Centroid yöntemi ile yapılan hesaplamanın kısaca gösterimi sadece bu bölüm için verilmiş, diğer bölümlerde ise yapılan hesaplamanın sonucu doğrudan aktarılmıştır.

$$x^* = \frac{\int_0^{7,49} (0,294)(x) \, dx + \int_{7,49}^{12,011} \left(\frac{x}{25,5}\right) x \, dx + \dots + \int_{98,507}^{102} (0,137) x \, dx}{\int_0^{7,49} (0,294) \, dx + \int_{7,49}^{12,011} \left(\frac{x}{25,5}\right) \, dx + \dots + \int_{98,507}^{102} (0,137) \, dx} = 37,6$$

Bu hesaplama sonucu, X Bölümü için 37,6 olarak bulunmuştur. Başka bir deyişle X Bölümü için, durulaştırılmış değer 37,6'dır. Bulanık mantık yaklaşımı ile durulaştırılmış değerün üyelik dereceleri hesaplandığında, X Bölümü öğretim üyelerinin akademik performanslarını “yetersiz” olarak nitелеmek mümkündür.

*B.Y Bölümü*

Y bölümündeki performans değerlendirmesinin bulanık mantık yaklaşımı ile analizi için 6 öğretim üyesi dikkate alınmıştır. Her öğretim üyesi için yaptıkları akademik çalışmalara puanlar verilmiş ve Tablo 7 elde edilmiştir.

*Tablo 7. Y Bölümünde Görev Yapan Öğretim Üyelerinin Akademik Puanları*

	Öğr. Üyeleri	Akademik Puanlar
1	A	8
2	B	18
3	C	30
4	D	36
5	E	46
6	F	50

Öncelikle öğretim üyelerinin puanlarının ortalaması ve standart sapması hesaplanır ve aşağıdaki tabloda verilen değerler elde edilir.

*Tablo 8. Y Bölümü Akademik Puanlarının Ortalama ve Standart Sapması*

<b>Ortalama (<math>\mu</math>)</b>	31,33
<b>Standart Sapma (s)</b>	16,18

Buradan normal dağılıma göre ilk ve son %5'lik dilime karşılık gelen değerler bulunur. Bunun için;  $Z = \frac{x - \mu}{s}$  formülü kullanılır. İlk %5'lik dilime karşılık gelen Z değeri  $-1.65$  iken, son %5'lik dilime karşılık gelen Z değeri  $+1.65$ 'tir. Standart sapma, ortalama ve Z değerleri yardımıyla, Y bölümü için dilim sınırları hesaplanır.

$$-1.65 = \frac{x - 31.33}{16.18} \Rightarrow x = 4.633 \quad 1.65 = \frac{x - 31.33}{16.18} \Rightarrow x = 58.027$$

Üst sınır için öğretim üyelerinin puanlarına bakıldığında %95'lik dilime giren başka bir deyişle 58.027 ve üzeri puan alan olmadığı için Y bölümü bulanık tablosunun üst sınırı 58.027'dir [ $\max(58.027, 50)$ ]. Alt sınır için, %5'lik dilime giren başka bir deyişle 4.633 ve altı puan alan olmadığı için Y bölümü bulanık tablosunun alt sınırı 4.633'dür [ $\min(4.633, 8)$ ].

Bulanık tablosunu çizebilmesi için yetersiz, normal, başarılı kriterlerinin sınırlarını da belirlemek gerekmektedir. Bu nedenle üst sınır ile alt sınır arasındaki puan farkı, 4'e bölünmelidir. Bu işlemler yapıldığında;

$$x = \frac{58.027 - 4.633}{4} = 13.35$$

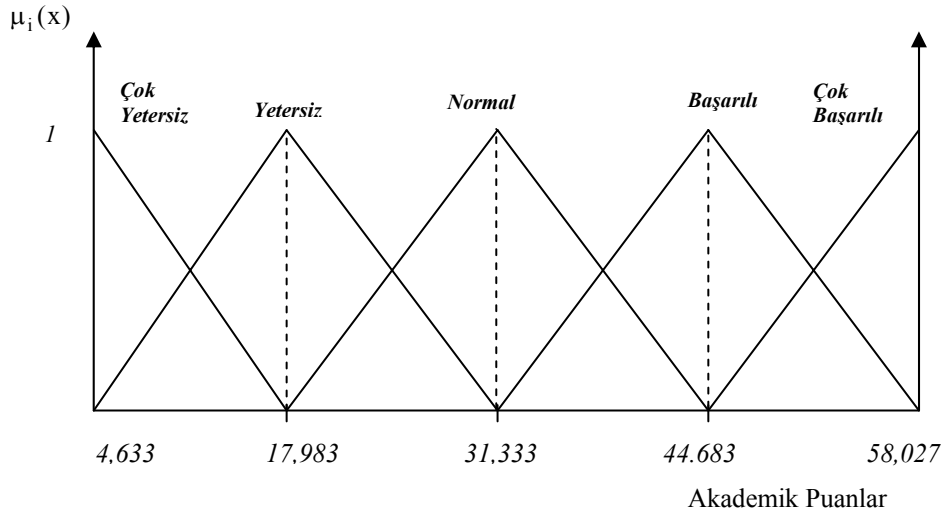
*Yetersiz* Kriteri için Sınır:  $4.633 + 13.35 = 17.983$

*Normal* Kriteri için Sınır:  $17.983 + 13.35 = 31.333$

*Başarılı* Kriteri için Sınır :  $31.333 + 13.35 = 44.683$

olarak hesaplanır. Tüm bu hesaplanan veriler tabloya aktarıldığında aşağıda görülen tablo elde edilir.

Tablo 9: *Y Bölümü İçin Hazırlanan Akademik Performans Tablosu*

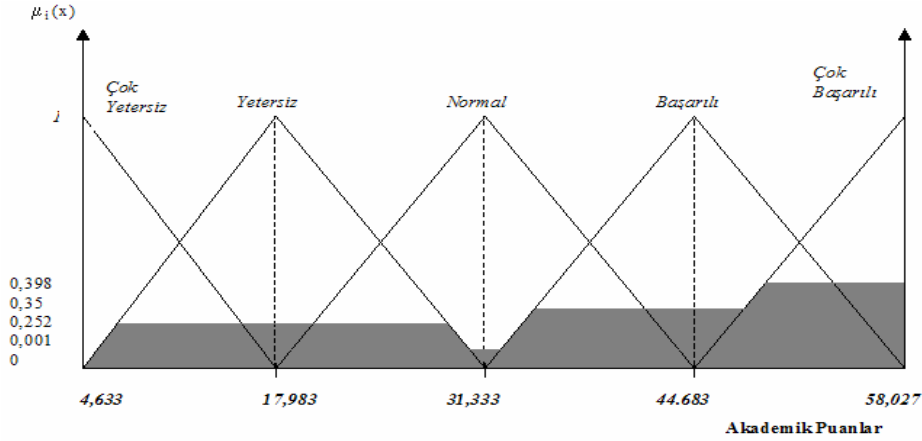


Y Bölümündeki her dilsel değişken için üyelik fonksiyonları verilmemiştir. Y Bölümündeki her öğretim üyesinin akademik puanlarının üyelik dereceleri hesaplanıp, bu üyelik derecelerine min-max işlemcisi uygulandığında Tablo 10'da verilen sonuçlar elde edilmiştir:

Tablo 10: *Y Bölümü Akademik Puanlarına Atanan Üyelik Dereceleri*

<i>Çok Yetersiz</i>	0
<i>Yetersiz</i>	0,252
<i>Normal</i>	0,001
<i>Başarılı</i>	0,35
<i>Çok Başarılı</i>	0,398

Elde edilen sonuçların grafik ile gösterimi aşağıdaki gibidir:



Şekil 2: Y Bölümü için Bulanık Mantık Yardımıyla Değerlendirilen Akademik Performansın Gösterimi

Şekilde gösterilen alanın ağırlık merkezi, centroid yöntemi ile hesaplanır. Bu hesaplama sonucu, Y Bölümü için 35 olarak bulunmuştur. Başka bir deyişle Y Bölümü için, durulaştırmış değer 35'dir. Bu durulaştırılmış değerün üyelik dereceleri hesaplandığında, bulanık mantık yaklaşımı ile Y Bölümü öğretim üyelerinin akademik performanslarını "normal" olarak nitелеmek mümkündür.

### C. Z Bölümü

Z bölümündeki performans değerlendirmesinin bulanık mantık yaklaşımı ile analizi için 10 öğretim üyesi dikkate alınmıştır. Her öğretim üyesi için yaptıkları akademik çalışmalara puanlar verilmiş ve Tablo 11 elde edilmiştir.

Tablo 11: Z Bölümünde Görev Yapan Öğr. Üyelerinin Akademik Puanları

	Öğr. Üyeleri	Akademik Puanlar
1	A	2
2	B	2
3	C	2
4	D	4
5	E	4
6	F	6
7	G	16
8	H	30
9	I	53
10	İ	62

Öncelikle öğretim üyelerinin puanlarının ortalaması ve standart sapması hesaplanır ve aşağıdaki tabloda verilen değerler elde edilir.

Tablo 12: Z Bölümü Akademik Puanlarının Ortalama ve Standart Sapması

Ortalama ( $\mu$ )	18,10
Standart Sapma ( $s$ )	22,64

Buradan normal dağılıma göre ilk ve son %5'lik dilime karşılık gelen değerler bulunur. Bunun için;  $Z = \frac{x - \mu}{s}$  formülü kullanılır. İlk %5'lik dilime karşılık gelen Z değeri  $-1.65$  iken, son %5'lik dilime karşılık gelen Z değeri  $+1.65$ 'tir. Standart sapma, ortalama ve Z değerleri yardımıyla, X bölümü için dilim sınırları hesaplanır.

$$-1.65 = \frac{x - 18.10}{22.64} \Rightarrow x = -19.256$$

$$1.65 = \frac{x - 18.10}{22.64} \Rightarrow x = 55.456$$

Üst sınır için öğretim üyelerinin puanlarına bakıldığında %95'lik dilime giren başka bir deyişle 55.456 ve üzeri puan alan olduğu için Z bölümü bulanık tablosunun üst sınırı 62'dir [max (55.456, 62)]. Alt sınır, negatif çıktığı için, bu sınır 0 olarak kabul edilir.

Bulanık tablosunu çizebilmesi için yetersiz, normal, başarılı kriterlerinin sınırlarını belirlemek gerekmektedir. Bu nedenle üst sınır ile alt sınır arasındaki puan farkı, 4'e bölünmelidir. Bu işlemler yapıldığında;

$$x = \frac{62 - 0}{4} = 15.5$$

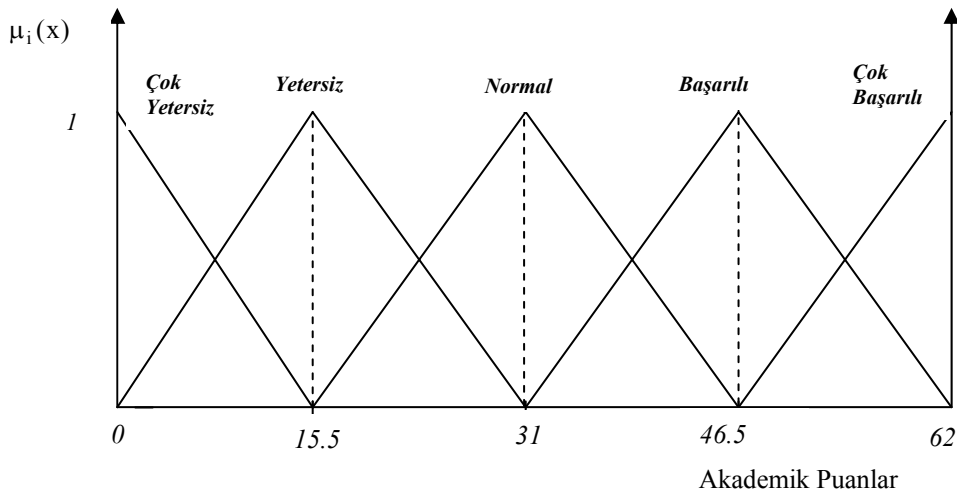
Yetersiz Kriteri için Sınır:  $0 + 15.5 = 15.5$

Normal Kriteri için Sınır:  $15.5 + 15.5 = 31$

Başarılı Kriteri için Sınır:  $31 + 15.5 = 46.5$

olarak hesaplanır. Tüm bu hesaplanan veriler tabloya aktarıldığında Tablo 13 elde edilir.

Tablo 13: Z Bölümü için Hazırlanan Akademik Performans Tablosu

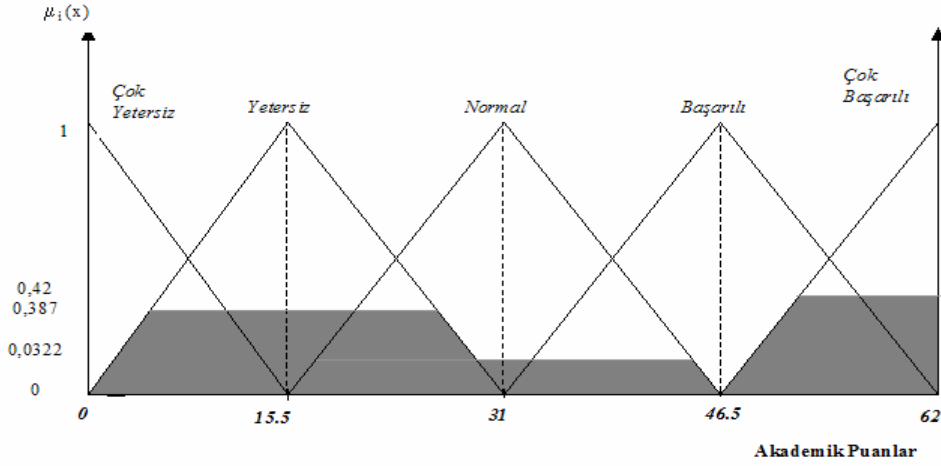


Z Bölümündeki her dilsel değişken için üyelik fonksiyonları verilmemiştir. Z Bölümündeki her öğretim üyesinin akademik puanlarının üyelik dereceleri hesaplanıp, bu üyelik derecelerine min-max işlemcisi uygulandığında aşağıdaki tabloda verilen sonuçlar elde edilmiştir:

Tablo 14: Z Bölümü Akademik Puanlarına Atanan Üyelik Dereceleri

Çok Yetersiz	0
Yetersiz	0,387
Normal	0,0322
Başarılı	0
Çok Başarılı	0,42

Elde edilen sonuçların grafik ile gösterimi aşağıdaki gibidir:



Şekil 3: Z Bölümü için Bulanık Mantık Yardımıyla Değerlendirilen Akademik Performansın Gösterimi

Şekilde gösterilen alanın ağırlık merkezi, centroid yöntemi ile hesaplanır. Bu hesaplama sonucu, Z Bölümü için 30 olarak bulunmuştur. Başka bir deyişle Z Bölümü için, durulaştırılmış değer 30'dur. Bu durulaştırılmış değerün üyelik dereceleri hesaplandığında, bulanık mantık yaklaşımı ile Z Bölümü öğretim üyelerinin akademik performanslarını "normal" olarak nitelenebilir.

#### D. T Bölümü

T bölümündeki performans değerlendirmesinin bulanık mantık yaklaşımı ile analizi için 9 öğretim üyesi dikkate alınmıştır. Her öğretim üyesi için, yaptıkları akademik çalışmalara puanlar verilmiş ve Tablo 15 elde edilmiştir.



Tablo 15: T Bölümünde Görev Yapan Öğr. Üyelerinin Akademik Puanları

	Öğr. Üyeleri	Akademik Puanlar
1	A	4
2	B	4
3	C	8
4	D	10
5	E	22
6	F	26
7	G	56
8	H	96
9	I	132

Öncelikle öğretim üyelerinin puanlarının ortalaması ve standart sapması hesaplanır ve aşağıdaki tabloda verilen değerler elde edilir.

Tablo 16: T Bölümü Akademik Puanlarının Ortalama ve Standart Sapması

Ortalama ( $\mu$ )	39,78
Standart Sapma ( $s$ )	45,95

Buradan normal dağılıma göre ilk ve son %5'lik dilime karşılık gelen değerler bulunur. Bunun için;  $Z = \frac{x - \mu}{s}$  formülü kullanılır. İlk %5'lik dilime karşılık gelen Z değeri -1.65 iken, son %5'lik dilime karşılık gelen Z değeri +1.65'tir. Standart sapma, ortalama ve Z değerleri yardımıyla, T bölümü için dilim sınırları hesaplanır.

$$-1.65 = \frac{x - 39.78}{45.95} \Rightarrow x = -36.0375 \quad 1.65 = \frac{x - 39.78}{45.95} \Rightarrow x = 115.598$$

Üst sınır için öğretim üyelerinin puanlarına bakıldığında %95'lik dilime giren başka bir deyişle 115.598 ve üzeri puan alan olduğu için T bölümü bulanık tablosunun üst sınırı 132'dir [ $\max(115.598, 132)$ ]. Alt sınır, negatif çıktığı için, bu sınır 0 olarak kabul edilir.

Bulanık tablosunu çizebilmesi için yetersiz, normal, başarılı kriterlerinin sınırlarını belirlemek gerekmektedir. Bu nedenle üst sınır ile alt sınır arasındaki puan farkı, 4'e bölünmelidir. Bu işlemler yapıldığında;

$$x = \frac{132 - 0}{4} = 33$$

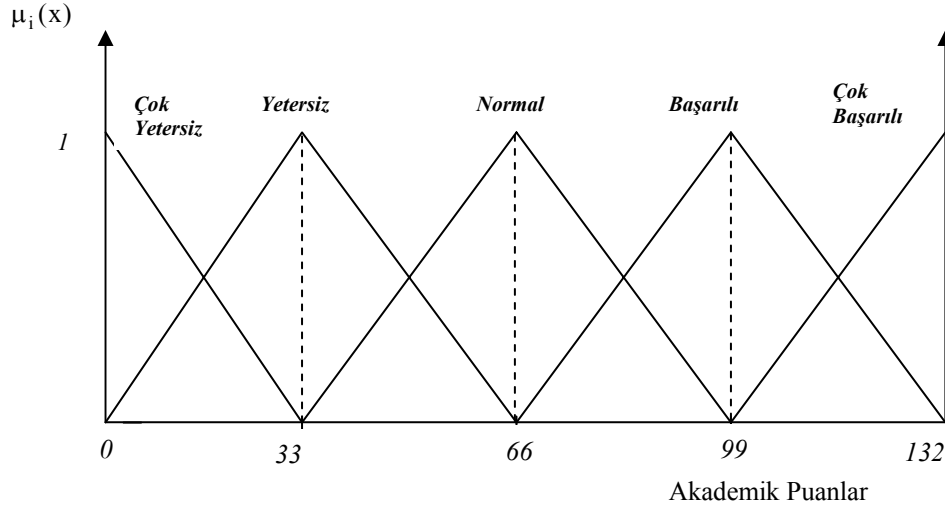
Yetersiz Kriteri için Sınır:  $0 + 33 = 33$

Normal Kriteri için Sınır:  $33 + 33 = 66$

Başarılı Kriteri için Sınır:  $66 + 33 = 99$

olarak hesaplanır. Tüm bu hesaplanan veriler tabloya aktarıldığında aşağıda görülen tablo elde edilir.

Tablo 17: *T Bölümü İçin Hazırlanan Akademik Performans Tablosu*

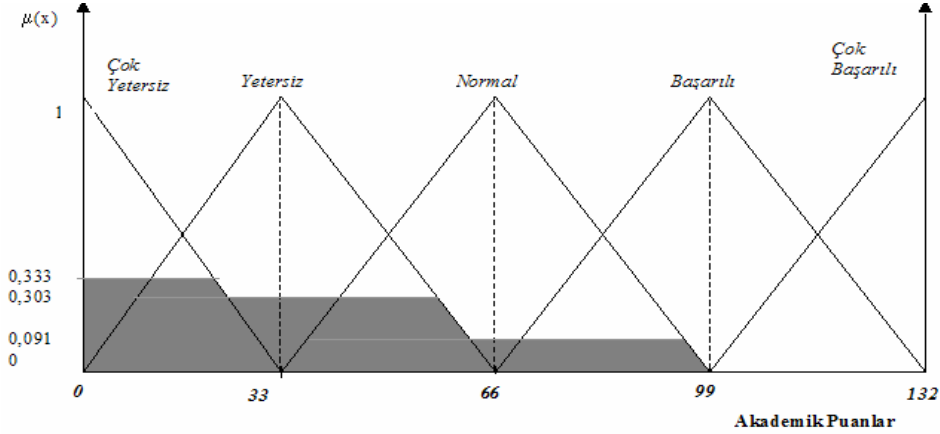


T Bölümündeki her dilsel değişken için üyelik fonksiyonları verilmemiştir. T Bölümündeki her öğretim üyesinin akademik puanlarının üyelik dereceleri hesaplanıp, bu üyelik derecelerine min-max işlemcisi uygulandığında aşağıdaki tabloda verilen sonuçlar elde edilmiştir:

Tablo 18: *T Bölümü Akademik Puanlarına Atanan Üyelik Dereceleri*

<i>Çok Yetersiz</i>	0,333
<i>Yetersiz</i>	0,303
<i>Normal</i>	0,091
<i>Başarılı</i>	0
<i>Çok Başarılı</i>	0

Elde edilen sonuçların grafik ile gösterimi aşağıdaki gibidir:



Şekil 4: T Bölümü için Bulanık Mantık Yardımıyla Değerlendirilen Akademik Performansın Gösterimi

Şekilde gösterilen alanın ağırlık merkezi, centroid yöntemi ile hesaplanır. Bu hesaplama sonucu, T Bölümü için 37 olarak bulunmuştur. Başka bir deyişle T Bölümü için, durulaştırılmış değer 37'dir. Bu durulaştırılmış değerün üyelik dereceleri hesaplandığında, bulanık mantık yaklaşımı ile T Bölümü öğretim üyelerinin akademik performanslarını “yetersiz” olarak nitelenebilir.

Çalışmanın tamamında, fakültede görev yapan öğretim üyeleri bölüm bazında ele alınmış ve her bölümün akademik performansı bulanık mantık yöntemi ile ölçülmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 19'a aktarılmıştır:

Tablo 19: Bölüm Akademik Performanslarının Bulanık Mantık Yöntemiyle Değerlendirilmesi

X Bölümü	Yetersiz
Y Bölümü	Normal
Z Bölümü	Normal
T Bölümü	Yetersiz

X, Y, Z ve T bölümlerindeki öğretim üyelerinin akademik puanlarından oluşan bulanık mantık tabloları karşılaştırıldığında göze çarpan ilk farklılık, alt ve üst sınırların farklı oluşudur. Başka bir deyişle %5'lik ve %95'lik dilime karşılık gelen değerlerin farklılığıdır. Bölümler arasında üst sınır ile alt sınır arasındaki yakınlık ile orantılı olarak; çok yetersiz, yetersiz, normal, başarılı ve çok başarılı kriterlerinin sınırlarını oluşturan değerler de birbirine yakındır. Kriter sınırlarının farklı olması her bölüm için yapılacak yorumları etkiler. Bu nedenle akademik performans değerlendirmede, akademik puanlar gerçek anlamıyla puan olarak düşünülmemeli, puanlar hangi

bölüme aitse, yorum mutlaka o bölüm için hazırlanan bulanık mantık tablolarından yapılmalıdır. Aksi takdirde yanıltıcı yorumlar yapılabilir ve bulanıklık kavramının anlamı yitirilmiştir olur.

X bölümünün üst sınırının Y bölümünden fazla olması, bu bölüme dahil öğretim üyelerinin toplam puanlarının Y bölümünden daha yüksek olduğunun göstergesidir. Bölümler arasındaki farklılığın sebebi, iki bölüm arasında sayısal analize duyulan ihtiyaç olarak düşünülebilir. Y bölümünde herhangi bir konu ile ilgili çalışmanın doğruluğu veri analizleri ile kontrol edilebilir ve kimi zaman olumsuz sonuçlarla karşılaşılabilir ve bu durumda üzerinde çalışılan konunun yönü değiştirilip yeni bir çalışmaya çevrilebilir. Tabi ki bu işlemlerin tamamlanması öğretim üyesi için belli bir zamanı ifade eder. Bahsedilen bu süre zarfını diğer bölüm öğretim üyeleri için değerlendirdiğimizde bu, başarılı bir çalışma anlamına gelebilir ve bu da, bu çalışma için akademik puan demektir. Ayrıca Y bölümüne ait konularda, X bölümü konularına nazaran daha çok belirsizliğin olduğu da dikkate alınmalıdır.

Yapılan bilimsel çalışmaların farklılığı da, puanların birbirinden farklı olmasına neden olmaktadır. Yine aynı şekilde yapılan bilimsel çalışmaların yayımlandığı kaynakların niteliği de öğretim üyelerinin bu çalışmalardan aldıkları puanı etkileyebilir ve bu da farklılığın nedenleri arasında sayılabilir. Bölümler için yapılan değerlendirmede, analize tabi tutulan öğretim üyesi sayısının farklılığı da unutulmaması gereken önemli bir durumdur.

Sonuç tablosuna bakıldığında iki bölümün akademik performansının dilsel değişkenlerle ifadesinin “Normal”, iki bölümün ise “Yetersiz” olduğu görülmektedir. Akademik performansın “Yetersiz” olarak değerlendirildiği bölümde, öğretim üyelerinin yaptıkları çalışmaların sayısının artırılması önerilmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi yapılan çalışmaların farklılığı (kitap,makale,bildiri vb.) ve çalışmaların yayımlandığı kaynakların niteliği de alınan akademik puanları etkilemektedir.

## VI.Sonuç

Klasik küme teorisinde bir eleman o kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Kısmi üyelik olmaz. Yani bu çalışmada yapılan uygulama örneğinde; klasik küme teorisine göre öğretim üyeleri, ya başarılıdır ya da başarısızdır. Örneğin X bölümüne bakıldığında, öğretim üyelerinden akademik puanı 51’in altında olanlar başarısız, akademik puanı 51’in üzerinde olanlar başarılı olarak düşünülür. Doğal olarak bu mantığın hiçbir esnekliği yoktur. Gerçek dünyada ise sınırlar, bu kadar keskin değildir. Gerçek dünyada tam tersine olayların belli bir esneklikte olması istenir. Örneğin X bölümünde 50 puan alan bir öğretim üyesinin performansını değerlendirirken, bulanık mantık kurallarına göre hem “normal” hem de “yetersiz” dilsel değişkenlerine olan üyelik derecelerine bakılıp, bu öğretim üyesinin performansı, başarısız yerine “normal” olarak nitelenir. Çalışmanın tamamında da bahsedildiği gibi, bulanık mantıkta keskin çizgiler yoktur, ki bu durum gerçek dünyaya daha uygundur

yani daha gerçekçidir. Yapılan çalışmada X, Y, Z ve T bölümünde görev yapmakta olan öğretim üyeleri ayrı ayrı ele alınıp, bölüm performansları bulanık mantık yöntemi yardımıyla değerlendirilmeye çalışılmıştır. Yorumlamanın doğru yapılması açısından, her bölümün kendine ait bulanık mantık tablosuna bakılması gereği ortaya çıkmıştır. Çünkü her bölüm için öğretim üyelerinin akademik puanlarını etkileyen faktörler farklıdır. Bu farklılık tabloların farklılığını beraberinde getirir ki bu da, yapılması gereken bölüm performans değerlendirmesini tamamen değiştirecektir.

Bu çalışmada bölümlerdeki öğretim üyeleri ile ilgili bilgilerin puanlama aşamasında, klasik yöntemdeki dar sınıflandırma mantığından kurtulabilmek için bulanık mantığa başvurulması önerilir. Akademik performansın değerlendirilmesinde bulanık mantık yaklaşımı ile öğretim üyelerinin verileri, sözel olarak ifade edilen ölçütleri sayısallaştırarak değerlendirilebilmektedir. Ayrıca bu çalışmada vurgulanması gereken nokta; performans değerlendirmeye bulanık mantık prensiplerinin uygulanmasıyla birlikte, var olan sistem için istenen esneklik sağlanabilmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda akademik performanslar farklı yöntemlerle ölçülmeli, çıkan sonuçlar kıyaslanmalı ve sonuçlar arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmalıdır.

#### **Kaynaklar**

- Barutçugil, İ., Performans Değerlendirme: Tanımı, Amaçları ve Yararları, <http://www.rcbadoor.com/PerfYon.htm>, 20.05.2004
- Baykal, N., Beyan, T.(2004), Bulanık Mantık İlke ve Temelleri, Bıçaklar Kitabevi, Ankara, ss.39-41
- Bingöl, D.(2003), İnsan Kaynakları Yönetimi, Beta Yayınları, 5. Baskı, İstanbul, ss.270-306
- Çelik, A., Albayrak, M. ve Antalyalı, Ö. L.(2003) “Akademik Performans Değerlendirmede Yeni Bir Yaklaşım”, 12. Uluslararası Yapay Zeka ve Sinir Ağları Sempozyumu, Çanakkale
- Elmas, Ç.(2003), Bulanık Mantık Denetleyiciler, Seçkin Yayıncılık, Ankara, ss. 25
- Ertuğrul, İ.(1996), “Bulanık Mantık ve Bir Üretim Planlamasında Uygulama Örneği”, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli
- Kasko, Bart(1991), Neutral Networks and Fuzzy Systems, Prentice Hall, ss.165
- Kaya, D.(2000), İşletmelerde Personel Performans Değerlendirme Çalışmaları, Özel ve Kamu Kuruluşları Arasındaki Farkların Gözlenmesi ve Muğla İli Örneği, Muğla Ün., Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Muğla, ss.3
- Küçüköncü, T, Bulanık Mantık, <http://eros.science.ankara.edu.tr/bulanik1.htm>, 20.05.2004
- Örücü E. ve Köseoğlu M.A.(2003), İşletmelerde İşgören Performansını Değerlendirme, Gazi Kitabevi, Ankara

- Sabuncuoğlu Z.(2000), İnsan Kaynakları Yönetimi, Ezgi Kitabevi, Bursa, ss. 159-190
- Shaout, A. ve Al-Shammari, M.(1998) "Fuzzy Logic Modeling for Performance Appraisal Systems: A Framework for Empirical Evaluation", *Expert Systems with Applications*, Volume:14, p.323-328
- Şen, Z.(2004), Mühendislikte Bulanık (Fuzzy) Mantık ile Modelleme Prensipleri, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, ss.7
- Yager, R., ve Filev, D.(1994), Essentials of Fuzzy Modeling and Control, JohnWiley&Sons Inc., New York, p. 111
- Zadeh, L. A.(1965), Fuzzy Sets, Information and Control, University of California, p.338-353