

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR ÇAĞRI MERKEZİNDEKİ PROJELERİN
ANFIS METODU İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİ**

ELİF SARAÇ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. NİHAN ÇETİN DEMİREL**

İSTANBUL, 2012

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR ÇAĞRI MERKEZİNDEKİ PROJELERİN ANFİS METODU İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİ**

Elif SARAÇ tarafından hazırlanan tez çalışması 25.09.2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

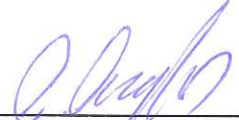
Yrd. Doç. Dr. Nihan ÇETİN DEMİREL
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

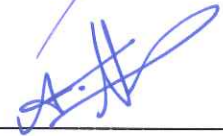
Yrd. Doç. Dr. Nihan ÇETİN DEMİREL
Yıldız Teknik Üniversitesi



Yrd. Doç. Dr. Cemil CEYLAN
İstanbul Teknik Üniversitesi



Doç. Dr. Alev TAŞKIN GÜMÜŞ
Yıldız Teknik Üniversitesi



ÖNSÖZ

“Bir Çağrı Merkezindeki Projelerin ANFIS Metodu İle Değerlendirilmesi Ve Seçimi” başlıklı bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Sistem Mühendisliği Programı öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Nihan Çetin DEMİREL yönetiminde hazırlanarak, yüksek lisans tezi olarak sunulmuştur.

Çalışma konusunun tespitinden tamamlanması aşamasına kadar geçen süre içerisinde desteğini ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Nihan Çetin DEMİREL’e, bilgi ve fikirleri ile uygulama alanının şekillenmesine katkıda bulunan değerli eşim Emrah SARAÇ’a, uygulama araçları ile ilgili katkılarından ötürü kuzenim Mete ERZİNCANLI’ya, yüksek lisans programı süresince desteği ile her zaman yanımda olan tüm aile fertlerime teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışma yakın zamanda aramıza katılacak olan aile bireyimize hitaben kaleme alınmıştır.

Ağustos, 2012

Elif SARAÇ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vi
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT.....	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	3
1.3 Hipotez	4
BÖLÜM 2	
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	6
2.1 Bulanık Mantık	6
2.2 Bulanık Sistem.....	9
2.3 Sinirsel Bulanık Sistem	11
2.4 Bulanık Modelleme	13
2.5 Bulanık Modelleme Çeşitleri	16
2.5.1 Mamdani Tipi Bulanık Modelleme	16
2.5.2 Takagi – Sugeno Tipi Bulanık Modelleme.....	19
2.5.3 Mamdani ve Takagi Sugeno Modellerinin Karşılaştırılması.....	22
2.6 Üyelik Fonksiyonları	24
2.7 Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi.....	27
2.8 ANFIS İçin Geri Yayımlı Öğrenme Algoritması.....	35
2.9 Azaltımlı Kümeleme Yöntemi.....	36
2.10 Kümeleme Analizi	38

BÖLÜM 3

ÇAĞRI MERKEZİNDE KALİTE YAKLAŞIMI.....	41
3.1 Firma Hakkında Genel Bilgiler.....	41
3.2 Firmanın Kalite Politikası.....	42
3.3 Firmanın Kalite Sertifikaları ve Kalite Ödülleri.....	42

BÖLÜM 4

UYGULAMA	44
4.1 Bulanık Model Yapısı.....	44
4.2 Proje Detayları	45
4.3 Değerlendirme Kriterleri.....	46
4.4 Yapay Sinir Ağlarının MATLAB ile Eğitimi.....	49
4.4.1 Operasyonel Etkinlik Kriterinin Eğitimi.....	49
4.4.2 Çağrı Ölçekleri Kriterinin Eğitimi.....	58
4.4.3 Satış Değerleri ve Müşteri Sadakati Kriterinin Eğitimi.....	65
4.4.4 İnsan Kaynakları ve Gelişim Yönetimi Kriterinin Eğitimi.....	73
4.4.5 Projelerin Eğitimi	80

BÖLÜM 5

SONUÇ ve ÖNERİLER.....	88
5.1 Operasyonel Etkinlik Kriterinin Değerlendirilmesi.....	88
5.2 Çağrı Ölçekleri Kriterinin Değerlendirilmesi	89
5.3 Satış Değerleri ve Müşteri Sadakati Kriterinin Değerlendirilmesi	90
5.4 İnsan Kaynakları ve Gelişim Yönetimi Kriterinin Değerlendirilmesi	91
5.5 Projelerin Değerlendirilmesi	91
KAYNAKLAR.....	93
EK-A	
ANKET.....	96
ÖZGEÇMİŞ	111

SİMGE LİSTESİ

Cn	Küme Lokasyonu
f	Fonksiyon
n	Örnek Büyüklüğü
Pot	Lokasyonun Potansiyeli
ra	Komşu Yarıçap
Ti	Gerçek Değer
xi	Vektör
yi	Teorik Değer
	Öklid Uzaklığı

KISALTMA LİSTESİ

ACHT	Average Call Handling Time
ANFIS	Adaptive Network Based Fuzzy Inference System
AR	Answer Rate
ASA	Average Speed of Answer
BÇS	Bulanık Çıkarım Sistemi
CO	Çağrı Ölçekleri
CS	Cross Sell Satış Oranı
CW	Computing with Words
EMEA	Europe, Middle East and Africa
FCR	First Call Resolution
FIS	Fuzzy Inference System
GY	Gelişim Yönetimi
İK	İnsan Kaynakları
MF	Membership Function
MS	Müşteri Sadakati
OE	Operasyonel Etkinlik
P	Proje
RMSE	Root Mean Square Error
RR	Retention Rate
SD	Satış Değerleri
SL	Service Level
TSK	Takagi Sugeno Kang
USS	Upsell Satış Oranı
ÜF	Üyelik Fonksiyonu
YSA	Yapay Sinir Ağı

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1 Hava sıcaklığının belirlenmesinde klasik mantık yaklaşımı.....	8
Şekil 2. 2 Hava sıcaklığının belirlenmesinde bulanık mantık yaklaşımı	8
Şekil 2. 3 Bulanık sistem yapısı	10
Şekil 2. 4 Mamdani tipi sinirsel bulanık sistem yapısı	18
Şekil 2. 5 Mamdani tipi bulanık çıkarım sistemi.....	18
Şekil 2. 6 Takagi Sugeno tipi sinirsel bulanık sistem yapısı	22
Şekil 2. 7 Yamuk üyelik fonksiyonu	25
Şekil 2. 8 Üçgen üyelik fonksiyonu	26
Şekil 2. 9 Gauss eğrisi üyelik fonksiyonu	27
Şekil 2. 10 Sigmoid üyelik fonksiyonu	27
Şekil 2. 11 Adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi.....	29
Şekil 2. 12 Bulanık çıkarım sistemi	30
Şekil 2. 13 ANFIS mimarisi	31
Şekil 2. 14 İki girişli birinci dereceden sugeno bulanık sistem modeli	32
Şekil 2. 15 İki girişli birinci dereceden sugeno bulanık sistem ANFIS mimari yapısı	32
Şekil 4. 1 OE ana kriteri için eğitim ve hata gösterimi.....	51
Şekil 4. 2 OE ana kriteri için yapay sinir ağı yapısı	52
Şekil 4. 3 OE ana kriteri için yapay sinir ağı özellikleri.....	52
Şekil 4. 4 SL alt kriterine ait üyelik fonksiyonları.....	53
Şekil 4. 5 AR alt kriterine ait üyelik fonksiyonları.....	53
Şekil 4. 6 FCR alt kriterine ait üyelik fonksiyonları	54
Şekil 4. 7 OE ana kriterine ait üyelik fonksiyonları	54
Şekil 4. 8 SL, AR, FCR ve OE kural yapısı	55
Şekil 4. 9 SL ve AR alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi	55
Şekil 4. 10 AR ve FCR alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi	56
Şekil 4. 11 FCR ve SL alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi	56
Şekil 4. 12 P7 için spesifik değer çıktısı gösterimi	57
Şekil 4. 13 CO ana kriteri için eğitim ve hata gösterimi	59
Şekil 4. 14 CO ana kriteri için yapay sinir ağı yapısı.....	60
Şekil 4. 15 CO ana kriteri için yapay sinir ağı özellikleri	60
Şekil 4. 16 ASA alt kriterine ait üyelik fonksiyonları.....	61
Şekil 4. 17 ACHT alt kriterine ait üyelik fonksiyonları	61
Şekil 4. 18 CO ana kriterine ait üyelik fonksiyonları.....	62

Şekil 4. 19	ASA, ACHT ve CO kural yapısı.....	62
Şekil 4. 20	ASA ve ACHT alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi.....	63
Şekil 4. 21	ACHT ve ASA alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi.....	63
Şekil 4. 22	P1 için spesifik değer çıktısı gösterimi	64
Şekil 4. 23	SD&MS ana kriteri için eğitim ve hata gösterimi	66
Şekil 4. 24	SD&MS ana kriteri için yapay sinir ağı yapısı	67
Şekil 4. 25	SD&MS ana kriteri için yapay sinir ağı özellikleri	67
Şekil 4. 26	USS alt kriterine ait üyelik fonksiyonları	68
Şekil 4. 27	CS alt kriterine ait üyelik fonksiyonları	68
Şekil 4. 28	RR alt kriterine ait üyelik fonksiyonları	69
Şekil 4. 29	SD&MS ana kriterine ait üyelik fonksiyonları	69
Şekil 4. 30	USS, CS, RR ve SD&MS kural yapısı	70
Şekil 4. 31	USS ve CS alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi.....	70
Şekil 4. 32	USS ve RR alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi	71
Şekil 4. 33	CS ve RR alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi.....	71
Şekil 4. 34	P7 için spesifik değer çıktısı gösterimi	72
Şekil 4. 35	IK&GY ana kriteri için eğitim ve hata gösterimi.....	74
Şekil 4. 36	IK&GY ana kriteri için yapay sinir ağı yapısı	75
Şekil 4. 37	IK&GY ana kriteri için yapay sinir ağı özellikleri	75
Şekil 4. 38	KPUH alt kriterine ait üyelik fonksiyonları	76
Şekil 4. 39	GBS alt kriterine ait üyelik fonksiyonları.....	76
Şekil 4. 40	IK&GY ana kriterine ait üyelik fonksiyonları	77
Şekil 4. 41	KPUH, GBS ve IK&GY kural yapısı.....	77
Şekil 4. 42	KPUH ve GBS alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi	78
Şekil 4. 43	GBS ve KPUH alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi	78
Şekil 4. 44	P4 için spesifik değer çıktısı gösterimi	79
Şekil 4. 45	Projelerin eğitimi ve hata gösterimi.....	81
Şekil 4. 46	Projelerin eğitimi için yapay sinir ağı yapısı	82
Şekil 4. 47	Projelerin eğitimi için yapay sinir ağı özellikleri.....	82
Şekil 4. 48	Operasyonel etkinlik ana kriterine ait üyelik fonksiyonları	83
Şekil 4. 49	Çağrı ölçekleri ana kriterine ait üyelik fonksiyonları.....	83
Şekil 4. 50	Satış değerleri ve müşteri sadakati ana kriterine ait üyelik fonksiyonları ...	84
Şekil 4. 51	İnsan kaynakları ve gelişim yönetimi ana kriterine ait üyelik fonksiyonları	84
Şekil 4. 52	Projelerin eğitime ait üyelik fonksiyonları	85
Şekil 4. 53	OE, CO, SD&MS, IK&GY ve proje eğitimi kural yapısı.....	85
Şekil 4. 54	OE ve CO ana kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi.....	86
Şekil 4. 55	IK&GY ve SD&MS ana kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi.....	86
Şekil 4. 56	CO ve IK&GY ana kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi	87
Şekil 5. 1	OE kriteri için proje bazında fayda dağılımı	88
Şekil 5. 2	CO kriteri için proje bazında fayda dağılımı	89
Şekil 5. 3	SD&MS kriteri için proje bazında fayda dağılımı.....	90
Şekil 5. 4	IK&GY kriteri için proje bazında fayda dağılımı.....	91
Şekil 5. 5	Proje bazında fayda dağılımı	92

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2. 1 Modelleme detayları	14
Çizelge 2. 2 Algoritma detayları.....	29
Çizelge 4. 3 Projelerin değerlendirilmesinde ana ve alt kriterler	49
Çizelge 4. 4 Ana ve alt kriterlerin simgesel gösterimi	49

**BİR ÇAĞRI MERKEZİNDEKİ PROJELERİN ANFİS METODU İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİ**

Elif SARAÇ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Sistem Mühendisliği Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Nihan ÇETİN DEMİREL

Bulanık mantık teorisi klasik küme teorisinin devamı niteliğinde ortaya atılmıştır. Temel noktası klasik küme mantığının aksine bir değer bir kümenin elemanı olup olmadığına net olarak “evet” ya da “hayır” şeklinde değil söz konusu elemanın üyelik derecesinin 0 ile 1 arasında değerler alabilen sürekli bir üyelik fonksiyonu ile cevap vermesidir. Herhangi bir elemanın üyelik fonksiyonundan aldığı değer üyelik derecesi olarak adlandırılır. Bulanık küme teorisinde üyelik derecesinin 0 ile 1 arasında değerler alması, sözel bilgilerin, problemlerin çözümü sırasında sayısal verilerle birlikte kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Sözel ifadelerin bulanık modellere katılması bulanık mantığın diğer yöntemlerden en büyük farklılığıdır.

Bulanık sistemler genel olarak, mevcut verilerden seçilen girdi değişkenlerinden çıktı değişkenlerinin elde edilmesini sağlamak amacı ile bulanık küme ilkelerini kullanan sistemlerdir. Bulanık sistemlerin en büyük avantajı insan deneyimlerinin ve sözel verilerin bulanık modele katılması ile çözüme ulaşılmasıdır. Bulanık model, bulanık

“Eğer İse” ya da “If Then” kuralları adı verilen bulanık kurallara dayanan sistemlerdir. Bulanık mantık günümüzde pekçok mühendislik alanında olduğu gibi, endüstri mühendisliği problemlerinin çözümünde ve karar verme süreçlerinde de kullanılmaktadır. Bulanık mantık yönteminde yaygın olarak kullanılan iki yöntem vardır. Bunlar; Mamdani ve Takagi Sugeno yöntemleridir. Mamdani yöntemi, yaygın olarak kullanım alanı olan, uzman bilgisi gerektiren ve her türlü problemin çözümüne uygulanabilen bir bulanık mantık yöntemidir. Sugeno yöntemi ise değişken sayısının çok fazla olmadığı ya da bu değişkenlerin fazla sayıda alt kümelere ayrılmadığı durumlardaki problemlerin çözümünde kullanılır. Yukarıda ifade edilen kıstaslardan ötürü bu çalışmada Takagi Sugeno yöntemi kullanılmıştır. Amaç, uzman görüşü ve tecrübelerinin anket ve ANFIS uygulama araçları ile derlenerek en fazla fayda sağlayan projenin belirlenmesidir.

Karar verme sürecinin modellenmesi amacı ile Adaptif Ağ Yapısına Dayalı Bulanık Çıkarım Sisteminden (ANFIS) faydalanılmıştır. Modellemede kullanılan adaptif ağ yapısının eğitilmesinde azaltımlı kümeleme, geri yayımlı öğrenme ve en küçük kareler tahmini yöntemlerinin kombinasyonundan oluşan “hibrit öğrenme algoritması” kullanılmıştır. ANFIS yapısı, Takagi Sugeno tipi bulanık sistemlerin, sinirsel öğrenme kabiliyetine sahip bir ağ yapısı olarak temsilidir. Bu ağ, her biri belli bir fonksiyonu gerçekleştirmek üzere, katmanlar halinde yerleştirilmiş düğümlerin birleşiminden oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler: ANFIS, Bulanık Mantık, Sugeno, Öğrenme, Yapay Sinir Ağı

**EVALUATION AND SELECTION OF PROJECTS BASED ON
ANFIS: A CALL CENTER CASE STUDY**

Elif Saraç

Department of Industrial Engineering
System Engineering Programme
MSc. Thesis

Advisor: Assist. Prof. Dr. Nihan ÇETİN DEMİREL

Fuzzy logic occurred as a follow-up of conventional set theory. Main point of the fuzzy logic is, for the question “Is a member of a set?” is not answered definitely as yes or no like in conventional set theory, answer is a constant membership function which gives result between 0 and 1. Value of a membership function for a member is called as membership degree. As membership degree changes between 0 and 1, that provides opportunity to use verbal knowledge together with quantitative data for the solution of a problem. Using verbal expressions is the most important difference of fuzzy logic compared to other methodologies.

Fuzzy systems are generally defined as the systems which use fuzzy set principles in order to procure output variables using selected present input variables. Fuzzy system’s most important advantage is, adding experiments and verbal information to fuzzy model in order to solve the problem. Fuzzy model is a system that is formed by

fuzzy rules called as IF-THEN rules. Fuzzy logic is used for the solution of industrial engineering problems and decision making processes as it is applied at many other engineering areas. There two common fuzzy logic management methods. They are; Mamdani and Takagi Sugeno methods. Mamdani is fuzzy logic method that is used for any kind of problem which needs experimental knowledge. On the other hand Takagi Sugeno method is used for the problems which have not got many variables or these variables are not divided into many subsets. This report targets to find out the most useful project using Takagi Sugeno method.

Adaptive network based fuzzy inference system (ANFIS) is used to model decision making process. Hybrid learning which is formed with the combination of subtractive clustering, back propagation and least square methods, is used to train ANFIS. ANFIS is a network structure which has learning capability that represents Takagi Sugeno type fuzzy systems. That network is composed of the nodes which are placed as layers in order to execute a definite function.

Keywords: ANFIS, Artificial Neural Network, Fuzzy Logic, Learning, Sugeno

1.1 Literatür Özeti

Bir olayın veya bir sistemin belirli bir zamandaki durumu ve davranış biçimi matematik modelleme ile tespit edilebilmektedir. Matematik modelleme, gerçek beklentilerin bir kısmını temsil etmek üzere seçilen bir veya birden fazla matematiksel oluşumun ve aralarındaki ilişkilerin birleşimidir. Matematik modelleme gerçek hayat içerisinde mevcut olmayan problemlere matematiğin uygulanmasını esas alır. Modelleme olarak adlandırılan süreç algoritmik bir süreç değildir. Problemi formüle etmeye çalışan yapıya karşın, uygun değişkenleri seçme, bu değişkenler arasındaki bağlantıyı saptama, değişken ve bağlantıların yanı sıra matematiksel bir model ortaya koyma ve modelin uygulamalarını test etme adımlarından oluşmaktadır (Aydın [3]).

Yirminci yüzyılın ikinci yarısında sibernetiğin bir bilim dalı olarak ortaya çıkışı, canlılığı ve zekayı taklit etmeye çalışması yeni ve farklı bir dönemin başlamasına neden olmuştur. Bu dönemde önemli bilimsel çalışmalardan bir kısmı sibernetik ve mantık alanında gerçekleştirilmiştir. Sibernetik ve mantık alanındaki her bir eseri, büyük bir keşif ve devrim niteliğinde olan Lotfy A. Zadeh, felsefenin bazı problemlerini ele almış, “Makineler düşünebilir mi?” sorusuna ve yapay zeka sorunlarına yeterli cevaplar ortaya koymuştur. Aristoteles’ten bu yana süregelen ve halen sembolik mantık şeklinde varlığını sürdüren mantık ve dilbilimsel sorunlara yeni çözümler getirmiş olup; iki değerli mantığa, teknoloji üreten ve teknoloji ile desteklenen kuvvetli bir alternatif sunmuştur. California Üniversitesi Berkeley’de Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri Fakültesinde profesör olarak görev yapmakta olan Azeri asıllı Amerikalı sibernetikçi Lofti Askar Zadeh tarafından 1965 yılında geliştirilen fuzzy mantık kuramı,

iki değerli mantık kuramlarına bir alternatif oluşturmuş, sibernetik ve onunla doğrudan ilgili bilimlerde hızlı gelişmeleri tetiklemiş, sibernetik ve yapay zeka çalışmalarını hızlandırmıştır. Sibernetik, insan gibi hareket eden makineler yapma girişimi olarak daha fazla otomasyon ve makineleşmeye imkan sunmaktadır (Işıklı [11]).

Bulanık mantık, bulanık sistem, bulanık küme ve bulanık modelleme kavramlarının temeli Lotfy Zadeh tarafından [24] te de belirtildiği gibi “Computing with Words” yani kelimeler ile programlamadır. “Computing with Words” metodolojisinde hesaplama ve dūřünme süreçlerinde rakamlar yerine kelimeler kullanılmaktadır. Zadeh 1964 yılında şekillenmeye başlayan dūřüncelerini 1965 yılında “The Theory of Fuzzy Logic and Fuzzy Sets (Bulanık Mantık ve Bulanık Kümeler Kuramı) adı ile yayınlamıştır. Bulanık mantık kuramı, özellikle Amerika’da uygulama alanı bulmuştur. Amerika’da “kesinliği” önemseyen bir değer dizimi bulunmaktadır. Dięer ölkeler bu yeni kuramı tartışırken, Amerika bu özgün fikri benimseyip geliştirmeyi başarmıştır. İlk olarak fuzzy-bulanık terimine karşı oluşan tepki önlenmeye çalışılmıştır. “Fuzzy” terimini ingilizcedeki karşılığı olan “aimai” (bulanık-belirsiz) şeklinde tercüme etmek yerine “faaji” şeklinde aynen bırakmışlardır. “Faaji” zaman içerisinde “zeki” manasında kullanılmaya başlanmıştır. Fuzzy mantığa karşı oluşan tepkiler için bazı yazarlar ve bilim adamları “Eęer Zadeh, fuzzy-bulanık kelimesi yerine daha olumlu bir ifade kullanmış olsaydı, bu kurama bu kadar çok kiři karşı çıkamaz ve bulanık mantık anlayışının Amerika teknolojisinde uygulanması daha çabuk ve yaygın olacaktı” demişlerdir. Zadeh ise “fuzzy” sözcüğü yerine “continuous logic” gibi terimler kullanılsaydı hiç kimsenin bu yaklaşımı fark etmeyeceğini savunmaktadır. Zadeh için kuramda geçen bulanık sözcüğü matematiksel bir niceliği ifade etmektedir. Gerçek dūnyanın genel görünüümü, 0 ile 1 arasındaki yüzlerce aralıktan, benzerlikten ve karşıtlıktan ibarettir. Yani, dūnya kesikli ve kesintili değil, sürekli ve kesintisizdir. Beyaz ile beyazımsı arasındaki sınır, kırmızı ile kırmızımsı arasındaki sınır belli ve net degildir; birinden diğerine sürekli kesintisiz bir geçiş vardır. Dolayısı ile Zadeh’e göre, dūřünmenin sayısal verilerle gerçekleşmesi mümkün değildir (Işıklı [11]).

Günlük yaşantıda karşılaşılan problemlerin bir çoğu çeşitli sebeplerden ötürü modellenememektedir. Bulanık mantık yaklaşımı bu tip problemlerin incelenmesinde ve özömlenmesinde kullanılabilmektedir. Bulanık mantığın temeli sözel ifadeler ve

mantıksal ilişkiler üzerine kurulmuştur. Sözel ifadeler bulanık küme teorisi ve bulanık mantık olarak ifade edilen matematiksel bir temele dayandırılmaktadır. Bulanık mantık klasik mantık gibi 0 veya 1 olmak üzere iki seviyeli değil, $[0,1]$ aralığında çok seviyeli işlemleri ifade etmektedir. Bulanık mantık; bulanık mantık küme teorisi, bulanık mantık üyelik fonksiyonları ve bulanık mantık çıkarım sisteminin bir bütünüdür. Bulanık mantık ve istatistiksel yöntemler birbirini tamamlayıcı yöntemlerdir. Bulanık mantık çalışmalarında istatistiksel yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar bulanık istatistik olarak adlandırılmaktadır. Bulanık mantık teknikleri istatistikte, deney planlamasında, zaman serileri analizinde, regresyon çözümlemesinde, kalite kontrol çalışmalarında, olasılık teorisinde, hipotez testlerinde ve bir çok istatistiksel çalışmada kullanılmaktadır (Hocaoğlu [10]).

1.2 Tezin Amacı

“Bir Çağrı Merkezindeki Projelerin ANFIS Metodu İle Değerlendirilmesi Ve Seçimi” başlıklı tezin amacı; çağrı merkezinde hizmet kalitesini arttırmak amacı ile gerçekleştirilen dokuz farklı projenin bulanık mantık yaklaşımı ile değerlendirilmesi ve yapay sinir ağları yardımı ile en fazla fayda sağlayan projenin seçilmesidir.

Birinci bölüm giriş bölümüdür. Giriş bölümünde literatür özeti, tezin amacı ve kurulan hipotez yer almaktadır. İkinci bölüm; literatür araştırmasını içermektedir. Bulanık mantık, bulanık sistem, sinirsel bulanık sistem, bulanık modelleme, ANFIS ve kümeleme analizi konularında detaylı literatür araştırması yapılmıştır. Üçüncü bölüm; uygulamanın gerçekleştirildiği firma hakkında bilgileri ve firmanın kalite anlayışını içermektedir. Dördüncü bölüm uygulama adımlarını içermektedir. Uygulama bölümü değerlendirme ve seçim evrelerinden oluşmaktadır. Değerlendirme evresinde bulanık mantık yaklaşımı, seçim evresinde ise bulanık mantığın uygulama alanlarından biri olan ANFIS metodolojisi kullanılmıştır. Değerlendirme bölümünde öncelikli olarak ana ve alt proje değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Ana ve alt kriterler bazında hazırlanan anket soruları çağrı merkezindeki proje ekibine yöneltilerek subjektif bir veri olan tecrübenin matematik diline aktarılması hedeflenmiştir. Ankette yer alan sorulara verilen yanıtlar yapay sinir ağlarının girdilerini oluşturmuştur. Sözel bir veri olan tecrübenin matematiksel değerlere dönüştürülmesi ile elde edilen veriler yapay sinir

ağının eğitiminde kullanılmıştır. Bu veriler bulanık mantık tekniklerinden ANFIS ile modellenmiştir. Bu amaçla anket çıktıları üzerinde etkin faktör olarak belirlenen değişkenlerin ANFIS modeli kullanarak saptanan üyelik fonksiyonları yardımı ile tespit edilebileceği araştırılmak istenmiştir. Uygulamada bulanık mantık analizleri MATLAB paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Beşinci bölüm bulgular ve tartışma bölümüdür. Yapay sinir ağlarının eğitimi sonrasında elde edilen veriler bu kısımda değerlendirilmiştir. Bu bölümde ayrıca en faydalı proje olarak tespit edilen proje hakkında detaylı bir değerlendirme yapılmıştır.

1.3 Hipotez

Yapay zekanın alt bileşenlerinin birleşiminden oluşan yapılar bilim ve endüstri alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bulanık mantık ve sinir ağları aynı uygulama içinde beraber kullanılmakta ve sinirsel bulanık veya bulanık-sinirsel sistem olarak adlandırılmaktadırlar. Bulanık mantık ve sinir ağları farklı araştırmacılar tarafından tek başlarına kullanıldıkları durumlara kıyasla birlikte kullanılmaları halinde daha üstün bulunmuştur. Bu birleşim klasik bulanık mantık veya klasik yapay sinir ağlarından daha avantajlıdır. Bulanık mantık ve yapay sinir ağları birlikte kullanıldıklarında daha yetenekli sistemler elde edilmektedir (Kırış [14]).

Sinir ağları ile mevcut bilgiyi değerlendirme zorluğu bulanık mantığın sözel terimleri ve eğer – ise kuralları ile ortadan kaldırılmıştır. Bu sayede anlaşılması kolay ve sözel dille ifade edilebilen çıktılar elde edilebilmektedir. Bulanık mantığa sinirsel ağlar ile öğrenme yeteneği kazandırılabilir. Her kural tabanlı bulanık sisteme bir sinir ağı ile yaklaşım sağlanabilmektedir. Benzer şekilde her sinir ağına da kural tabanlı bulanık sistemler ile yaklaşım sağlanabilmektedir. Sinirsel bulanık sistemlerde bulanık sistemin esneklik, hız ve uyarlanırlık gibi özellikleri sinir ağları ile arttırılmıştır. Bulanık sinir ağlarında bulanık mantık kavramları ile klasik sinir ağlarının bilgi sunum yetenekleri zenginleştirilmektedir. Bu da sinir ağlarının girdi, ağırlıklar, aktivasyon fonksiyonları ve çıktı gibi düzeylerinde bulanık kavramların kullanılması ile sağlanabilmektedir. Bulanık sinir ağlarında sinir ağlarının girdi verisini bulandırma, öğretim örneklerine bulanık etiketler atama, öğretim işlemlerini bulandırma, sinir ağı çıktıları bulanıklaştırma, sinir hücrelerinin standart çarpım ve toplam işlemcileri yerine bulanık küme

teorisindeki birleşim, kesişim işlemcileri kullanma, ağların aktivitesini bulanıklaştırma gibi özellikler mevcuttur (Akkaş [1]).

Hizmet sektöründe “kaynakların verimli kullanılması ve satış ölçeklerini arttırıcı yönde atanması” hedefi doğrultusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Buna ek olarak, hizmet sektörünün atama ve çizelgeleme konusunda net bir sistematik yapıya sahip olmaması nedeni ile hizmet sektöründe doğru işe doğru zamanda doğru kişi atama yapısının incelenmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Hizmet sektöründe karşılaşılan belirsiz ve değişken yapı, üretim sektörüne kıyasla modellemeyi zorlaştırmaktadır. Bir çağrı merkezinin temel performans göstergesi cevaplama oranıdır. Cevaplama oranı; “Sizi müşteri temsilcisine bağlıyorum” anonsundan sonra cevap verilen çağrılarının oranıdır, aksi durum müşterinin çağrısı sonlandırmasıdır.

Çağrı merkezinde kaliteyi arttırmaya yönelik gerçekleştirilen dokuz farklı projeyi değerlendirmek üzere proje ekibine projelerden bağımsız olarak anket soruları yöneltilmiştir. Anket sorularına tecrübeler doğrultusunda verilen cevaplar yapay sinir ağının girdileri olarak kullanılmıştır. Eğitilen yapay sinir ağına gerçek hayattan elde edilen veriler gönderilerek sonuç üretmesi istenmiştir. En faydalı projenin seçilmesinde Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi (ANFIS) yaklaşımı kullanılmıştır. Yapay sinir ağı tümevarım yöntemi ile oluşturularak daha tutarlı bir yapı elde edilmeye çalışılmıştır. Değerlendirme ve seçim çalışmaları ile elde edilen sonuçlar proje ekibi ile değerlendirildiğinde bulunan sonuçların gerçek hayat ile paralellik gösterdiği saptanmıştır.

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Bulanık Mantık

Temelleri eski Yunan felsefesine dayanan, uygulamada ise yapay zekanın yönlendirici bir unsuru olan bulanık sistemler, Aristoteles'ten günümüze gelişen klasik küme üyeliğine ve mantığına karşı oluşturulmuş bir seçenektir. Bulanık küme teorisinde, üyelikten üye olmamaya geçiş dereceli bir şekilde olmaktadır. Bu durum, belirsizliğin ölçülmesinde güçlü ve anlamlı araçlar sunmasının yanı sıra, doğal dilde ifade edilen belirsiz kavramların anlamlı bir şekilde temsil edilebilmesini sağlamaktadır. Genel olarak mühendislikte incelenen bir olaydaki belirsizlikler için istatistik veya matematik yöntemler kullanılmakta ve çoğunlukla olay ile ilgili kabuller yapılarak model kurulmaktadır ancak rastgele olmayan belirsizlik halleri için, istatistik veya matematik yöntemler kullanılması uygun olmamakta ve bu yöntemler yetersiz kalmaktadır. Bu tür rastgele olmayan belirsizlikler bulanık (fuzzy) olarak tanımlanmakta ve bulanık olarak modellenmektedir (Işık [11]).

Bulanık mantık bulanık küme mantığına dayanır ve ilk olarak Lofti A. Zadeh tarafından tanımlanmıştır. Bulanık küme, bulanık mantık ve bulanık sistem kavramlarının ortaya çıkış nedeni; Zadeh'in uzun yıllar kontrol alanında çalışması ve istediği kontrolü elde etmek için fazla sayıda doğrusal olmayan denklemleri kullanması, dolayısı ile yöntemin karmaşıklaşması ve çözümün zorlaşmasıdır. Bulanık küme, kümeye aitlik derecesi üyelik değeri ile tanımlanmış olan kümeyi ifade eder. Klasik küme kavramında bir eleman bir kümenin üyesidir veya değildir. Bulanık mantıkta küme aitlik derecesi, 0 ile

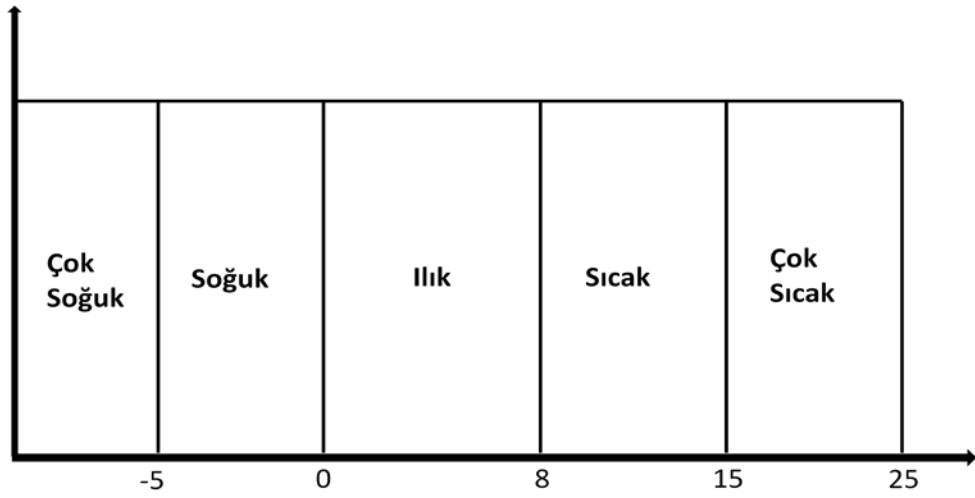
1 arasında değişir. “0” kümeye ait olmamayı, “1” ise kesin olarak o kümenin üyesi olmayı gösterir. Küme aitlik derecesi üçgen, yamuk, Gaus eğrisi gibi standart fonksiyonlarla tanımlanabildiği gibi çok farklı fonksiyonlarda tanımlanabilir. Bulanık Mantık, bilimsel terminolojide “Fuzzy Logic” kelimelerinin karşılığı olarak kullanılmaktadır. Bilgisayar ortamına aktarımı da kolaylıkla yapılabilir. Bulanık mantık üyelik derecesinde kesin bir kanıt bulunmadığı durumlarda mutlak olarak alternatif kararlar değerlendirilerek amaca en uygun olan seçenek seçilir. Alternatif kararların fazlalığı karar vericinin işini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle karar verici karar verirken gerçekleşme olasılığı en yüksek ve amacına en uygun olan kararları seçmek zorundadır. Gerçekleşme olasılığı en yüksek olayların seçiminde bir alternatif çözüm yolu olarak Fuzzy Logic kullanılabilir.

Bulanık mantığın klasik mantıktan temel farkı, bir öğenin herhangi bir kümeye ait olması noktasında verilecek cevap klasik mantıktaki gibi ‘Evet’ ya da ‘Hayır’ gibi kesin değil, bu öğenin ilgili kümeye ait olma olasılığının 0 ile 1 arasında değerler alabilen sürekli bir üyelik fonksiyonu ile ifade edilmesidir. Herhangi bir öğenin üyelik fonksiyonundan aldığı değer üyelik derecesi olarak adlandırılır. Bulanık küme teorisinde üyelik derecesinin 0 ile 1 arasında değerler alması, subjektif ve sözel bilginin, problemlerin çözümünde sayısal veriler ile birlikte kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Sözel ifadenin bulanık modele katılması bulanık mantığın diğer yöntemlerden en büyük farkıdır (Yılmaz [23]).

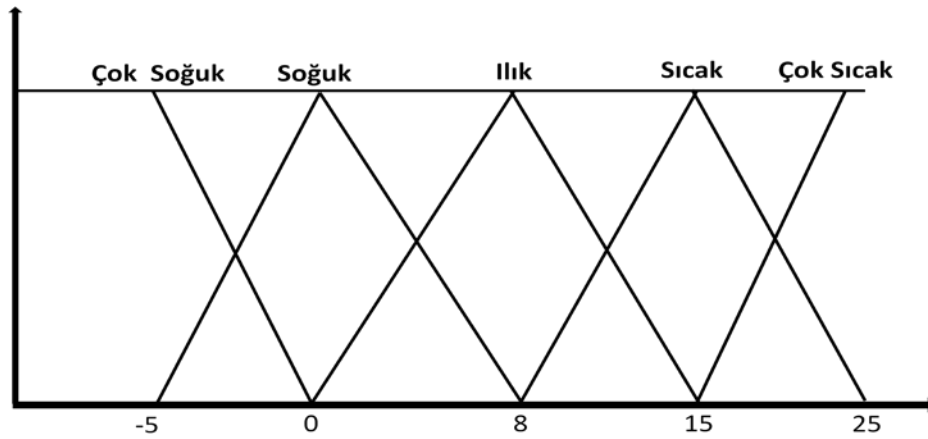
Bulanık mantık son yıllarda üzerinde çalışılan esnek modelleme yöntemlerinden birisidir. Klasik mantıkta bir şey ya tümüyle siyahtır ya da tümüyle beyazdır. Bulanık mantığa göre ise bir şey kısmen siyah ve kısmen beyaz olabilir. Zadeh bulanık mantık kavramında, Aristo’ nun 1 veya 0, var veya yok gibi iki kesin ve ayrı durum içeren klasik küme mantığının yerine insan düşüncesine daha daha yakın olarak belirli değer aralıklarını sözel ifadelerle tanımlayarak, kümeler arası geçişe esneklik kazandırmış ve gerçek yaşama benzetmiştir (Güler [9]).

Örneğin, Şekil 2.1’de görülen klasik küme teorisinde “Eğer sıcaklık $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ise hava ılıktır” ancak Şekil 2.2’deki bulanık küme teorisinde ise $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ için “ılıktır” ya da “soğuktur” şeklinde kesin çizgiler ile ayrılmış yargılar kullanılamaz. $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ belirli bir alanda soğuk

kümesine, belli bir alanda ılık kümesine üyeliği bulunmaktadır. Şekil 2.2'deki küme mantığı insanın düşünme yeteneğine daha uyumlu bir yapıdadır.



Şekil 2. 1 Hava sıcaklığının belirlenmesinde klasik mantık yaklaşımı



Şekil 2. 2 Hava sıcaklığının belirlenmesinde bulanık mantık yaklaşımı

Bulanık mantık ile ilgili olarak;

- Anlaşılması kolaydır,
- Dayandığı matematiksel teori basittir,
- Yaklaşımı doğaldır,
- Karmaşıklıktan uzaktır,
- Esnektir,
- Eksik ya da yetersiz veriler ile işlem yapılabilir,
- Karmaşık lineer olmayan fonksiyonları modelleyebilir,

- ANFIS gibi uyarlanabilir teknikler yardımı ile herhangi bir girdi ve çıktı veri kümelerini eşleştirerek bulanık modeller oluşturabilir,
- Uzman kişilerin görüş ve tecrübelerinden yararlanılabilir,
- Günlük dili kullanır.

2.2 Bulanık Sistem

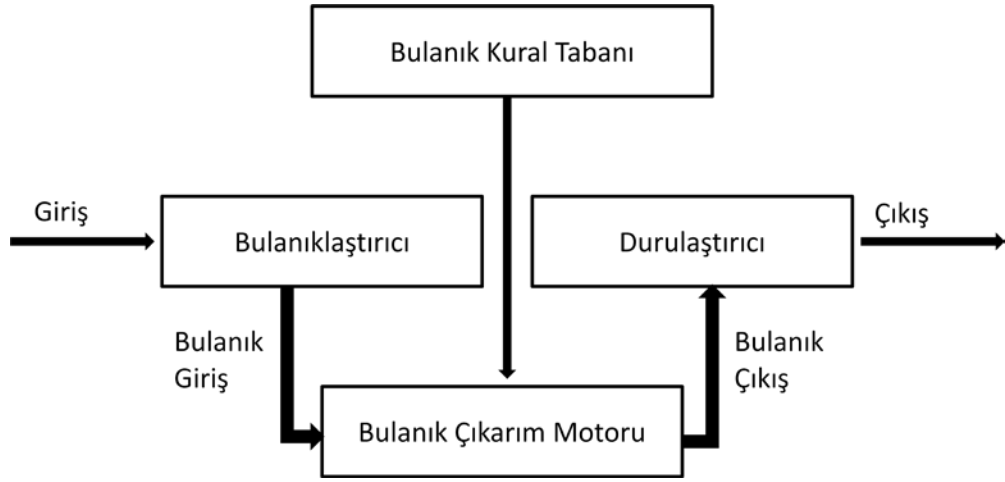
Bulanık kümelerden ya da bulanık mantıktan faydalanan ve bunlara karşılık gelen matematiksel çerçeveyi kullanan statik ve dinamik sistemlere bulanık sistemler denir. Bulanık sistemler, mevcut veri kümesinden seçilen girdi değişkenlerinden çıktı değişkenlerinin elde edilmesini sağlamak amacı ile bulanık küme ilkelerini kullanan sistemlerdir. Bulanık sistemlerin en büyük faydası insan deneyimlerinin ve sözel verilerin bulanık modele katılması ile çözüme ulaşılmasıdır. Bulanık model (bulanık çıkarım sistemi), bulanık “Eğer İse” kuralları adı verilen bulanık kurallara dayanan sistemlerdir. Bulanık modelin temeli, bulanık “Eğer İse” kurallarından da anlaşılacağı üzere öncül ve soncul kısımlardan oluşmaktadır. Öncül kısımda sonuca sebep olan giriş değişkenleri ve bunlar arasındaki mantıksal ilişkiler, soncul kısımda ise bu giriş değişkenlerine bağlı olarak ortaya çıkan sonuç değişkenleri yer alır (Jang [12]).

Genel olarak bulanık kurallar aşağıdaki formdadır:

$$\text{Kural 1: Eğer } x = A_1 \text{ ve } y = B_1 \text{ ise } z = N_1 \quad (2.1)$$

$$\text{Kural 2: Eğer } x = A_2 \text{ ve } y = B_2 \text{ ise } z = N_2 \quad (2.2)$$

Burada x ve y öncül kısımdaki girdi değişkenlerince tanımlanan koşulları z ise soncul kısımdaki çıktı değişkenlerince tanımlanan sonuçları ifade eder (Jang [12]).



Şekil 2. 3 Bulanık sistem yapısı

Bulanık sistem öğeleri aşağıda yer aldığı gibidir:

a) Genel Bilgi Tabanı

İncelenecek olayın etkilendiği girdi değişkenlerini ve bunlar arasındaki tüm bilgileri içerir. Genel veri tabanı denmesinin sebebi buradaki bilgilerin sayısal ve/veya sözel olabilmektedir.

b) Bulanıklaştırıcı

Sayısal girdi değerlerini sözel olarak nitelendirilmiş bulanık kümelerdeki üyelik derecelerine atayan bir işlemcidir.

c) Bulanık Kural Tabanı Birimi

Veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal Eğer-İse türünde yazılabilen kuralların tümünü içerir. Bu kuralların yazılmasında sadece girdi verileri ile çıktılar arasında olabilecek tüm bulanık küme bağlantıları düşünülür. Böylece, her bir kural girdi uzayının bir parçasını çıktı uzayına mantıksal olarak bağlar. İşte bu bağlamların tümü kural tabanını oluşturur.

d) Bulanık Çıkarım Motoru Birimi

Bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan parça ilişkilerin hepsini bir arada toplayarak sistemin tek çıkışlı davranmasını sağlayan

işlemler bütünüdür. Her bir kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak tüm sistemin girdiler altında nasıl bir çıktı vereceğini belirler.

e) Durulaştırıcı

Bulanık işlemler sonucu elde edilen bulanık çıkarım sonuçlarını sayısal çıkış değerlerine dönüştürür.

f) Çıktı Birimi

Bilgi ve bulanık kural tabanlarının bulanık çıkarım motoru vasıtası ile etkileşimi sonunda elde edilen çıktı değerleridir (Yılmaz [23]).

2.3 Sinirsel Bulanık Sistem

Sinirsel uyarlanır öğrenme teknikleri, bulanık modelleme prosedürü için veri setini kullanarak ilgili sistemi “öğrenen” bir model olarak geliştirmeyi sağlar. Sinirsel bulanık sistemlerde sinir ağlarının esneklik, hız ve uyarlanabilirlik gibi özelliklerinin bulanık sisteme eklenme durumu söz konusudur.

Sinirsel bulanık sistemler aşağıdaki avantajlara sahiptirler:

- Öğrenme yeteneği,
- Kesin olmayan girdi ve sistem çıktılarının dilsel ifade edilebilirliği,
- Uyarlanabilirlik,
- Bilgiyi eşzamanlı işleme yeteneği

Hesaplama zamanı, performans seviyesi veya kural tabanının anlamlılığı kriterleri esas alındığında sinirsel bulanık yöntemler birbirlerine göre üstünlük sağlayabilmektedir. ANFIS son yıllarda geliştirilen sinirsel bulanık sistemler arasında en yaygın olanıdır. Sugeno benzeri bulanık sistem içerir ve geri yayımlı öğrenme algoritması kullanır. Sinir ağlarının yetenekleri ile zenginleştirilmiş, öğrenme yetenekleri olan bulanık çıkarım sistemlerine sinirsel bulanık sistemler denir. “Sinirsel bulanık bir sistem bulanık akıl yürütme işlemini gerçekleştirmek için tasarımılanır. Burada ağın bağlantı ağırlıkları,

bulanık akıl yürütmenin parametrelerine karşılık gelir. Sinirsel bulanık sistem, geriyayılım tipi öğrenme algoritması kullanarak bulanık kuralları tanımlayabilir ve bulanık akıl yürütmenin üyelik fonksiyonlarını öğrenebilir". Öğrenme yeteneğine sahip olan sinirsel bulanık sistem sözel kuralları ve üyelik fonksiyonlarını öğrenebilir veya var olanlarını optimize edebilir (Yılmaz [23]).

Burada üç durum mevcuttur:

- Sistem kural olmaksızın başlar ve problemi çözümlene kadar yeni kural üretimi güncel kural tabanı tarafından tetiklenerek öğrenme sağlanır.
- Sistem, kurallar ile başlar ve bunların performanslarını değerlendirerek kural tabanından yetersiz olanlarını siler.
- Sistem, sabit sayıda kural tabanı ile başlar. Öğrenme sırasında kurallar bir optimizasyon işlemi ile yer değiştirir.

Sıradan sinir ağlarında, düğümler aynı işlevselliktedir. Fakat sinirsel bulanık sistemlerde düğümler farklı işlevselliklere sahiptir. Yani, bazı düğümler girdi değişkenlerinin bazı düğümler çıktı değişkenlerinin sözel terimlerini ifade eder. Sinir ağlarında komşu katmanlardaki düğümler tamamen birbirlerine bağlı iken sinirsel bulanık ağlar da bazı düğümler ve bağlantılar bulanık kuralları temsil etmek için kullanılır. Sinirsel bulanık sistemlere başlangıçta bilgi yerleştirilir. Bu nedenle, lokal en küçüğe yakınsama, sıradan sinir ağlarındaki kadar ciddi olmayabilir. Modern sinirsel bulanık sistemler genel olarak ileri beslemeli ve çok katmanlıdır. Sinirsel bulanık denetleyicinin her bir x_i ($i=1,...,k$) giriş parametresinin evrensel küme boyutunun n_i ve y çıkış parametresinin evrensel küme boyutunun ise olduğunu kabul edersek, ilk katmanda giriş değeri bulanıklaştırılmaktadır. Bulanıklaştırma işlemi için bulanıklaştırıcı sinirsel bulanık ağ yapısı kullanılmaktadır. Daha sonra bulanık girişler sinirsel bulanık ağa uygulanmaktadır. İkinci katman kural katmanı olarak kullanılmaktadır. Üçüncü katman kural sonuç katmanıdır. Dördüncü katman ise durulaştırma katmanıdır (Güler [9]).

Son yıllarda ANFIS, FALCON, FuNe, RuleNet, CARIC, NEFCLASS, NEFCON, NEFPXOX adlı sinirsel bulanık sistemler ortaya konulmuştur. ANFIS modeli Sugeno benzeri bulanık

sistem içerir ve geriyayılımlı öğrenme kullanır. GARIC, NEFCON, NEFCLASS ve NEFPFOX modelleri de Mamdani tip bulanık sistemleri kullanmaktadır.

2.4 Bulanık Modelleme

Gerçek sistemlerin matematiksel modellerini oluşturmak birçok mühendislik ve fen bilimlerinin ana konusudur. Bu bilim dallarında, simülasyon, sistem hareketlerinin analizi, sistemi oluşturan mekanizmaların daha iyi anlaşılması, yeni süreçlerin tasarımı ya da denetleyicilerin tasarımı için modellerden faydalanılır. Geleneksel olarak modelleme, sisteminin doğasının ve davranışının tam olarak anlaşılması ile uygun modelin ortaya çıkarılmasının birleşimidir. Bu yaklaşım, genellikle “beyaz kutu” (fiziksel, matematiksel, ilk-prensip) modelleme olarak adlandırılır. Fakat karmaşık ve anlaşılması güç sistemler söz konusu olduğunda, eldeki problemin fiziksel alt yapısının iyi anlaşılması gerekliliği pratikte ciddi sınırlamalara sebep olur. Beyaz kutu modellemesi, temelde yatan olayların yeterince anlaşılabilmesi, çeşitli süreç parametrelerinin yanlış değerlere sahip olması ya da meydana gelen modelin karmaşıklığı gibi zorlukları ortaya çıkarabilir. Gerçek hayattaki birçok sistem için temeldeki mekanizmanın tam olarak anlaşılması neredeyse imkansızdır. Ayrıca, fiziksel modellemeyi yapabilmek için gerekli, yeterli derecede bilginin toplanması zor, zaman alıcı, pahalı ve hatta mümkün olmayabilir. Model yapısı belirlense bile parametreler için doğru değerlere ulaşmak büyük bir problem olarak kalabilir. Sistem üzerinde ölçülen değerlerden parametrelerin tahmin edilmesi sistem tanımlama işleminin görevidir. Tanımlama metotları, şu an için sadece doğrusal sistemlerin belirli seviyeleri için yapılabilmektedir. Fakat gerçekte birçok süreç doğrusal değildir ve kısmi olarak doğrusal modellere yaklaştırarak tahmin edilebilirler (Güler [9]).

Farklı bir yaklaşımda ise, üzerinde çalışılan süreç, genel fonksiyon yakınsayıcı olarak kullanılan genel “kara kutu ” yapısı kullanılarak tahmin edilir. Modelleme problemi, sistemin doğrusal olmayan yapısını ve dinamiğini korumak için, yakınsayıcının (tahminleyicinin) uygun yapısını gerçek olarak kabul eder. “Kara kutu” modellemesinde, modelin yapısı zorda olsa gerçek sistemin yapısına yaklaştırılır. Tanımlama problemi, modelin parametrelerinin tahmin edilmesinden oluşur. Süreci temsil eden veriler elde edilebiliyorsa, “kara kutu” modellemesi süreç için herhangi bir

ön bilgiye ihtiyaç duymadan, kolayca uygulanabilir. Bu yaklaşımının en önemli dezavantajı, bu modellerin parametrelerinin ve yapısının fiziksel bir öneme sahip olmamasıdır. Bu modeller sistemin davranışını analiz etmekten çok sayısal simülasyonunu oluştururlar. Bundan başka, endüstride pratikte fazla kullanışlı değildirler (Civelekoğlu [7]).

“Beyaz kutu” ve “Kara kutu” modellemenin avantajlarını birleştirmeye çalışan bazı modelleme teknikleri mevcuttur. Bu tür modeller genelde “melez” , “yarı mekaniktik” veya “gri kutu” modeller olarak adlandırılırlar. Çoğu standart modelleme tekniğinin uzman ve operatörlerin tecrübeleri gibi ekstra bilgileri göz ardı etmesi gibi dezavantajları vardır. İnsanoğlunun, yüksek belirsizliğe sahip karmaşık sistemlerin altından kalkabilme yeteneği, alternatif modelleme ve kontrol paradigmalarının araştırılmasını sağlamıştır. Bu araştırmalar sonucunda, dinamik sistemlerin kontrolü ve modellenmesi için geliştirilen, insan zekasından ve biyolojik sistemlerden esinlenen “akıllı” sistemler olarak adlandırılan teknikler ortaya çıkmıştır. Bu teknikler, doğal dil, kurallar, şematik ağlar ve nitel modeller gibi alternatif temsil şemalarını araştırırlar ve ilgili fazla bilgiyi modellemeye dahil etmek için formal metotlara sahiptirler. Bulanık modelleme ve kontrol, insan bilgisinden ve çıkarsamalı ilgili süreçleri kullanan tekniklerin tipik örneğidir. Diğer taraftan, Yapay Sinir Ağları biyolojik sinir sistemlerinin öğrenme ve adaptasyon yeteneklerini basit bir şekilde taklit ederek sonuca gitmeye çalışır (Güler [9]).

Çizelge 2. 1 Modelleme detayları

Modelleme Yaklaşımı	Bilginin Kaynağı	Kullanılan Metot
Beyaz Kutu	Formal bilgi ve veri	Matematiksel
Kara Kutu	Veri	Optimizasyon
Bulanık	Çeşitli bilgiler ve veri	Bilgi Tabanlı Öğrenme

Bulanık kümeye dayalı modelleme, çoklu değerlikler ile değerlendirme yapması nedeniyle problemlerin çözümünde kolaylık ve gerçeğe yakınlık gibi üstünlüklere sahip olmaktadır. Buna karşın klasik kümede sadece iki değerlik (0 ve 1) söz konusudur.

Bundan dolayı, ele alınan problemler kolaylıkla çözülememektedir. Bu problem, klasik mantığın kabulü olan var-yok çiftinin ara değerlerini tanımlamakla yok edilebilir. Klasik A kümesi (uzun boylu insanlar kümesi), bulanık küme kapsamında değerlendirildiğinde, kümenin elemanı olma veya olmama hali belirli üyelik dereceleri ile ifade edilmektedir. Bu kabul aslında gerçek hayata dayanmaktadır. Çünkü gerçek hayatta da birçok olayı keskin sınırlarla ifade etmek hatalı olmaktadır. Dolayısıyla bir esneklik tanıyarak ele almak daha çok gerçeğe yaklaşmayı sağlamaktadır.

Bulanık küme teorisinin ortaya atılmasından sonra, Zadeh, bulanık küme teorisinin, en büyük yaklaşıklıkla insanın karar verme sistemini modelleyebilecek yeterlilikte olduğu fikrini ortaya atmış ve bu doğrultuda çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bulanık modelleme, problemleri daha esnek değerlendirme imkânı sağlamasının yanında, günlük hayatta sıklıkla kullanılan belirsiz sözel ifadeleri de kolayca ve sayısal olarak tanımlamaya oldukça elverişlidir.

Örneğin “ılık”, “biraz”, “çok” kelimeleri belirsiz ama rasgele olmayan kelimelerdir. Klasik mantık yaklaşımı ile bu belirsiz ifadeleri gerçeğe yakın biçimde tanımlamak çok zordur. Fakat bulanık modelleme ile bu kelimeler kolayca ve fazla ilave bilgiye ihtiyaç duyulmadan tanımlanabilir. Bunun gibi üstün özelliklerinden dolayı bulanık mantık yaklaşımı, tasarımcılar ve uygulamacılar tarafından kabul görmüş ve çeşitli modeller geliştirilmiştir.

Bulanık modellemenin ilk aşaması, problemin tanımlanması ve buna göre uygun parametrelerin seçilerek üyelik fonksiyonlarının oluşturulmasıdır. Daha sonra ilgili parametreler ve oluşturulan bulanık alt kümelerle göre problemin çözümünü içeren kurallar dizisi veya kural tabanı oluşturulur. Üçüncü aşamada ise çıkarım yöntemleri seçilir. Son aşamada ise, bulanık olan değerlerin tekrar durulaştırılması veya klasik sayılara dönüştürme yöntemi belirlenir. İlk olarak girdiler üyelik fonksiyonları ile değerlendirilerek bulanıklaştırılır. Daha sonra ise, seçilen çıkarım yöntemine göre ve kural tabanından faydalanan çıkarım yapılır ve elde edilen bulanık sonuç durulaştırılarak klasik sayı haline dönüştürülür.

Yukarıdaki ifadelerden anlaşıldığı üzere, bulanık mantık yardımı ile özellikle belirsizlikler içeren ve eksik verilerin bulunduğu problemler kolayca modellenabilmektedir. Bu

yapısı nedeni ile öncelikle kontrol ve karar verme problemleri olmak üzere pek çok alanda bulanık mantık yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bulanık modeller, değişkenler arasındaki ilişkileri kurallar yardımıyla tanımlamaya yarar. Bulanık modellerin kapalı kutu modellerden (örneğin; sinir ağları, genetik algoritmalar) en önemli farkı; sistem tanımlamayı basitleştirmesi ve saydam analizler yapılmasına olanak tanınmasıdır (Tütmez [21]).

Geleneksel bulanık modellemede uzman görüşü kullanılarak, sözel ifadeler yardımıyla çözüm aranırken, son yıllarda veriye bağlı modeller de artış gözlenmektedir. En genel bulanık modelleme teknikleri Mamdani tip bulanık modelleme ve Takagi-Sugeno tip bulanık modellemedir. Bu çalışmada veri esaslı bir yaklaşımla Takagi-Sugeno algoritması geliştirilmiştir. Takagi-Sugeno modelleme algoritması sistem kontrolünde lokal kestirimlere olanak tanınması ve kümeleme algoritmaları ile birlikte kullanılabilmesi nedeniyle Mamdani modellemeden daha uygundur. Algoritmanın dezavantajı ileri matematiksel hesaplamalara gereksinim duymasıdır. Genel olarak bir bulanık model; bulanıklaştırma, kural temelli sonuç çıkarım mekanizması ve durulaştırma aşamalarından oluşur. Takagi-Sugeno modelde ayrıca bir durulaştırmaya gerek duyulmaz ve bu aşamada ağırlıklı ortalama alınarak sayısal kestirim değerleri üretilir (Tütmez [21]).

2.5 Bulanık Modelleme Çeşitleri

Bu bölümde Mamdani ve Takagi-Sugeno tipi bulanık modelleme esaslarından bahsedilecektir.

2.5.1 Mamdani Tipi Bulanık Modelleme

Mamdani tipi bulanık modelleme insan davranışlarına çok uygun olduğundan kolaylıkla oluşturulabilmektedir. Yaygın bir kullanım alanına sahiptir ve diğer bulanık mantık modellerinin temelini oluşturmaktadır. İlk defa bir buhar motorunun insan tecrübelerinden elde edilen sözel kontrol kuralları yardımıyla kontrolü amacıyla kullanılmıştır. Mamdani modelde hem girdi değişkenleri hem de çıktı değişkeni kapalı formdaki üyelik fonksiyonları ile ifade edilir. Mamdani neuro-fuzzy sistemler öğreticili öğrenme tekniğini (geri yayılma algoritması) kullanmaktadırlar. Bu modelde, önce

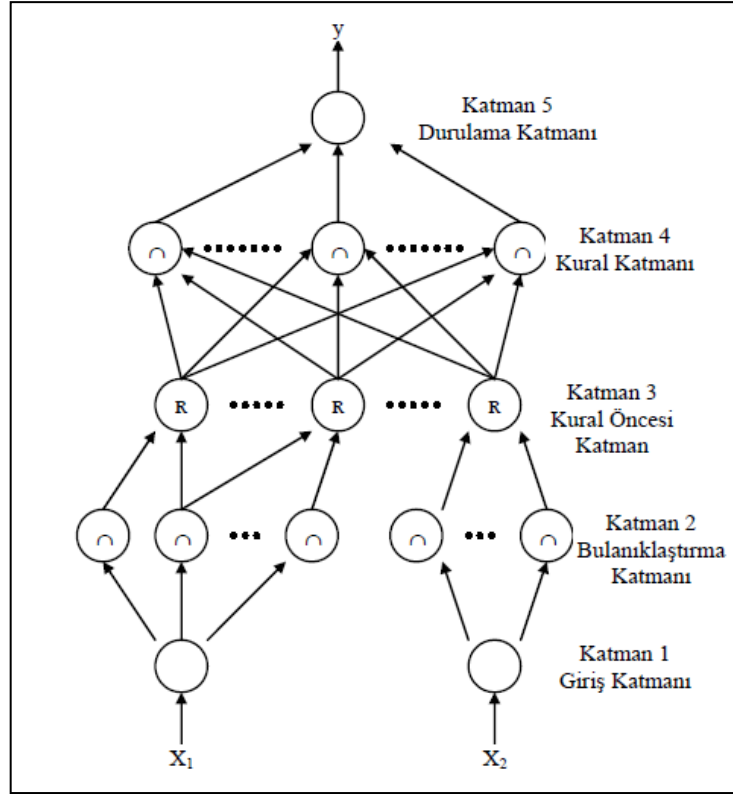
gelen kısım (Kuralın IF kısmı) ve sonra gelen kısım (Kuralın THEN kısmı) bulanık önermelerden oluşmaktadır.

$$R_i = IF \ x \ is \ A_i \ THEN \ y_i \ is \ B_i \ i = 1, \dots, K \quad (2.3)$$

Burada A_i ve B_i bulanık kümeler ile temsil edilen sözel terimlerdir (örneğin “küçük”, “büyük” gibi). K ise modelin kural sayısını göstermektedir. Sözel bulanık modeller niteliksel bilgiyi temsil etmek için oldukça kullanışlıdır. Bu modelleme yönteminde modelleme işlemi uzman bilgisinden yararlanılarak yapılır. Yapısının tanımlanması (Girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi, kural tabanındaki kuralların belirlenmesi, bulanık kümelerin bulunması) bilimsel temellerden daha çok uzman kişilerin görüşlerine dayanmaktadır (Güler [9]).

Mamdani tipi bir bulanık model aşağıdaki 5 adım ile oluşturulmaktadır:

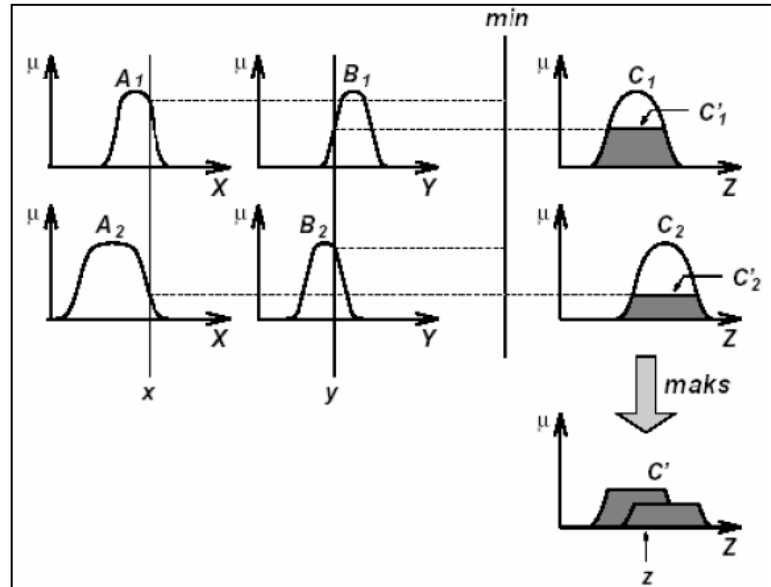
- a)** Girdilerin Bulanıklaştırılması: Öncül kısımdaki bütün bulanık ifadeleri kullanarak girdi değişkenlerine ait 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerinin belirlenmesi,
- b)** Bulanık mantık işlemlerini kullanarak kural ağırlıklarının belirlenmesi,
- c)** Bulanık küme mantıksal işlemcilerin (ve, veya) uygulanması,
- d)** Sonuçların Toplanması: Herbir kuralın çıktısını temsil eden bulanık kümelerin birleştirilmesi,
- e)** Durulaştırma: Tek bir sayıya dönüştürülmüş toplam bulanık küme sonuçlarının durulaştırılmasıdır (Yılmaz [23]).



Şekil 2. 4 Mamdani tipi sinirsel bulanık sistem yapısı

Kural 1: Eğer $x = A_1$ ve $y = B_1$ ise $z = C_1$ (2.4)

Kural 2: Eğer $x = A_2$ ve $y = B_2$ ise $z = C_2$ (2.5)



Şekil 2. 5 Mamdani tipi bulanık çıkarım sistemi

2.5.2 Takagi – Sugeno Tipi Bulanık Modelleme

Takagi – Sugeno bulanık mantık ya da Sugeno bulanık mantık ilk kez 1985 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Mamdani bulanık mantık yönteminin bir uyarlamasıdır. Girdi değişkenlerinin bulanıklaştırılması ve bulanık mantık işlemleri Mamdani bulanık modelleme ile tamamen aynıdır. İki yöntem arasındaki fark çıktı üyelik fonksiyonlarındadır (Yılmaz [23]).

Bir başka ifade ile bu modelleme yaklaşımında, model bulanık ifadelerden ve kurallar tarafından oluşturulur. Kuralın IF kısmı bulanık değişkenleri içeren bulanık ifadeleri, her bir bulanık ifadenin THEN kısmı ise modelin girdi değişkenlerinin parametrelerden oluşan eşitliğini gösterir (Güler [9]).

i. bulanık ifade için R^i ;

$$R^i = IF \ x_1 \text{ is } A_1^i \text{ and } x_2 \text{ is } A_2^i, \dots \text{ and } x_k \text{ is } A_k^i \text{ THEN } y^i = a_0^i + a_1^i x_1 + \dots + a_k^i x_k \quad (2.6)$$

Burada R^i ($i=1,2,\dots,c$) bulanık kuralı, x_j ($j=1,2,\dots,k$) girdi değişkenlerini, y^i bulanık kuralın çıktısını, a_j^i 'ler ise modelleme sürecinden elde edilen model parametrelerini göstermektedir. Modelin yapısı girdi değişkenlerin sayısı, bulanık değişkenlerin sayısı veya her bir girdi değişkenin üyelik değerleri ile belirlenmektedir. Modelin yapısı, modellenecek sistem hakkındaki ön bilgiye dayanarak önceden belirlenebilmektedir.

Basit olarak bu sistem çok girdili ve tek çıktılı sistem olarak varsayılmaktadır. Çok çıktı olması durumunda, her kural için $y_1^i, y_2^i, y_3^i, \dots, y_n^i$ şeklinde çok sayıda çıktı değişkeni olmaktadır. Ayrıca kuraldaki $A_1^i, A_2^i, \dots, A_k^i$ değişkenleri, bulanık alt uzayı temsil eden üçgen, yamuk, çan eğrisi veya diğer üyelik fonksiyonları ile birlikte kullanılan bulanık değişkenlerdir.

Bulanık modelin çıktısı olan y aşağıdaki gibidir:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^c w^i y^i}{\sum_{i=1}^c w^i} \quad w^i = \min_{j=1}^k A_j^i(X_j) \quad (2.7)$$

Burada c kural sayısını, k ise girdi değişkenlerinin boyutunu göstermektedir. Takagi Sugeno model dinamik ve statik lineer olmayan sistemleri modellemek için kullanılır ve girdi uzayının bulanık bölünmesine dayanmaktadır. Takagi Sugeno bulanık model lineer

olmayan sistemleri birkaç farklı lineer sistemin kombinasyonu olarak varsaymaktadır. Bulanık modelleme yapılırken ilk önce kuralın sol tarafındaki öncül parametreler elde edilmekte, daha sonra verilen öncül parametrelere göre kuralın sağ tarafındaki soncul parametreler ayarlanmaktadır. Bu işlem kompleks algoritma tarafından iteratif olarak devam etmektedir (Güler [9]).

Sugeno tipi bulanık modellemede çıktı üyelik fonksiyonları sadece lineer ya da sabittir. Çıktı üyelik fonksiyonları sabit olduğu zaman, sıfırıncı derece, 1. derece doğru denklemi şeklinde olduğu zaman ise birinci derece Sugeno bulanık model olarak adlandırılmaktadırlar. Böylece Sugeno tipi bulanık model, Mamdani tipi bulanık modelden daha karmaşık ve gösterim açısından daha elverişlidir. Bu nedenle Sugeno tipi bulanık model uyarlanabilir tekniklerle birlikte kullanılabilir. Bir birinci (sıfırıncı) derece Sugeno bulanık model aşağıdaki gibidir:

$$\text{Eğer } x = A \text{ ve } y = B \text{ ise } z = f(x, y) = px + qy + r(c) \quad (2.8)$$

Burada A ve B, x ve y üyelik fonksiyonları için tanımlanmış öncül kısımdaki bulanık kümeler, p, q ve r ise soncul bir parametrelerdir. Böylece her bir kural için bir çıktı değeri elde edilmektedir. Bulanık küme mantıksal işlemleri (ve, veya) basit toplama ve çarpmadır. Takagi Sugeno neuro fuzzy sistemin öğrenme algoritması en küçük kareler yöntemi ile geri yayılma öğrenme algoritmasının bir arada kullanılmasından oluşan melez öğrenme algoritmasıdır. Öğrenme iki adımdan oluşmaktadır. İlk adımda giriş değerleri üretilmekte ve veri kümesi arasından geçerli devir için varsayılan parametreler karıştırılırken en küçük kareler yöntemi tarafından uygun sonuç parametreleri kabul edilmektedir. İkinci adımda parametreler yeniden üretilmekte ve sonuç parametreleri sabit kalırken önceki parametreler ile yer değiştirmektedir. Yer değiştirme aşamasında geri yayılma algoritması kullanılmaktadır (Yılmaz [23]).

Takagi-Sugeno yönteminin ilk üç katmanı Mamdani yönteminin ilk üç katmanı ile aynıdır. Diğer üç katman ise aşağıdaki gibidir:

a) Katman Dört (Kural Güçlendirmeyi Normalize Etme):

Bu katmanda herhangi bir düğümün tetikleme gücü oranı tüm düğümlerin toplam tetikleme değerine olan oranı hesaplanmaktadır.

$$w_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.9)$$

b) Katman Beş (Kural Sonuç Katmanı):

Bu katmandaki her i . düğüm aşağıdaki fonksiyona tabi tutulmaktadır:

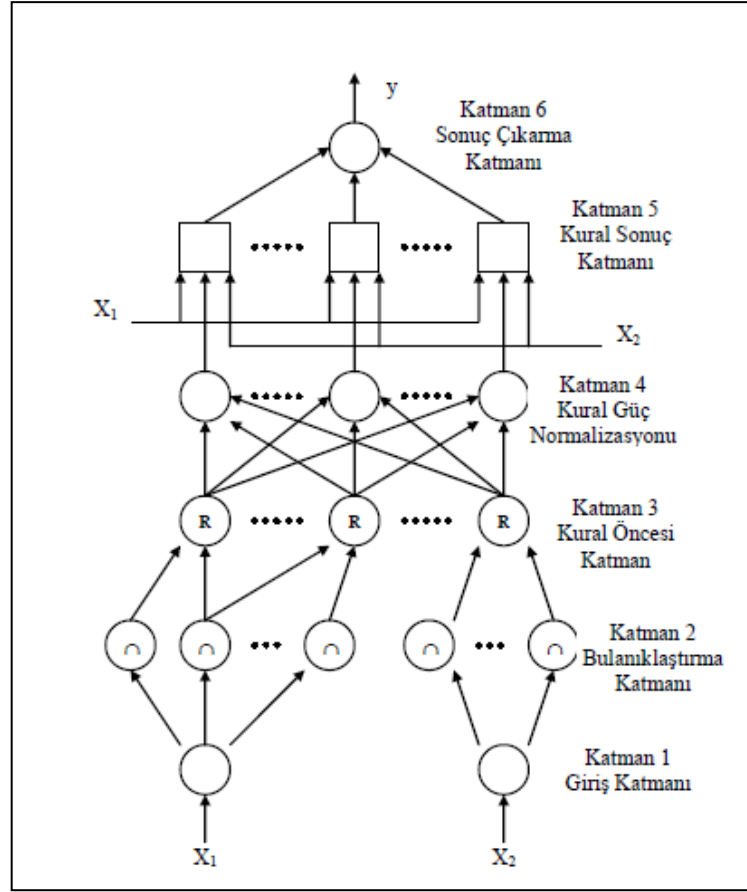
$$w_i f_i = w_i(p_i x_i + q_i x_2 + r_i) \quad (2.10)$$

w_i katman 4 çıkışı ve $\{p_i, q_i \text{ ve } r_i\}$ parametre kümesidir.

c) Katman Altı (Kural Çıkarım Katmanı):

Bu tek düğüm gelmekte olan tüm sinyalleri toplayarak çıkış değerini hesaplar (Yılmaz [23]).

$$Sonuç = \sum_i w_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (2.11)$$



Şekil 2. 6 Takagi Sugeno tipi sinirsel bulanık sistem yapısı

2.5.3 Mamdani ve Takagi Sugeno Modellerinin Karşılaştırılması

Mamdani ve Takagi Sugeno yöntemleri bulanık mantık ilkelerinde yaygın olarak kullanılan iki yöntemdir. Bu yöntemlerden en sık kullanılanı Mamdani metodudur. Fuzzy sistemi ilk kez 1975 yılında Profesör Ebrahim Mamdani tarafından bir buhar motorunun mantık modeli oluşturulurken kullanılmıştır. Uzman insan davranışlarının bir modeli olarak, bir bulanık kurallar kümesini uygulamıştır. Mamdani yöntemi, yaygın bir kullanım alanı olan, uzman bilgisi gerektiren ve her türlü problemin çözümüne uygulanabilen bir bulanık mantık yöntemidir.

Sugeno yöntemi ise değişken sayısının çok fazla olmadığı ya da bu değişkenlerin fazla sayıda alt kümelerle ayrılmadığı durumlardaki problemlerin çözümünde kullanılan bir bulanık mantık yöntemidir. Hesaplamalara ve matematiksel analize uygun olması ve uyarlanabilir tekniklerle birlikte kullanılması Sugeno yönteminin başlıca avantajlarıdır. Ancak girdi sayısının artması ile belirlenecek parametre sayısının da artması eğitim süresini arttırmaktadır. Takagi Sugeno model insan sezgilerine uygun değildir.

Her iki modelin de de avantaj ve dezavantajları bulunduğundan ele alınacak problemin yapısına göre uygun olan yöntem ile bulanık model oluşturulmalıdır. Burada önemli olan nokta elde yeterli sayıda veri olması ve bu verilere ait uygun üyelik dereceleri ve alt küme aralıklarının belirlenmesidir. Aksi takdirde bulanık model ile dayanak noktalarında iyi sonuçlar elde edilmesine rağmen test noktalarında kötü sonuçlar elde edilebilmektedir (Yılmaz [23]).

İki yöntem arasındaki diğer bir fark çıktı üyelik fonksiyonlarındadır. Takagi Sugeno tipi bulanık modellemede çıktı üyelik fonksiyonları sadece lineer ya da sabittir.

Mamdani tipi bulanık modelin avantajlarını özetlemek gerekirse;

- Modelin oluşturulması basittir,
- Takagi Sugeno bulanık mantık modellemenin temelini oluşturmaktadır,
- İnsan davranış ve duyularına uygundur.

Takagi Sugeno tipi bulanık modelin avantajları ise;

- Lineer olmayan sistemlerin kontrol edilmesi için lineer teknikler kullanılabilmektedir,
- Optimizasyon ve uyarlanabilir teknikler ile birlikte iyi çalışmakta ve çıktı parametrelerini optimize ederek sonuçları iyileştirmektedir,
- Çıktı uzayında sürekliliği garantilemektedir,
- Matematiksel analiz için uygundur,
- Hesaplama için çok uygundur.

Takagi Sugeno tipi bulanık modelin dezavantajları ise;

- Yüksek derecelerde Takagi Sugeno bulanık modelleme kullanıldığında oldukça kompleks bir yapı ortaya çıkmaktadır,

- Girdi ve alt küme sayılarının artması verilerin eğitilmesini zorlaştırmakta ve sonuçların elde edilmesi için belirlenmesi gereken soncul parametrelerin sayısını arttırmaktadır,
- İnsan sezgilerine çok uygun değildir (Yılmaz [23]).

2.6 Üyelik Fonksiyonları

Bulanık model oluşturulurken farklı üyelik fonksiyonları tercih edilebilmektedir. Üyelik fonksiyonları kural sisteminin içinde oluşturulan mantık döngüsünün sözlü ifadesidir. Literatürde çeşitli üyelik fonksiyonları bulunmasına karşın en uygun fonksiyonun seçilmesinde amaca uygunluk ve basitlik kriterlerine öncelikle dikkat edilmesi gerekmektedir (Özçalık [16]).

Bulanık kümelerde üyelik dereceleri arasındaki geçiş yumuşak ve sürekli bir şekilde olmaktadır. Bulanık kümelerde öğelerin bu kümelere aitliği kısmi olabilmektedir. Klasik kümelerdeki karakteristik fonksiyon, $\mu_a: E \rightarrow \{0,1\}$, bulanık kümelerde yerini $\mu_a: E \rightarrow [0,1]$ olarak gösterilen üyelik fonksiyonuna bırakmaktadır. Bulanık kümelerde, söz konusu evrenin elemanlarının bir A bulanık kümesine ait olma derecelerini temsil etmek amacıyla üyelik fonksiyonları belirlenmektedir. Bulanık kümeler, üyelik fonksiyonları ile tanımlanmaktadır. Bu fonksiyonlar, elemanlara $[0,1]$ kapalı aralığında gerçel değerler atayarak elemanların A bulanık kümesi ile temsil edilen kavrama ne derece uygun olduklarını veya A bulanık kümesi ile temsil edilen özellikleri ne derecede taşıdıklarını göstermektedirler.

X evrensel kümesinde tanımlanan, A bulanık kümesi için üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\mu_a: X \rightarrow [0,1] \quad (2.12)$$

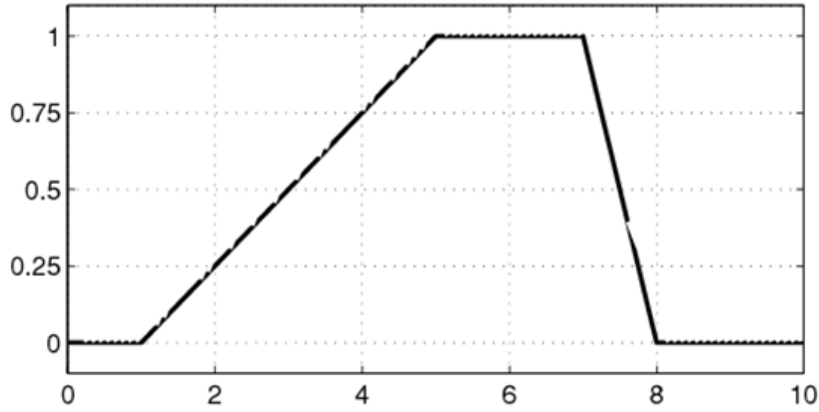
Üyelik fonksiyonu grafiğinde x eksen üyeleri gösterirken, y eksen de üyelik derecelerini gösterir (Kahramanlı [13]).

ANFIS'te üyelik girişleri yapılırken üyelik fonksiyonu tipleri tanımlanmaktadır. Uzmanlar tarafından ya da deneme yanılma ile en uygun sonucu veren üyelik fonksiyonları ve ilgili denklemler kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan üyelik fonksiyonları; yamuk, üçgen, Gauss eğrisi ve sigmoid fonksiyonudur (Kırış [14]).

a) Yamuk üyelik fonksiyonu:

Bir yamuk üyelik fonksiyonunda üyelik derecesi en büyük olan ($\alpha=1$) birden çok nokta bulunmakta ve dört parametre tanımlanmaktadır. a_1 ve a_4 bulanık küme desteğinin alt ve üst sınır değerlerini ifade ederken, a_2 ve a_3 tam üyelikli sayıların kümesinin sınırlarını göstermektedir. Eğer $a_2 = a_3$ olursa, sayı üçgen bulanık sayı olmaktadır (Kırış [14]).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x > a_4 \end{cases} \quad (2.13)$$



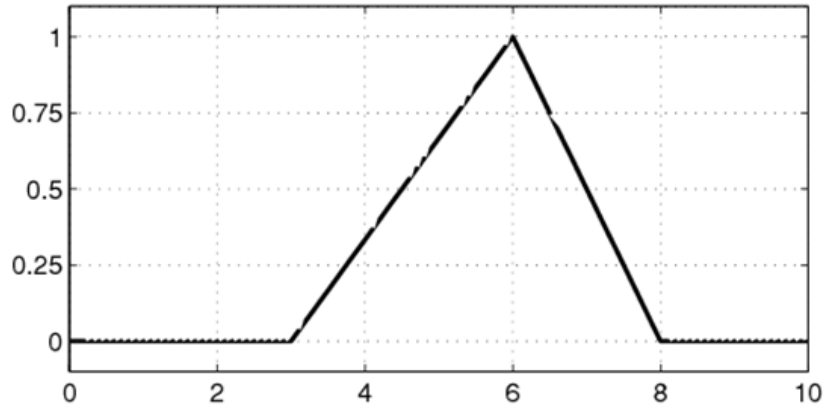
Şekil 2. 7 Yamuk üyelik fonksiyonu

b) Üçgen üyelik fonksiyonu:

Bir üçgen üyelik fonksiyonu a_1 , a_2 ve a_3 olarak üç parametre ile tanımlanmaktadır. Üçgen üyelik fonksiyonu yamuk üyelik fonksiyonunun özel bir durumudur.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (2.14)$$

Yukarıdaki formüle göre küme, $A = (a_1, a_2, a_3)$ olmalıdır. Burada a_2 normal değerli üyelik olarak tanımlanabilir. Bulanık mantık bu noktada bir α katsayısına bağlı olarak a_2 değerine yakın değerlerin, bu değere yüklenen anlam ile temsil edileceğini varsaymaktadır. Diğer bir deyişle a_2 'deki belirsizlik, varsayılacak ya da dağılıma göre bulunabilecek bir α katsayısı ile tolere edilebilir (Kırış [14]).

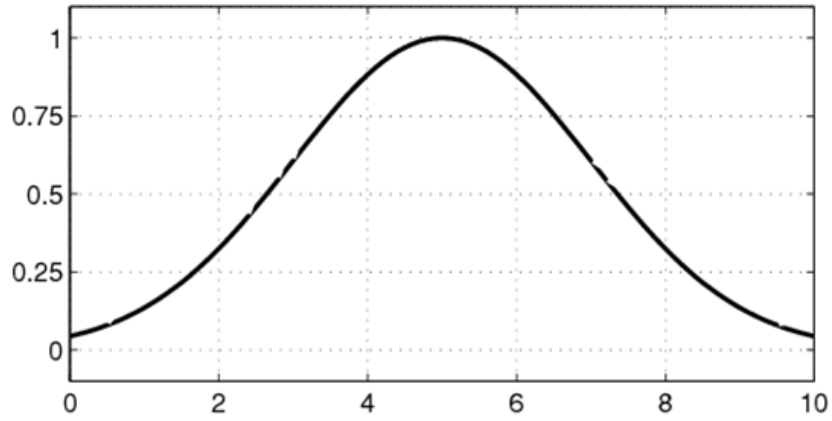


Şekil 2. 8 Üçgen üyelik fonksiyonu

c) Gauss eğrisi üyelik fonksiyonu:

Gauss üyelik fonksiyonu c ve σ parametreleri ile tanımlanmaktadır. Bu fonksiyonda c fonksiyon merkezini, σ ise genişliği ifade etmektedir. σ değerini değiştirerek, fonksiyonun biçimini değiştirebilir. Eğer σ küçük olursa, üyelik fonksiyonu daha dar olmakta, bu değer büyüdükçe üyelik fonksiyonu gittikçe yayvanlaşmaktadır (Kahramanlı [13]).

$$\mu_a(x; \sigma, c) = e^{\frac{-(x-c)^2}{2\sigma^2}} \quad (2.15)$$

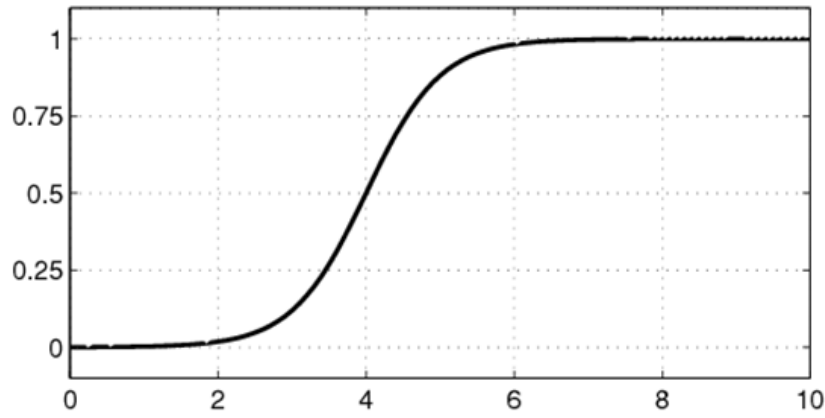


Şekil 2. 9 Gauss eğrisi üyelik fonksiyonu

d) Sigmoid üyelik fonksiyonu:

a_1 ve a_2 olmak üzere iki parametre ile tanımlanmaktadır. S üyelik fonksiyonu iki parametre ile tanımlanan düzgün bir üyelik fonksiyonudur. Bu fonksiyonun adı şeklinin S harfine benzemesinden gelmektedir (Kahramanlı [13]).

$$\mu_a(x; a_1, a_2) = \frac{1}{1 + e^{-a_1(x - a_2)}} \quad (2.16)$$



Şekil 2. 10 Sigmoid üyelik fonksiyonu

2.7 Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi

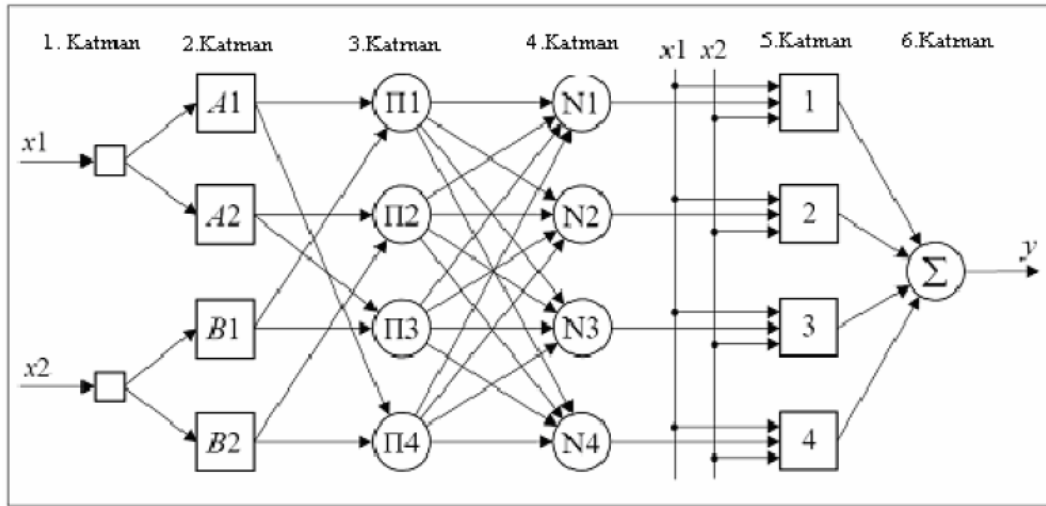
Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi (ANFIS), ele alınan problem için oluşturulan yapıya göre olası tüm kuralları atayabilmekte veya kuralların veriler yardımıyla uzman tarafından atanmasına olanak vermektedir. ANFIS'in kural oluşturabilmesi veya kural oluşturulmasına olanak sağlaması uzman görüşlerinden faydalanması anlamına gelmektedir. Bu nedenle birçok tahmin probleminde yapay sinir ağlarına uzman görüşlerinden faydalanma imkanı tanıdığı için ortalama hata kareler

kriterine göre daha iyi sonuçlar elde edilmesini mümkün kılmaktadır. ANFIS'in öğrenme algoritması, en küçük kareler yöntemi ile geri yayımlı öğrenme algoritmasının bir arada kullanılmasından oluşan melez öğrenme algoritmasıdır (Hocaoğlu [10]).

Sinirsel bulanık denetim sistemi ile bir kontrol noktası kurmak için sistemin Sugeno tipinde olması gerekmektedir. Sugeno sistemlerinde hesaplamalar daha az karmaşık olduğundan sistem daha hızlı çalışmaktadır (Erkal, [8]).

Adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi, yapay sinir ağlarının öğrenme yeteneği ve bulanık mantığın insan gibi karar verme ve uzman bilgisi sağlama kolaylığı gibi üstünlüklerinin birleştirilmesi fikrine dayanmaktadır. Bu sayede, bulanık mantık çıkarım sistemlerine yapay sinir ağlarının öğrenme ve hesaplama gücü verilebilirken, yapay sinir ağlarında bulanık mantık çıkarım sistemlerinin insan gibi karar verme ve uzman bilgisi sağlama yeteneği kazandırılmış olmaktadır.

Adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sisteminin asıl amacı, ANFIS sisteminin yapısını, değişkenlerini ayarlamak ve bulmak için yapay sinir ağlarını kullanmaktır. Ağ tabanlı çıkarım sistemlerinde yapısal ayarlama ve değişken ayarlama olmak üzere iki önemli ayarlama söz konusudur. Yapısal ayarlama hesaplanacak değişkenlerin sayısını, kuralların sayısını, her bir giriş çıkış değişkeninin tanım uzaylarının bulanık kümelerce ifade edilmesini ve kuralların yapısının oluşturulmasını içerirken, değişken ayarlama ise üyelik fonksiyonlarının merkezleri, eğimleri, genişlikleri ve bulanık mantık kurallarının ağırlıklarının hesaplanmasını içermektedir. ANFIS, 1993 yılında Jang tarafından ortaya atılmıştır ve Jang'ın ANFIS modeli olarak adlandırılmaktadır. Jang'ın ANFIS modeli, insan gibi karar verme ve uzman bilgisi sağlama yeteneğini uygulamada "Sugeno Bulanık Mantık Çıkarım Sistemini" temel alırken, yapay sinir ağlarının öğrenme yeteneğini uygulamada ise "Geri Yayımlı Öğrenme Algoritmasını (Backpropagation Learning Algorithm)" kullanmaktadır. x_1 ve x_2 gibi iki girişli, y tek çıkışlı ve dört kuraldan oluşan bir ANFIS mimarisi aşağıdaki şekildeki gibi olmaktadır:



Şekil 2. 11 Adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi

ANFIS mimarisinin işleyişinde görüldüğü üzere, giriş değişkenleri (x_1 ve x_2) ve sonuç değişkenlerinin değerlerinin bilinmesi önem taşımaktadır. ANFIS'in öğrenme algoritması, hem giriş değişkenlerini hem de sonuç değişkenlerini optimize etmektedir. Söz konusu öğrenme işlemi gerçekleşirken ANFIS melez öğrenme algoritmasını kullanmaktadır. Melez öğrenme algoritması, en küçük kareler yöntemi ile geri yayımlı öğrenme algoritmasının bir arada kullanılmasından oluşmaktadır. Melez öğrenme algoritması, ileri besleme ve geri besleme olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. İleri beslemede, giriş parametreleri sabit alınarak sonuç parametrelerinin değerleri en küçük kareler yöntemi ile hesaplanırken, geri beslemede ise sonuç parametreleri sabit alınarak giriş parametreleri geri yayımlı öğrenme algoritması ile hesaplanmaktadır.

Çizelge 2. 2 Algoritma detayları

Melez Öğrenme Algoritması	İleri Besleme	Geri Besleme
Giriş Parametreleri	Sabit	Geri Yayımlı Öğrenme
Sonuç Parametreleri	En Küçük Kareler Yöntemi	Sabit

Buradaki ileri besleme ve geri besleme işleyiş döngüsü, tüm sistem hatası belirlenen bir hata değerinden küçük olana kadar veya fazla bir değişim göstermeyinceye kadar devam etmektedir. Hesaplanacak olan hata değeri ise, hata kareler ortalamasının karekök değerine bir anlamda sistemin standart sapma değerine eşit olmaktadır.

RMSE değerinin formülü aşağıdaki gibidir:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (T_i - y_i)^2}{N}} \quad (2.17)$$

Formülde T_i gerçek değerleri, y_i ANFIS'den elde edilen değerleri, N ise örnek büyüklüğünü göstermektedir (Şentürk [18]).

Uyarlamalı sinir ağlarının fonksiyonel olarak bulanık çıkarım sistemlerine eşdeğer olduğu hibrit yapıya ANFIS (adaptive network fuzzy inference system - adaptif ağ temelli bulanık çıkarım sistemi) adı verilmektedir. ANFIS mimarisi aynı zamanda hibrit öğrenim algoritmasının uygulandığı bir yapay zeka modelleme tekniğidir (Jang [12]).

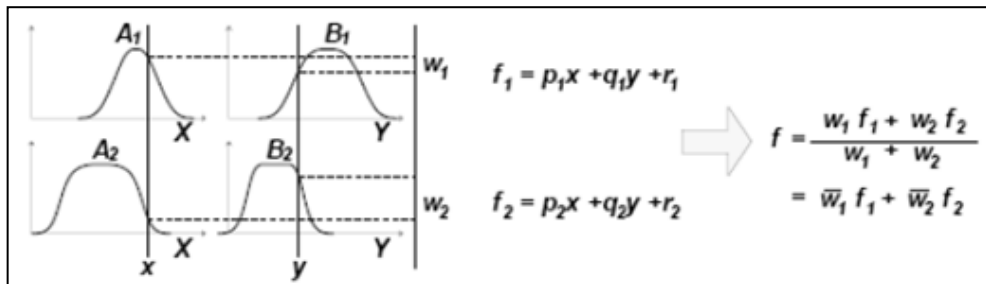
ANFIS modelleme tekniğinin basitleştirilerek ifade edilmesi adına bulanık çıkarım sistemi x ve y olmak üzere iki girdili ve tek çıktılı (z) olarak değerlendirilmiştir. Aynı zamanda kural tabanının aşağıda ifade edildiği gibi Takagi ve Sugeno tip iki adet eğer-ise kurallarını içerdiği kabul edilmiştir (Civelekoğlu [7]).

$$\text{Kural 1: Eğer } x, A_1 \text{ ve } y, B_1 \text{ ise } f_1 = p_1x + q_1y + r_1 \quad (2.18)$$

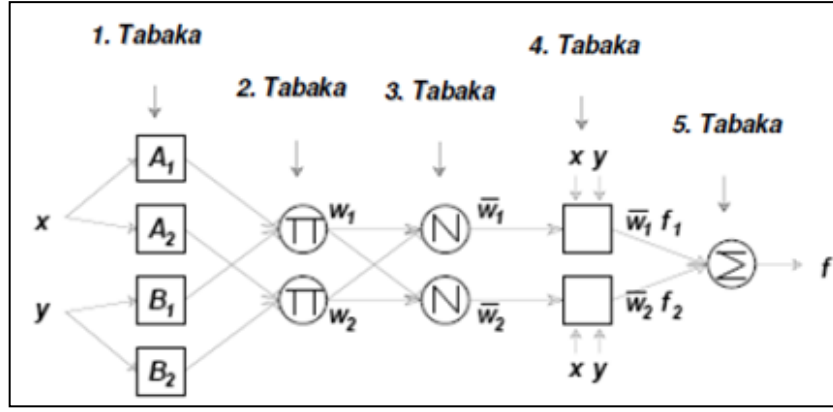
$$\text{Kural 2: Eğer } x, A_2 \text{ ve } y, B_2 \text{ ise } f_2 = p_2x + q_2y + r_2 \quad (2.19)$$

...

Kural n: Eğer x, A_n ve y, B_n ise $f_n = p_nx + q_ny + r_n$ olarak ifade edilmektedir.



Şekil 2. 12 Bulanık çıkarım sistemi



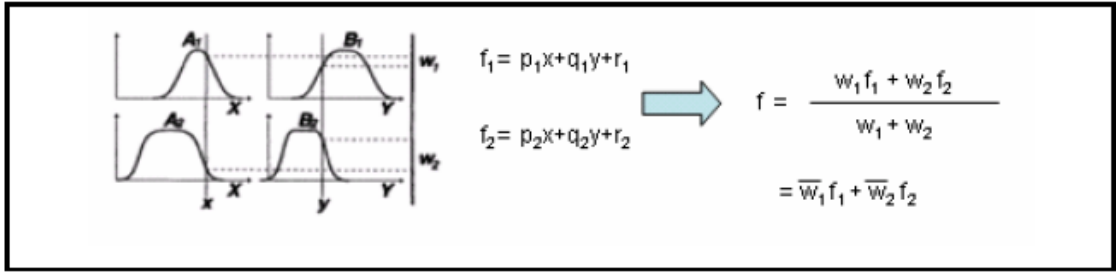
Şekil 2. 13 ANFIS mimarisi

Açık olarak uyarlamalı ağlara dayanan bulanık çıkarım sistemi veya uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım sistemi anlamına gelen ANFIS, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System tanımının baş harflerinden oluşmuştur.

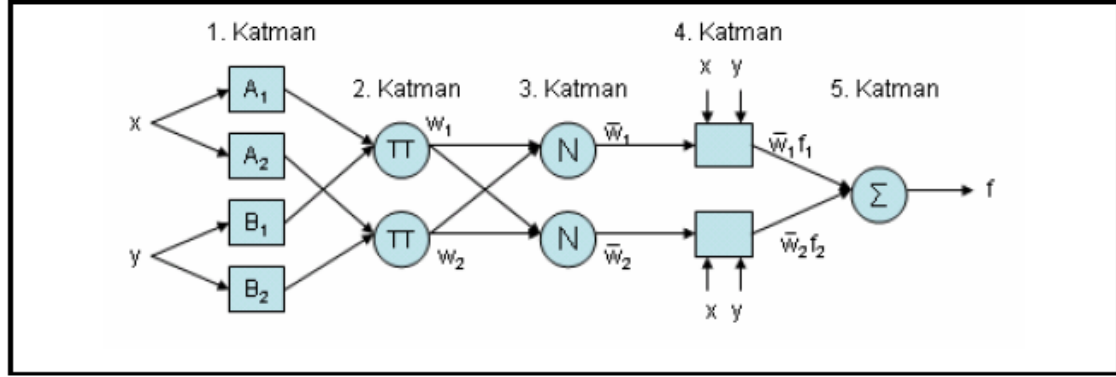
ANFIS'in avantajları;

- Öğrenme yeteneği,
- Paralel işlem,
- Yapılandırılmış bilgi temsili,
- Diğer tasarım yöntemleriyle daha iyi bütünleşmedir.

Bulanık sistemlerde bilgi tabanı sistem giriş ve çıkışları arasındaki ilişkilerden oluşturulan bulanık kurallar ile sağlanmaktadır. Üyelik fonksiyonunun şekli, grup parametrelerine ve bu parametrelerin değişimine bağlıdır. İnsan tecrübe ve bilgisinin bulanık çıkarım sistemlerinin model yapısına ve kural tabanına çevrilebilmesi için standart bir metot yoktur. Bu yüzden uyarlamalı ağ yapıları kullanılmaktadır. Uyarlamalı bir ağ tipi mimari girişlerin, giriş üyelik fonksiyonlarını birleştiren parametrelerin ve çıkış üyelik fonksiyonlarını birleştiren parametrelerin haritasını çıkarmaktadır. Aynı katmanların benzer fonksiyonlara sahip oldukları kabul edilmiştir (Akkaş [1]).



Şekil 2. 14 İki girişli birinci dereceden sugeno bulanık sistem modeli



Şekil 2. 15 İki girişli birinci dereceden sugeno bulanık sistem ANFIS mimari yapısı

Doğrusal olmayan bir sistemin modellenmesinde izlenebilecek bir yöntem, yerel doğrusal modeller elde edip birleştirmek yerine doğrudan doğrusal olmayan bir model yapısı kullanmaktır. ANFIS, hem bulanık mantık sistemlerinin, hem de yapay sinir ağlarının üstünlüklerini birlikte bulunduran bir yöntemdir (Çelik [6]).

ANFIS sistem her şeyden önce bulanık sistem için uyarlanabilen ağ ve literatürde temel bulanık çıkarım uyarlanabilir ağ sistemi veya uyarlanabilir sinirsel bulanık çıkarım sistemi olarak geçer (Güler [9]).

ANFIS'in temeli Takagi-Sugeno bulanık çıkarım sistemidir. Kuralın sonuç kısmı kesin girdilerin ağırlıklı doğrusal bileşkesidir. En son çıkış her bir kuralın ağırlıklarının ortalamasıdır. Temel ANFIS mimarisi şekilde görüldüğü gibi iki giriş ve bir çıkıştan oluşmaktadır. Temelde Takagi-Sugeno en az bir kural içerir. ANFIS sistemde öğrenme çıkış değeri y aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$f = \frac{w_1}{w_1+w_2}f_1 + \frac{w_2}{w_1+w_2}f_2 \quad (2.20)$$

$$f = w_1(p_1x + q_1y + r_1) + w_2(p_2x + q_2y + r_2) \quad (2.21)$$

p_1, p_2, q_1, q_2, r_1 ve r_2 doğrusal sonuç parametreleridir. Bu parametreleri güncelleştirme metodları aşağıdaki gibidir:

- a) **Geriye Yayılma:** Tüm parametreler gradient decent denilen geriye yayılma öğrenme algoritması ile güncelleştirilir.
- b) **Geriye Yayılma ve En Küçük Kareler Yöntemi:** Sonuç parametresinin ilk değerini alması için en küçük kareler yöntemi başlangıçta bir kere uygulanır ve daha sonra geriye yayılma yöntemi ile tüm parametreler güncelleştirilir (Yılmaz [23]).

ANFIS, uyarlanabilir ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (Adaptive Networkbased Fuzzy Inference System) veya uyarlanabilir sinirsel bulanık çıkarım sistemi (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) anlamına gelmektedir. 1993 yılında Jang tarafından ortaya atılan ANFIS modeli çan eğrisi üyelik işlevleri kullanan Sugeno tipi bulanık sistem esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Kuralların sonuç kısımları girişlerin doğrusal bir işlevi olarak tanımlanmaktadır. Bu sistem kontrol, zaman serisi tahmini, gürültü giderme, sınıflama, tanıma ve eğri uydurma gibi birçok alanda başarı ile uygulanmaktadır (Kırış [14]).

“Eğer-ise” bulanık kurallarına göre oluşturulan ağ yapısında, girişte bulanık üyelik fonksiyonları, bulanıklaştırma çarpımı, normalleştirme, toplama ve Sugeno tipinde doğrusal çıkış fonksiyonu katmanları bulunmaktadır. Beş katmandan oluşan ANFIS’de, her katmandaki sinirler aynı işlemleri içermektedirler. İkinci katmandaki sinir sayısı, bulanık kural sayısını göstermektedir. Katmanların özellikleri aşağıda yer almaktadır (Jang [12]):

- a) **Katman 1:** Buradaki her sinir, girişlerin bulanık kümeler olan üyelik derecelerini üretmektedir. Üyelik fonksiyonu olarak genelleştirilmiş çan eğrisi, yamuk gibi farklı fonksiyonlar kullanılabilir. Bu çalışmada Gaussian eğri üyelik fonksiyonu kullanılmaktadır. Bu nedenle bütün sinirsel bulanık ifadeler bu üyelik fonksiyonuna göre verilmektedir. Birinci katmanda aşağıdaki eşitlikte gösterilen fonksiyonla j ’inci değişkenin i ’inci kuraldaki sinir çıkışı belirlenmektedir. Burada x_j , j ’inci giriş değişkenini göstermektedir, c_{ij} ve σ_{ij} ise üyelik fonksiyonunu tanımlayan parametrelerdir.

$$f(x, c) = \mu_{ij} = e^{-\frac{(x_j - c_{ij})^2}{2\sigma_{ij}^2}} \quad (2.22)$$

b) Katman 2: Bu katmandaki her sinirde, bulanık kümelerden gelen üyelik derecelerinin çarpımı ya da en küçükleri ile kuralların gücü hesaplanır. Gücü en yüksek olan kural, çıkışta en büyük ağırlığa sahiptir. Sinirlerin çıkışı aşağıdaki eşitlikte gösterilmektedir. n girişlerin sayısını göstermektedir.

$$\mu_i = \prod_{j=1}^n \mu_{ij} \quad (2.23)$$

c) Katman 3: Katman 2'deki her kural gücünün, toplam kural gücü 1 olacak şekilde normalleştirilmesi gerekmektedir. Böylece en büyük ağırlığa sahip olan kuralın, çıkışa etkisi daha da arttırılmış olmaktadır. Normalleştirilmiş sinir çıkışı aşağıdaki eşitlikte gösterilmektedir.

$$\mu_i' = \frac{\mu_i}{\sum_{i=1}^k \mu_i} \quad (2.24)$$

d) Katman 4: Her kuralın esas çıkışa olan katkısı, buradaki sinirlerde hesaplanmaktadır. Bir başka deyişle üyelik fonksiyonundan gelen kural bilgisi ile doğrusal çok terimliden gelen bilgiler burada birleştirilmektedir. Sinir çıkışı aşağıdaki eşitlikte yer almaktadır. Burada μ_i' , Katman 3'ten gelen normalleştirilmiş ağırlıkları, p_n , q_n ve r_n ise doğrusal fonksiyonun parametrelerini ifade etmektedir.

$$\mu_i' f_i = \mu_i' (p_n x + q_n y + r_n) \quad (2.25)$$

e) Katman 5: Bu katmanda bir sinir olup, toplam çıkışı vermektedir. Toplam çıkış her kuralın ağırlığı oranınca katkılarının toplamından oluşmaktadır. Toplam çıkış aşağıdaki eşitlikte verildiği gibidir.

$$f = \sum_i \mu_i' f_i = \frac{\sum_i \mu_i' f_i}{\sum_i \mu_i'} \quad (2.26)$$

ANFIS'in eğitimi, çoklu katman sinir ağlarında olduğu gibi eğitim inişi bilgisini kullanan geri yayılım yöntemi ile yapılmaktadır. Her adımda her değişkenin toplam hataya etkisi hesaplanmakta ve bu etkiye göre değişkenler uyarlanmaktadır. Bazen değişkenler ikiye ayrılır ve doğrusal olmayan değişkenler geri yayılım yöntemi ile doğrusal değişkenler en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilebilmektedir (Kırış [14]).

2.8 ANFIS İçin Geri Yayılımlı Öğrenme Algoritması

Geri yayılma algoritması, basitliği ve uygulamadaki görüş açısı gibi başarılarından dolayı ağ eğitimi için en çok kullanılan algoritmalarından biridir. Bu algoritma; hataları geriye doğru çıkıştan girişe azaltmaya çalışmasından dolayı geri yayılım ismini almıştır. Geri yayımlı öğrenme kuralı ağ çıkışındaki mevcut hata düzeyine göre her bir tabakadaki ağırlıkları yeniden hesaplamak için kullanılmaktadır. Bir geri yayılımlı ağ modelinde giriş, gizli ve çıkış olmak üzere üç katman bulunmakla birlikte, problemin özelliklerine göre gizli katman sayısını artırabilmek mümkündür. Geri yayılım çok katmanlı ağlarda kullanılan delta kuralı için genelleştirilmiştir bir algoritmadır. Bu algoritma çok katlı ağlarda hesap işlerini öğrenmede kullanılabilmektedir. Geri yayılım ağında hatalar, ileri besleme aktarım işlevinin türevi tarafından, ileri besleme mekanizması içinde kullanılan aynı bağlantılar aracılığıyla, geriye doğru yayılmaktadır. Öğrenme işlemi, bu ağda basit çift yönlü hafıza birleştirmeye dayanmaktadır.

Q katmanlı ileri beslemeli bir ağ için geri yayılım algoritması;

- $q = 1, 2, 3, \dots, Q$ katman numarası,
- H_i^p : q katmanındaki i biriminin girdisi,
- Y_i^q : q katmanındaki i biriminin çıktısı,

w_{ij}^q : (q-1). katmandaki i birimini, q katmanındaki j birimine bağlayan ağırlık olmak üzere;

1. Adım: w 'ye reel değerli küçük rastlantısal sayıları başlangıç değeri olarak atanır.

2. Adım: Rasgele bir (giriş-hedef) çalışma modeli seçilir ve q katmanındaki her bir j birimi için ileri yönde 'çıkış' değerleri hesaplanır. Böylece çıkış $Y_i^q = f(\sum_i y_i^{q-1} w_{ij}^q)$ olur.

3. Adım: Çıkış birimleri için hata terimleri hesaplanır.

$$\delta_i^q = (y_i^q - y_i^p) f(H_i^q) \quad (2.27)$$

4. Adım: $q = Q, Q-1, \dots, 2$ katmanlarındaki tüm i birimleri için geriye yayılımla deltaları yani gizli katman birimleri için hata terimleri hesaplanır.

$$\delta_i^{q-1} = f'(H_i^{q-1}) \sum_i \delta_i^q w_{ij}^q \quad (2.28)$$

5. Adım: Bütün bu ağırlıklar w_{ij}^q değerleri kullanılarak güncellenir.

$$w_{ij}^{\text{yeni}} = w_{ij}^{\text{eski}} + \Delta w_{ij}^q \quad (2.29)$$

$$\Delta w_{ij}^q = \eta \delta_i^q y_i^{q-1} \quad (2.30)$$

6. Adım: İkinci adıma dönüp, toplam hata kabul edilebilir bir düzeye gelene kadar her bir p modeli için işlemler tekrarlanır.

Geri yayılım algoritmasının amacı uygunluk fonksiyonunu minimum yapmaktır. Uygunluk fonksiyonu yapay sinir ağının ağırlık değerlerine bağlı olduğundan, algoritma yapay sinir ağı ağırlıklarının en uygun biçimde değiştirilmesi işlemlerinden oluşmaktadır (Kırış [14]).

ANFIS'in kural oluşturma mekanizması, giriş üyelik fonksiyonlarını ve kural sayısını belirlemek için öncelikle azaltımlı kümeleme (subtractive clustering) yöntemini, daha sonra ise her bir çıkış kuralına ait parametre değerlerini belirlemek için en küçük kareler kestirimini kullanmaktadır.

2.9 Azaltımlı Kümeleme Yöntemi

Mevcut veri setinin kaç adet kümeye ayrılması gerektiğı ile ilgili net bir bilgi olmadığı durumda azaltımlı kümeleme metodu kullanılmaktadır. Azaltımlı kümeleme, küme sayısını tahmin etmek ve veri setinin küme merkezlerini belirlemek için kullanılan hızlı ve tek yönlü bir algoritmadır. Azaltımlı çıkarım metodu her bir veri noktasının potansiyel küme merkezi olduğunu kabul etmekte ve her bir veri noktası küme merkezini temsil edecek şekilde etraftaki data yoğunluğunu baz alarak olasılık ölçümünü hesaplamaktadır. Azaltımlı kümeleme metodu Ronald R. Yager tarafından ortaya atılmıştır.

Azaltımlı çıkarım algortima aşağıdaki gibi işlemektedir:

- Birinci kümenin merkezi olabilecek en yüksek potansiyele sahip veri noktasını seçer,

- Bir sonraki veri kümesini ve merkez lokasyonu belirlemek için ilk küme merkezinin çevresindeki tüm verileri (Radii olarak simgelenir) siler,
- Tüm veriler küme merkezinin yarıçapları içerisinde olana kadar bu iterasyonları sürdürür.

n adet veriden $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ oluşan bir veri setinde x_i vektörünün uzayı karakterize ettiğini göz önüne alalım. Belirsizliğin kaybolmadığını esas alarak, uzayın normalize edildiğini ve böylece tüm dataların bir birimsel bir hiperküp ile sınırlandırılmış olduğunu düşünelim. Her bir veri noktasının potansiyel küme merkezi olduğundan hareketle küme merkezi olan nokta hesaplanır. P_i olarak ifade edilen potansiyel X_i vektörü için aşağıdaki eşitlik ile hesaplama yapılmaktadır.

$$P_i = \sum_{j=1}^n \exp\left(-\frac{\|x_i - x_j\|^2}{\left(\frac{r_a}{2}\right)^2}\right) \quad (2.31)$$

r_a komşu yarıçapı temsil eden pozitif bir sabittir. $\| \cdot \|$ öklid uzaklığını ifade etmektedir. Komşu nokta sayısı fazla olan bir nokta yüksek potansiyel taşımaktadır ve r_a dışındaki noktalar o noktanın potansiyeli üzerinde az bir etkiye sahiptir. İlk kümenin merkezi yani en yüksek potansiyele sahip olan noktanın c_1 olduğu kabul edilmektedir. c_1 'in potansiyeli $PotVal(c_1)$ olarak ifade edilmektedir. Bir sonraki adımda, her bir veri noktasının potansiyeli olan x_i aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$P = P_i - PotVal(c_1) \exp\left(-\frac{\|x_i - c_1\|^2}{\left(\frac{r_b}{2}\right)^2}\right) \quad (2.32)$$

$$r_b = 1,5 r_a \quad (2.33)$$

$r_b = 1.5 r_a$ olarak kabul edilerek çok yakın konumlanabilecek küme merkezlerinin önüne geçilmektedir.

İlk küme merkezinin potansiyelini ciddi anlamda düşüren noktalar ikinci kümenin potansiyel merkezleri olarak seçilmektedir. İkinci eşitlikte yer aldığı üzere her bir noktanın potansiyeli azaltıldıktan sonra en yüksek potansiyele sahip nokta ikinci kümenin merkezi olarak kabul edilmekte, sonrasında geriye kalan noktalar tekrar azaltılmaktadır.

$$P = P_i - \text{PotVal}(c_k) \exp\left(-\frac{\|x_i - c_k\|^2}{(\frac{r_b}{2})^2}\right) \quad (2.34)$$

c_k en yakın komşu küme lokasyonunu, $\text{PotVal}(c_k)$ o lokasyonun potansiyelini temsil etmektedir. İterasyonlar belirlenen bitiş kriterine kadar devam etmektedir (Qin [17]).

Subclust fonksiyonu ile elde edilen küme tahminleri tekrarlı optimizasyon bazlı kümeleme ve model belirleme methodlarının elde edilmesinde kullanılmaktadır. Subclust fonksiyonu azaltımlı kümeleme metodunu kullanarak kümeleri belirlemekte, Sugeno tip fuzzy çıkarım sistemini oluşturmakta ve veri eğilimi belirlemektedir. Kümelenecek veriyi içeren X matrisinin her bir satırı bir veri noktasıdır. Değişken “Radii” vektörü 0 ve 1 arasında değişen küme merkezi etki aralığı girdilerinden oluşmaktadır. Küçük “Radii” değerleri genellikle daha geniş kapsamlı kümeleri bulmaya yardımcı olmaktadır. “Radii” için en uygun değerler 0.2 ve 0.5 arasında değişmektedir (Qin [17]).

“Radii” değerine ek olarak Radii’ye etki eden aşağıdaki değerler de belirlenmelidir:

- a) Squash Faktörü:** Bir küme merkezinin komşuluk bölgesini belirlemek için Radii değerlerinin çarpımını sağlamaktadır. Böylece mevcut noktaların potansiyelleri belirlenmektedir.
- b) Kabul Oranı (Accept Ratio):** Birinci küme merkezini başka bir kümede yer alan potansiyel küme merkezine oranlayarak potansiyeli hesaplamaktadır.
- c) Reject Ratio (Red Oranı):** Birinci küme merkezini başka bir kümede yer alan ve potansiyeli olmayan küme merkezine oranlayarak potansiyeli hesaplamaktadır.

2.10 Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi, X veri matrisinde yer alan ve doğal gruplamaları kesin olarak bilinmeyen birimleri, değişkenleri ya da birim ve değişkenleri birbiri ile benzer olan alt kümeler (grup, sınıf) ayırmaya yardımcı olan yöntemler topluluğudur. Kümeleme analizi; birimleri, değişkenler arası benzerlik ya da farklılıklara dayalı olarak hesaplanan bazı ölçülerden yararlanarak homojen gruplara bölmek belirli prototipler tanımlamak amacıyla kullanılmaktadır.

Kümeleme analizi, temel amacı nesneleri (birimleri) sahip oldukları karakteristik özellikleri baz alarak gruplamak olan çok değişkenli teknikler grubudur. Kümeleme analizi, nesneleri küme içerisinde çok benzer biçimde, kümeler arasında farklı olacak biçimde kümelemektedir. Kümeleme işlemi başarılı olursa, bir geometrik çizim yapıldığında nesneler küme içerisinde birbirine çok yakın, kümeler ise birbirinden uzak olmaktadır.

Kümeleme analizi temel olarak dört değişik amaca yönelik işlev yerine getirmektedir:

- n sayıda birimi, nesneyi, oluşumu p değişkene göre saptanan özelliklerine göre olabildiğince kendi içinde türdeş ve kendi aralarında farklı alt gruplara ayırmak,
- p sayıda değişkeni, n sayıda birimde saptanan değerlere göre ortak özellikleri açıkladığı varsayılan alt kümelere ayırmak ve ortak faktör yapıları ortaya koymak,
- Hem birimleri hem de değişkenleri birlikte ele alarak ortak n birimi p değişkene göre ortak özellikli alt kümelere ayırmak,
- Birimleri, p değişkene göre saptanan değerlere göre, izledikleri biyolojik ve tipolojik sınıflamayı ortaya koymaktır.

Kümeleme analizinin uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir:

- Birim ya da değişkenlerin doğal gruplamaları hakkında kesin bilgilerin bulunmadığı popülasyonlardan alınan n sayıda birimin p sayıda değişkenine ilişkin gözlemlerin elde edilmesi (veri matrisinin belirlenmesi),
- Birimlerin/değişkenlerin birbirleri ile olan benzerliklerini ya da farklılıklarını gösteren uygun bir benzerlik ölçüsü ile birimlerin/değişkenlerin birbirlerine uzaklıklarının hesaplanması (Benzerlik ya da farklılık matrisinin belirlenmesi),
- Uygun küme yöntemi yardımı ile benzerlik/farklılık matrisine göre birimlerin/değişkenlerin uygun sayıda kümelere ayrılması,
- Elde edilen kümelerin yorumlanması ve bu kümeleme yapısına dayalı olarak kurulan hipotezlerin doğrulanması için gerekli analitik yöntemlerin uygulanmasıdır.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi kümeleme analizi çok sayıda değişik işlevi yerine getiren yöntemler topluluğudur. Bu nedenle farklı amaçlar için farklı yöntemler uygulanmaktadır. Ayrıca değişkenlerin ölçü birimlerinin ve ölçümleme tekniklerinin farklı olmasından dolayı birimlerinin benzerliklerinin ortaya konmasında da değişik ölçüler kullanılmaktadır (Güler [9]).

Bulanık kümeleme ise (fuzzy clustering), verilerin doğrudan bulanıklaştırılmasını sağlayan yöntemlerden biridir. Kümeleme işlemi ayrıca verileri bir araya toplayarak işlem hızını artırmakta ve sistemi daha genel bir yapı içinde ele almaya olanak tanımaktadır. Kümeleme yordamları, veriler arasındaki uzaklıkları kullanarak verileri temsil edecek en uygun küme merkezlerini belirleyen yordamlardır. Bulanık kümeleme yordamları içinde en yaygın kullanılan yordam, bulanık ortalamalar yordamı (Fuzzy c-means clustering) algoritmasıdır. Bu algoritma ilk olarak Bezdek tarafından 1984 yılında yerbilimleri problemlerine uygulanmıştır. Yöntem, veriler arasındaki uzaklıkları kullanan iteratif bir minimizasyon yordamıdır (Güler [9]).

ÇAĞRI MERKEZİNDE KALİTE YAKLAŞIMI

3.1 Firma Hakkında Genel Bilgiler

Uygulamaya konu olan projelerin ve anket çalışmasının gerçekleştirildiği firma 2007 yılında kurulmuş olup, firma bünyesinde 4 bin 193 kişi çalışmaktadır. Türkiye'nin en hızlı büyüyen çağrı merkezi olma başarısını 2010 yılında da sürdüren firma, üç senelik geçmişine rağmen Türkiye'nin en büyük dış kaynak çağrı merkezi konumuna gelmiştir.

Türkiye genelinde yedi çağrı merkezi lokasyonunda hizmet veren firma faaliyete başladığı 2008 yılından bu yana çalışan sayısında %143 oranında artış sağlamış ve çalışan sayısını 4 bin 200'e çıkarmıştır. Türkiye'nin pek çok büyük kurumuna hizmet veren firma Avrupa, Ortadoğu ve Afrika bölgelerinde faaliyet gösteren çağrı merkezleri arasında lider "Müşteri Memnuniyet Merkezi" olmayı hedeflemektedir. Rehberlik ve Katma Değerli Hizmetler markasının lansmanını da gerçekleştiren firma bu marka altında 'bilinmeyen numaralar' servisinin yanı sıra yeni rehberlik ve katma değerli bilgi hizmetleri de vermektedir. Ayrıca müşterilerin satış ve pazarlama faaliyetlerine yönelik veri üreterek geleneksel çağrı merkezi fonksiyonlarından daha fazlasını sunmaktadır. Firma bir çağrı merkezinden ziyade, müşteri irtibat noktası olarak da hizmet vermektedir.

Firmanın misyonu; kurumsal müşterilerin stratejik ortağı olarak; müşteri hizmetlerinin tüm kanallarını yönetmek, müşteri memnuniyeti, bağlılığı ve değeri yaratmak, bu kanallar ile yapılan satış odaklı projeler ile müşterilere yeni imkanlar sağlamaktır. Vizyonu ise; Türkiye'de, müşteri memnuniyetini en iyi şekilde sağlayan en büyük

“Müşteri Hizmetleri Merkezi” olmaktır. Misyon ve vizyona ek olarak firma değerleri; güvenilir olmak, müşteriler için değer yaratmak, maliyet odaklı çözümler sunmak, sonuç odaklı olmak, yenilikçi olmak ve sosyal sorumluluk bilinci ile hareket etmektir.

3.2 Firmanın Kalite Politikası

- Faaliyetleri, kurumsal müşterilerin beklentilerine ve yasal mevzuata uygun olarak gerçekleştirmek,
- Kalite ve verimliliği sürekli geliştirmek,
- Müşteri bilgilerinin korunması ve gizliliğinin sağlanması için bütünlük ve erişilebilirlik ilkelerine bağlı tüm önlemleri almak,
- Hizmetleri tecrübelerin kattığı bilinç ve günün şartlarına en uygun teknolojileri kullanarak zamanında ve doğru gerçekleştirmek,
- Müşterilerin ve çalışanların memnuniyetini ilke olarak benimsemek ve memnuniyeti artırıcı faaliyetlerde bulunmak,
- Tüm şikâyetleri zamanında değerlendirmek ve şikâyete sebep olan mağduriyeti gidermek,
- Müşteri şikâyetlerini, müşteri memnuniyetini arttırmayı sağlayacak fırsatlar olarak görmek ve değerlendirmek,

3.3 Firmanın Kalite Sertifikaları ve Kalite Ödülleri

Firma 2010 yılında hizmet kalitesini ve müşteri memnuniyetini artırmak amacı ile yoğun çalışmalar yapmıştır. Bu bağlamda teknolojiye paralel olarak daha güçlü ve yetkin bir altyapı için çağrı merkezi altyapısı ileri teknolojiyle yenilenmiştir. Firma kalite odaklı yaklaşımını sürdürerek; ISO 9001:2000/2008 Kalite Sertifikası, ISO/IEC 27001:2005 Bilgi Güvenliği Sertifikası, ISO 10002:2006 Müşteri Memnuniyeti Yönetim Sertifikası’nı almıştır.

26 Haziran 2010 tarihinde, EMEA ülkeleri arasında düzenlenen 'Contact Center World 2010 Top Ranking Performers Awards' kapsamında firma 'Best Outsourcing Partnership' kategorisinde üçüncü olmuş ve bronz madalya ile ödüllendirilmiştir. Bu ödül kapsamında firmanın genel müdürü 'Industry Award Champion' kategorisinde birincilik elde ederken, Ankara lokasyonunda ADSL operatörü olarak çalışan bir kişi de 'Best Customer Service Agent' kategorisinde ikinciliği elde etmiş ve gümüş madalya kazanmıştır. Firma ayrıca "Çağrı Merkezi Oscarları" yarışmasında iki ödül kazanmıştır.

Çağrı merkezi sektörünün dünyadaki en önemli organizasyonlarından biri olan Contact Center World tarafından düzenlenen ve sektörün en iyilerinin seçildiği '2011 Top Ranking Performers' yarışmasında, 'Industry Award Champion' kategorisinde firmanın genel müdürü birinci olmuştur. 'Best Outsourcing Partnership' kategorisinde ise ikinci olurken, gümüş madalyanın sahibi olmuştur. 'Best Outsourcing Partnership' kategorisinde katılımcı firmalar müşteri ilişkileri yönetimi, müşteriye sunulan hizmet ve servisler, gerçekleştirilen iş birliği ile elde edilen başarılar ve hedefler gibi kriterlere göre değerlendirilmiştir. Firma 1-4 Kasım 2011 tarihinde düzenlenen "Contact Center World 2011 Top Ranking Performers" yarışması kapsamında "Industry Champion Award" kategorisinde birinciliği kazanarak Dünya Endüstri Şampiyonu olmuştur.

2010 yılındaki aynı organizasyonda ise "Industry Award Champion" kategorisinde birincilik, "Best Customer Service Agent" kategorisinde ikincilik, "Best Outsourcing Partnership" kategorisinde üçüncülük ödülleri almıştır. Contact Center World'un her yıl dünyanın en iyi çağrı merkezlerini belirlemek üzere gerçekleştirdiği yarışmada, ilk aşamada Asya, Pasifik, EMEA ve Amerika kıtalarının birincileri seçilmekte, ikinci aşamada ise tüm bu bölgelerin birincileri "Dünyanın En iyisi" olmak için yarışmaktadır.

Dünya Endüstri Şampiyonu: Türkiye

Ülkelere Göre Endüstri Şampiyonları: Kanada, Endonezya ve Jamaika'dır.

BÖLÜM 4

UYGULAMA

Bu bölümde bulanık model yapısı, proje detayları ve MATLAB uygulama adımlarına yer verilecektir.

4.1 Bulanık Model Yapısı

Giriş ve çıkış parametrelerinin üyelik işlevleri, anket sonuçları incelenerek ve bir uzmanın bilgi ve tecrübelerinden faydalanılarak belirlenmiştir. Anket sonuçları, söz konusu girdi ve çıktı parametreleri için istatistiksel olarak incelenerek, mantık ve tecrübe çerçevesinde, bulanık kural tabanları düzenlenmiştir. Sistemin çıkarımının elde edilebilmesi için IF-THEN (EĞER-İSE) ifadeleri kullanılarak oluşturulan kurallar VE operatörü ile harmanlanmıştır. Model çıktısına, bu şekilde oluşturulan tüm kuralların katkısıyla ulaşılmıştır. Takagi Sugeno çıkarım mekanizması kullanılmıştır.

Ankette her bir katılımcıdan alınan cevaplar üyelik işlevleri yardımıyla bulanık hale dönüştürülmüş ve kural tabanı yardımıyla her bir değer bulanık fayda değeri belirlenmiştir. Daha sonra fayda değerleri tekrar durulaştırılmış ve sayısal değere dönüştürülmüştür. Durulaştırma için ağırlık merkezi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, her bir kurala ait çıkarım toplanır ve elde edilen şeklin ağırlık merkezi bulunarak durulaştırma yapılmaktadır. Model kurma iki evreden oluşmaktadır. Bunlar; değerlendirme ve seçim evreleridir. Proje değerlendirme kriterleri göz önünde bulundurularak projelerin toplam faydasının ANFIS kullanılarak hesaplanması sonucu elde edilen değerler seçim evresinde kullanılacaktır.

4.2 Proje Detayları

P₁: Cevaplama oranını artırmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Cevaplama oranı; “Sizi müşteri temsilcisine bağlıyorum” anonsundan sonra cevap verilen çağrıların oranıdır, aksi durum müşterinin çağrısı sonlandırmasıdır. Projenin çıktıları; müşterinin ilgisini çekecek anonsların eklenmesi ve belli bir saniyeden sonra çağrı ücretinin alınmamasıdır.

P₂: Ortalama cevaplama hızını artırmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Ortalama cevaplama hızı; çağrı merkezi tarafından yanıtlanmış tüm çağrıların ortalama yanıtlanma süresidir. Müşterinin hatta bekleme süresi ve müşterinin sonlandığı çağrılar dahil değildir. Projenin çıktıları; agent sayısının artırılması, yeni kampanya dönemlerinde agentların uygun operasyonel yönetimidir.

P₃: Ortalama çağrı süresini azaltmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Özellikle ADSL çağrılarının ortalama hızını yükselttiği tespit edilmiştir. Hattın resetlenmesi gibi işlemler agent tarafından yapılmaktaydı, bunun yerine resetleme sistem tarafından yapıldıktan sonra çağrı agenta düşmeye başlamıştır.

P₄: İlk çağrıda çözme oranını artırmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Arayıcı göster özelliği sadece satış ofislerinden tanımlanabiliyordu. Çağrı merkezine bu yetki tanımlanarak, müşterinin satış ofisine gitmeden, ilk çağrıda isteği yerine getirilmiştir.

P₅: Upsell satış oranını artırmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Müşteri temsilcisi outbound aramalarda müşteri numarasını çevirmektedir, bu durum zaman ve konsantrasyon kaybına neden oluyordu. Otomasyon ile yapılmaya başlanarak, çağrı yanıtlandığı anda müşteri temsilcisine düşmesi sağlanmıştır.

P₆: Upsell satış oranını artırmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Hesaplama yap butonu ile hesaplanan teklifin çağrı esnasında otomatik olarak müşteri temsilcisinin ekranına gelmesi sağlanmıştır.

P₇: Upsell satış oranını artırmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Birden çok hat sahibi olan müşterileri kapsamaktadır. Bu türden müşterilere sistem üzerinden işlem yapılabilmesi için müşterinin her iki hat için teklif edileni kabul etmesi gerekmektedir.

ancak müşteri bir teklifi kabul eder ve diğer teklifi kabul etmez ise teklif sisteme aktarılamıyordu. Bir teklif kabul eden müşterilerin sisteme kaydı sağlanmıştır.

P₈: İkna oranını arttırmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Hat iptali için ofise başvuran müşterilerin çağrı merkezi tarafından aranması ve iptal yapılmaması için ikna edilmeye amaçlanmıştır.

P₉: Müşteri temsilcilerinin genel bilgi seviyesini arttırmaya yönelik bir projedir. Sıcak kontrol uygulaması ile yeni bir kampanya ile ilgili çağrı merkezini kontrol eden kişiler sahte aramalar yaparak durum değerlendirmesi yapmaktadır.

4.3 Değerlendirme Kriterleri

Çağrı merkezinin hizmet kalitesini artırmaya yönelik gerçekleştirilen projeler üç ana kriter ve üç ana kriteri oluşturan on altı kriter ile değerlendirilecektir.

A. Operasyonel Etkinlik

Çağrı merkezi operasyonlarının etkin yönetimi için operasyonlara etki eden tüm unsurların planlanması ve gerçek zamanlı operasyon yönetiminin ne kadar etkin yapıldığı aranır. Kullanılan yöntemler, araçlar, destekleyici sistemler hepsi bir bütün olarak değerlendirilir. Operasyonel etkinlik kriteri aşağıda yer alan unsurlar üzerinde etkilidir.

- a)** Çağrı yükü, kapasite ve insan kaynağı planlaması
- b)** Gerçek zamanlı operasyonel yönetim
- c)** Verimlilik, etkinlik yönetimi
- d)** Planlama ve gerçekleşen arasındaki farklar, geliştirme yöntemleri

Operasyonel etkinlik kriterini meydana getiren alt kriterler aşağıda yer almaktadır:

- 1. Servis Seviyesi:** Sizi müşteri temsilcisine bağlıyorum anonsundan sonra geçen yirmi saniye içerisinde müşteri temsilcisine bağlanma oranıdır.

2. Cevaplama Oranı: Sizi müşteri temsilcisine bağlıyorum anonsundan sonra cevap verilen çağrıların oranıdır (Aksi durum müşterinin çağrısı sonlandırmasıdır).

3. İlk Çağrıda Çözme: İlk çağrıda çözülen çağrıların oranıdır.

B. Çağrı Ölçekleri

Çağrı cevaplama seviyesi ile ilgili değerlendirme kriterleridir. Çağrı ölçekleri kriterini meydana getiren alt kriterler aşağıda yer almaktadır:

1. Ortalama Cevaplama Hızı: Çağrı merkezi tarafından yanıtlanmış tüm çağrıların ortalama yanıtlanma süresidir. Müşterinin hatta beklediği süre ve müşterinin sonlandırdığı çağrıların süresi dahil değildir.

2. Ortalama Çağrı Süresi: Çağrıda geçen ortalama süredir.

C. Satış Değerleri ve Müşteri Sadakati

Şirket ve sektör bazında farklılık olmakla beraber, müşteri kaybetmek ve yeni müşteriler kazanmak maliyeti artırıcı bir etkidir. Özellikle doğası gereği uzun süreli ilişkiye dayanan telekom, finans gibi sektörlerde bu durum oldukça belirginken, hızlı tüketimde biraz daha az maliyetli olabilmektedir. Ortaya konan bu hipotezi test edip anlamak için dünyadaki işlem ücreti uygulamalarına bakılabilir. Telekom ve finans sektörleri göz önünde bulundurulduğunda birçok ülkede hat veya hesap aktivasyon ücreti alınmakta, iptallerde ise işlem ücretleri uygulanmaktadır. Evrak işlemleri, teknik kurulum gibi adımlar maliyetli ve zaman alıcıdır. Buna ek olarak müşteriler genelde yeni ilişki kurdukları şirketlerle ufak hacimli çalışır ve memnuniyet çerçevesinde zamanla derinleşirler. Çağrı merkezleri ve çeşitli kanallardaki müşteri hizmetleri, çapraz satış ve üst tekliflerle bu sürece katkıda bulunurlar. Bahsi geçen zaman içerisinde bir müşteriyi kaybedip yerine yenisini koymak ve onu müşteri yaşam döngüsünde aynı aşamaya getirmeye çalışmak maliyetleri artırıcı bir etkidir.

Satış değerleri ve müşteri sadakati kriterini meydana getiren alt kriterler aşağıda yer almaktadır:

- 1. Upsell Satış Oranı:** Tarife değişikliği sonucu firma gelirinde artış yaratan satış miktarıdır.
- 2. Cross Sell Satış Oranı:** Mevcut ürüne (upsell ya da downsell) ek olarak yeni bir ürün satış miktarıdır.
- 3. İkna Oranı:** İptal başvurusunda bulunan müşterilerin ikna oranıdır.

D. İnsan Kaynakları ve Gelişim Yönetimi

Müşteri ihtiyaçlarını karşılayan etkin ve verimli bir performans ortaya koymak adına şirketin insan kaynakları yönetim yaklaşımlarını ele alır.

- a)** İş ve yetkinlik tanımları ve işe alma süreçleri tanımlanmış mıdır?
- b)** Eğitim ve gelişim programları nasıl yapılandırılmıştır?
- c)** Yetenek ve, bilgi gelişimi nasıl desteklenmektedir?
- d)** Çalışan performans yönetim sistemi yaklaşımları ve uygulamaları nelerdir?
- e)** Çalışan elde tutma programları nelerdir?
- f)** Performans değerlendirme ve terfi sistemleri nelerdir?

İnsan kaynakları ve gelişim yönetimi kriterini meydana getiren alt kriterler aşağıda yer almaktadır:

- 1. Kural ve Prosedürlere Uygun Hizmet:** Müşteri temsilcisinin güncel kural ve prosedürlere uygun hizmet etmesidir.
- 2. Güncel Bilgi Seviyesi:** Müşteri temsilcisinin kampanya ve tarifeler hakkındaki güncel bilgi seviyesidir.

Çizelge 4. 3 Projelerin değerlendirilmesinde ana ve alt kriterler

Ana Kriterler	Alt Kriterler
Operasyonel Etkinlik	Servis Seviyesi
	Cevaplama Oranı
	İlk Çağrıda Çözme Oranı
Çağrı Ölçekleri	Ortalama Cevaplama Hızı
	Ortalama Çağrı Süresi
Satış Değerleri ve Müşteri Sadakati	Upsell Satış Oranı
	Cross Sell Satış Oranı
	İkna Oranı
İnsan Kaynakları ve Gelişim Yönetimi	Kural ve Prosedürlere Uygun Hizmet
	Güncel Bilgi Seviyesi

Çizelge 4. 4 Ana ve alt kriterlerin simgesel gösterimi

Ana Kriterler	Alt Kriterler
OE	SL
	AR
	FCR
CO	ASA
	ACHT
SD&MS	USS
	CS
	RR
İK&GY	KPUH
	GBS

4.4 Yapay Sinir Ağlarının MATLAB ile Eğitimi

MATLAB üzerinde çalışan Fuzzy Logic Toolbox aracılığı ile hesaplamalar yapılacaktır.

4.4.1 Operasyonel Etkinlik Kriterinin Eğitimi

Operasyonel etkinlik; servis seviyesi, cevaplama oranı ve ilk çağrıda çözme oranı alt kriterlerinden meydana gelen bir ana kriterdir. Operasyonel etkinlik kriterinin eğitimi EK-A Bölüm 1’de yer alan anket cevapları ile gerçekleştirilecektir.

Eğitim adımları;

1. Anket sorularına verilen cevaplar ile elde edilen veriler Matlab'a yüklenir,
 - "Workspace" alanındaki "Import Data" butonuna tıklanır,
 - "Import Data" penceresinde datanın bulunduğu excel dosyası ve OE kriteri için verilen cevapların yer aldığı sayfa seçilir,
 - "Import" butonuna tıklanır,
 - Elde edilen matrisin adı OE olarak değiştirilir,
 - OE kriteri 100x4'lük bir matris şeklinde import edilir. 100 = Soru sayısı, 4 = 3 (Alt Kriterler) + 1 (Cevap) şeklindedir.
2. "anfisedit" komutu ile anfis editor alanı görüntülenir,
3. "Load Data" alanının "Type" kısmında "Training", "From" kısmında "workspace" seçilir,
4. "Load Data" butonuna tıklanır,
5. "Load from workspace" penceresinde "Input Variable Name" olarak "OE" yazılır,
6. "OK" tıklanır,
7. Data "Anfis Editor" alanında görüntülenir,
8. "Generate FIS" alanında "Subtractive Clustering (Azaltımlı Kümeleme)" seçilir,
9. "Generate FIS" butonuna tıklanır,
10. "Parameters For Clustering" penceresinde;
 - "Range Of Influence" alanına 0,3 değeri,
 - "Squash Factor" alanına 0,75 değeri,
 - "Accept Ratio" alanına 0,5 değeri,

- “Reject Ratio” alanına 0,2 değeri yazılır,

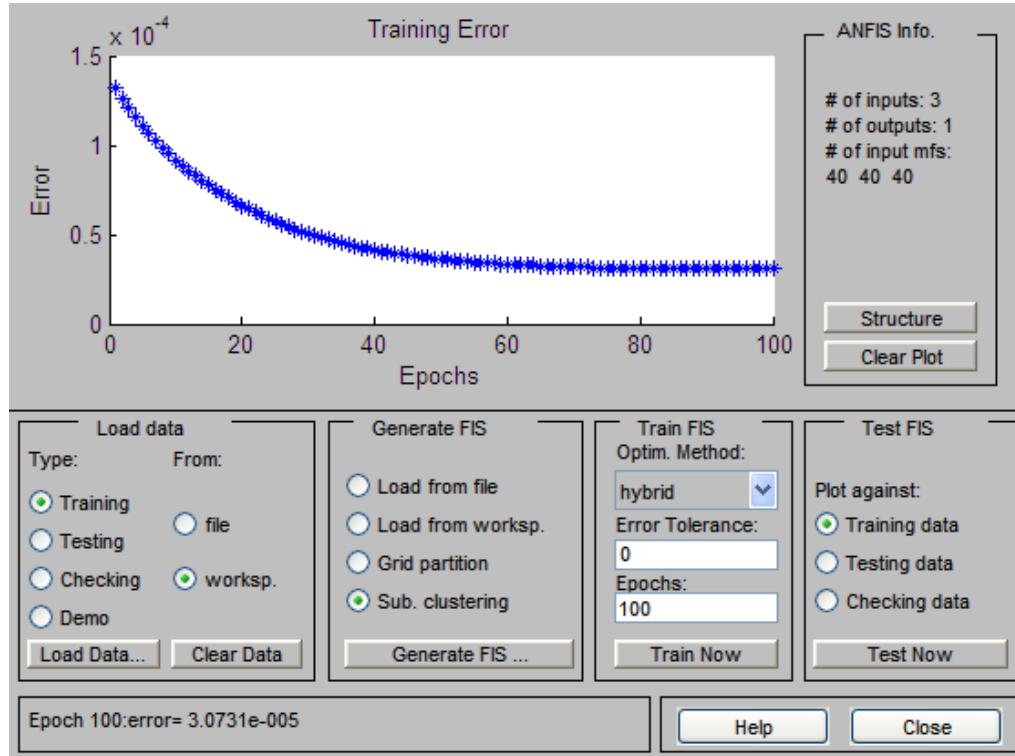
11. “OK” butonuna tıklanır,

12. “Train FIS” alanının “Optimization Method” kısmında “hybrid”, “Error Tolerance” kısmında “0” ve “Epochs” kısmında 100 seçilir,

13. “Train Now” butonuna tıklanır.

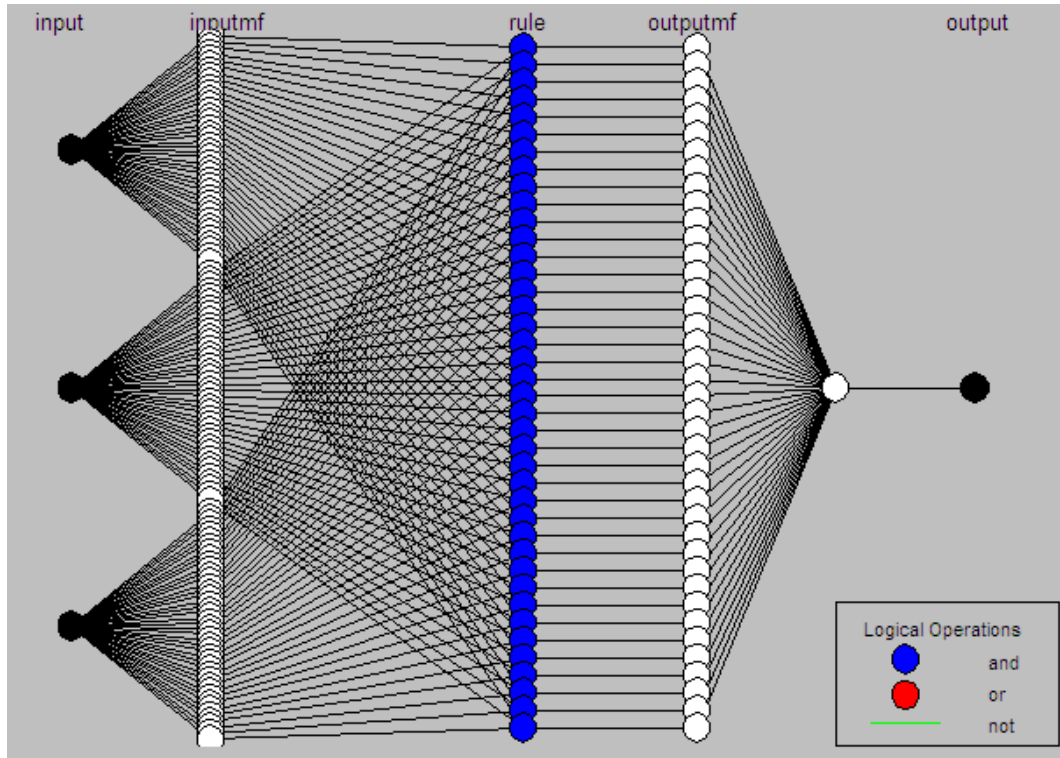
Sonuçlar:

1. 100 iterasyon sonrasında 3,0731e-005 hata değeri ile eğitim tamamlanır,



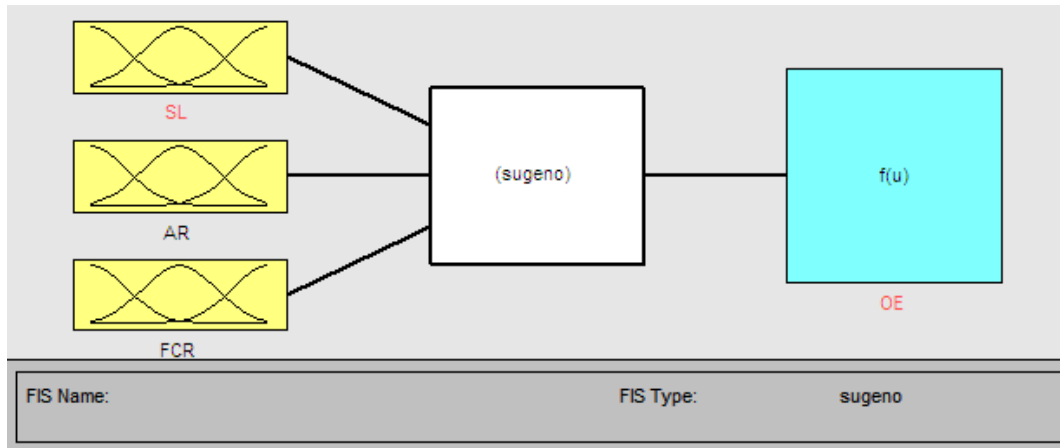
Şekil 4. 1 OE ana kriteri için eğitim ve hata gösterimi

2. Girdi sayısı 3, çıktı sayısı 1 ve üyelik fonksiyonu sayısı 40 olarak elde edilir,
3. “Structure” butonuna tıklanarak üyelik fonksiyonları ve yapay sinir ağının yapısı görüntülenir. Inputmf alanında 120 (3x40) adet giriş, rule alanında 40 adet kural ve outputmf alanında 40 adet çıkış değeri oluşturulmuştur,



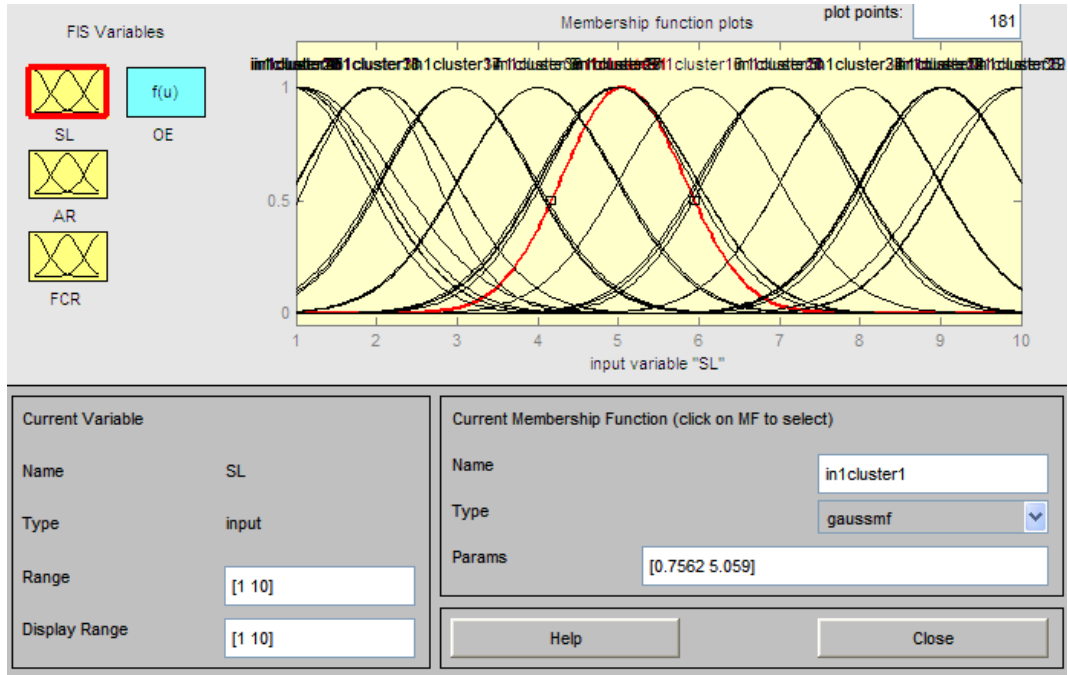
Şekil 4. 2 OE ana kriteri için yapay sinir ağı yapısı

4. “Anfis Editor” penceresinde “Edit” menüsündeki “FIS Properties” alt menüsü tıklanarak yapay sinir ağının özellikleri görüntülenir,

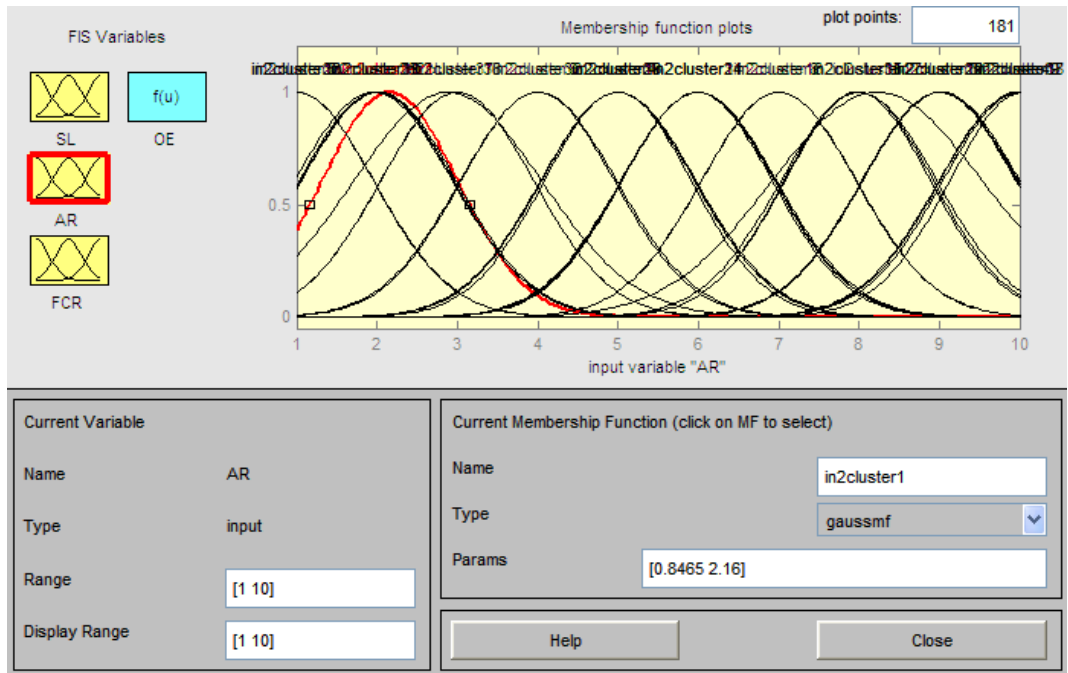


Şekil 4. 3 OE ana kriteri için yapay sinir ağı özellikleri

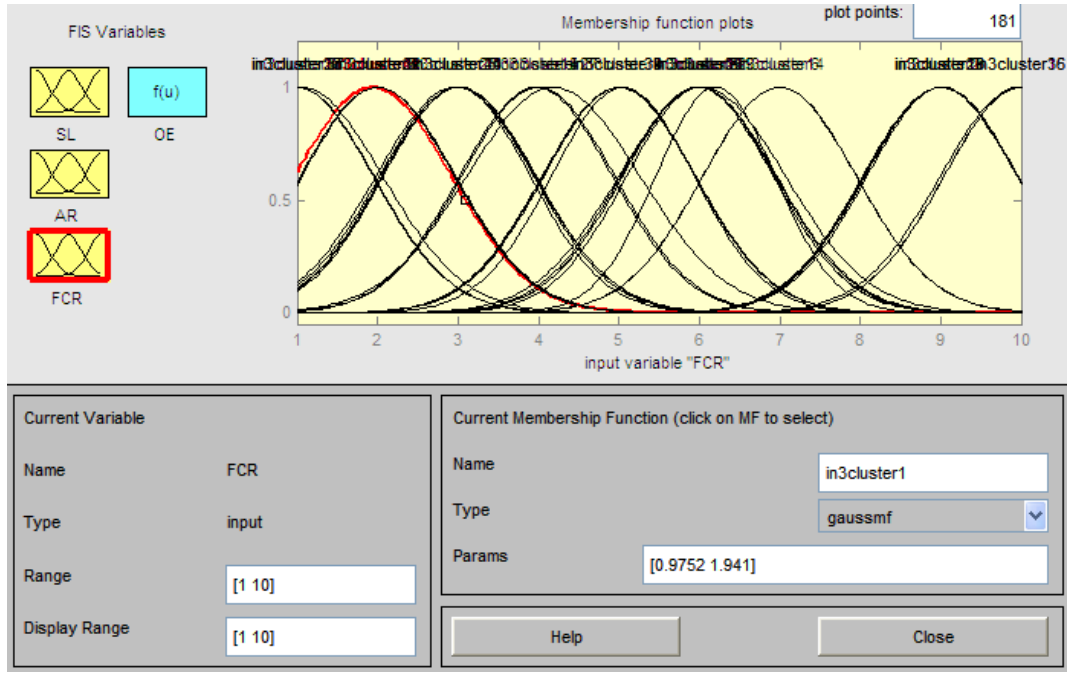
5. “FIS Editor” penceresinde “Edit” menüsündeki “Membership Functions” alt menüsü tıklanarak üyelik fonksiyonları alt kriterler bazında görüntülenir (“Gauss” fonksiyonu kullanılmıştır),



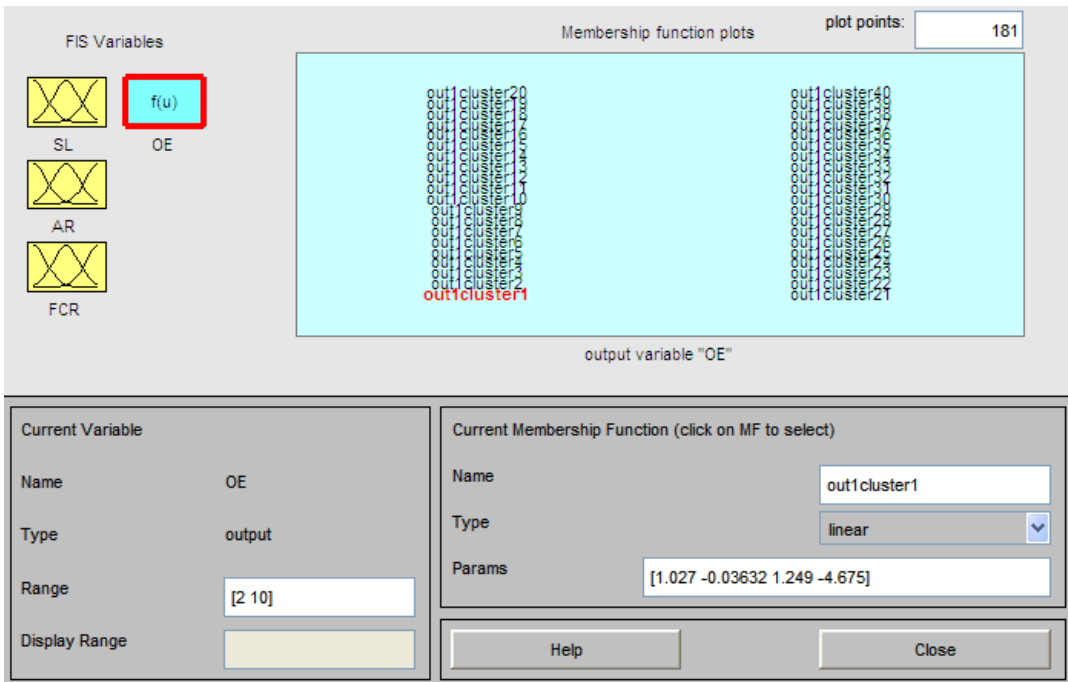
Şekil 4. 4 SL alt kriterine ait üyelik fonksiyonları



Şekil 4. 5 AR alt kriterine ait üyelik fonksiyonları



Şekil 4. 6 FCR alt kriterine ait üyelik fonksiyonları



Şekil 4. 7 OE ana kriterine ait üyelik fonksiyonları

6. "Membership Function Editor" penceresinde "Edit" menüsündeki "Rules" alt menüsü tıklanarak kurallar görüntülenir,

1. If (SL is in1cluster1) and (AR is in2cluster1) and (FCR is in3cluster1) then (OE is out1cluster1) (1)
2. If (SL is in1cluster2) and (AR is in2cluster2) and (FCR is in3cluster2) then (OE is out1cluster2) (1)
3. If (SL is in1cluster3) and (AR is in2cluster3) and (FCR is in3cluster3) then (OE is out1cluster3) (1)
4. If (SL is in1cluster4) and (AR is in2cluster4) and (FCR is in3cluster4) then (OE is out1cluster4) (1)
5. If (SL is in1cluster5) and (AR is in2cluster5) and (FCR is in3cluster5) then (OE is out1cluster5) (1)
6. If (SL is in1cluster6) and (AR is in2cluster6) and (FCR is in3cluster6) then (OE is out1cluster6) (1)
7. If (SL is in1cluster7) and (AR is in2cluster7) and (FCR is in3cluster7) then (OE is out1cluster7) (1)
8. If (SL is in1cluster8) and (AR is in2cluster8) and (FCR is in3cluster8) then (OE is out1cluster8) (1)
9. If (SL is in1cluster9) and (AR is in2cluster9) and (FCR is in3cluster9) then (OE is out1cluster9) (1)
10. If (SL is in1cluster10) and (AR is in2cluster10) and (FCR is in3cluster10) then (OE is out1cluster10) (1)
11. If (SL is in1cluster11) and (AR is in2cluster11) and (FCR is in3cluster11) then (OE is out1cluster11) (1)
12. If (SL is in1cluster12) and (AR is in2cluster12) and (FCR is in3cluster12) then (OE is out1cluster12) (1)
13. If (SL is in1cluster13) and (AR is in2cluster13) and (FCR is in3cluster13) then (OE is out1cluster13) (1)

If SL is and AR is and FCR is Then OE is

in1cluster1 in2cluster1 in3cluster1 out1cluster1
in1cluster2 in2cluster2 in3cluster2 out1cluster2
in1cluster3 in2cluster3 in3cluster3 out1cluster3
in1cluster4 in2cluster4 in3cluster4 out1cluster4
in1cluster5 in2cluster5 in3cluster5 out1cluster5
in1cluster6 in2cluster6 in3cluster6 out1cluster6
in1cluster7 in2cluster7 in3cluster7 out1cluster7

☐ not ☐ not ☐ not ☐ not

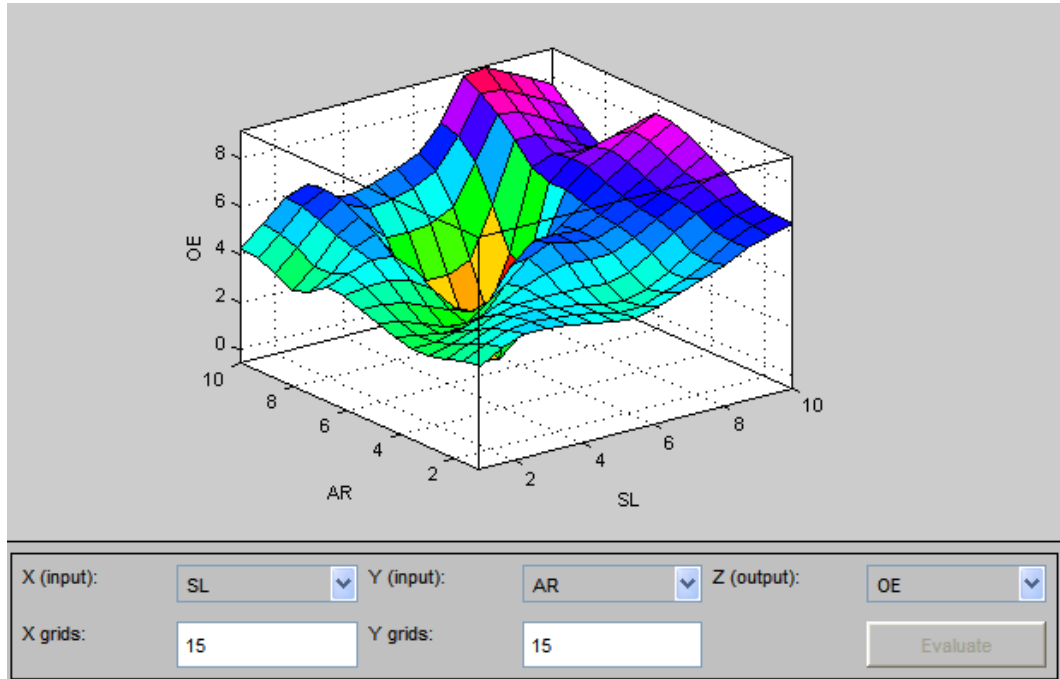
Connection: ☐ or ☒ and

Weight: 1

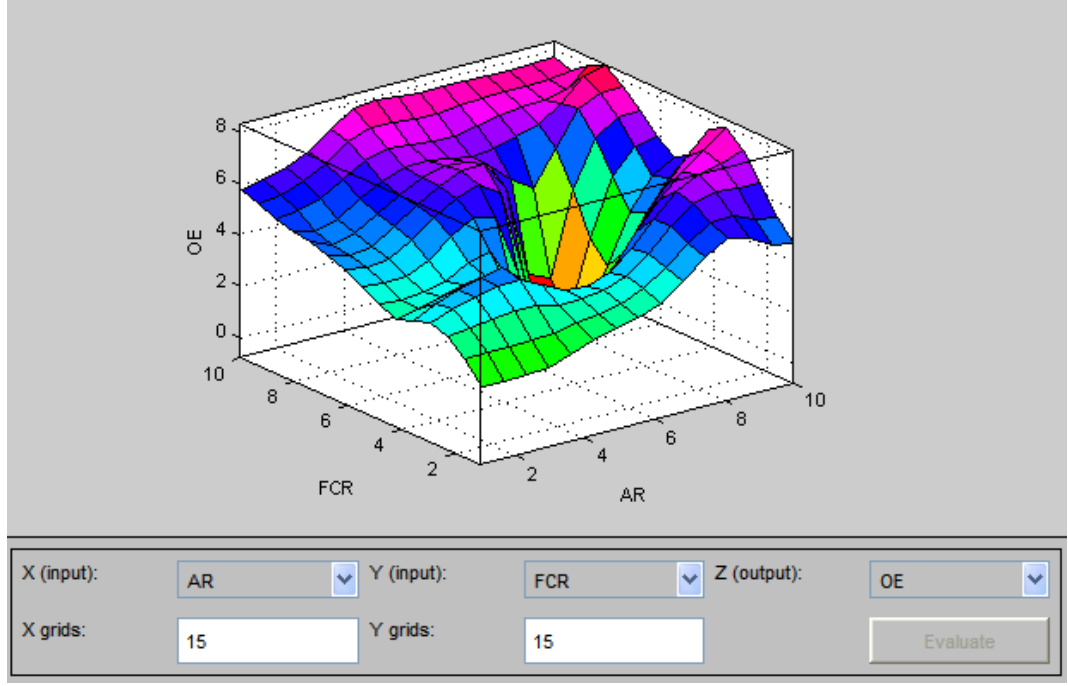
Delete rule Add rule Change rule

Şekil 4. 8 SL, AR, FCR ve OE kural yapısı

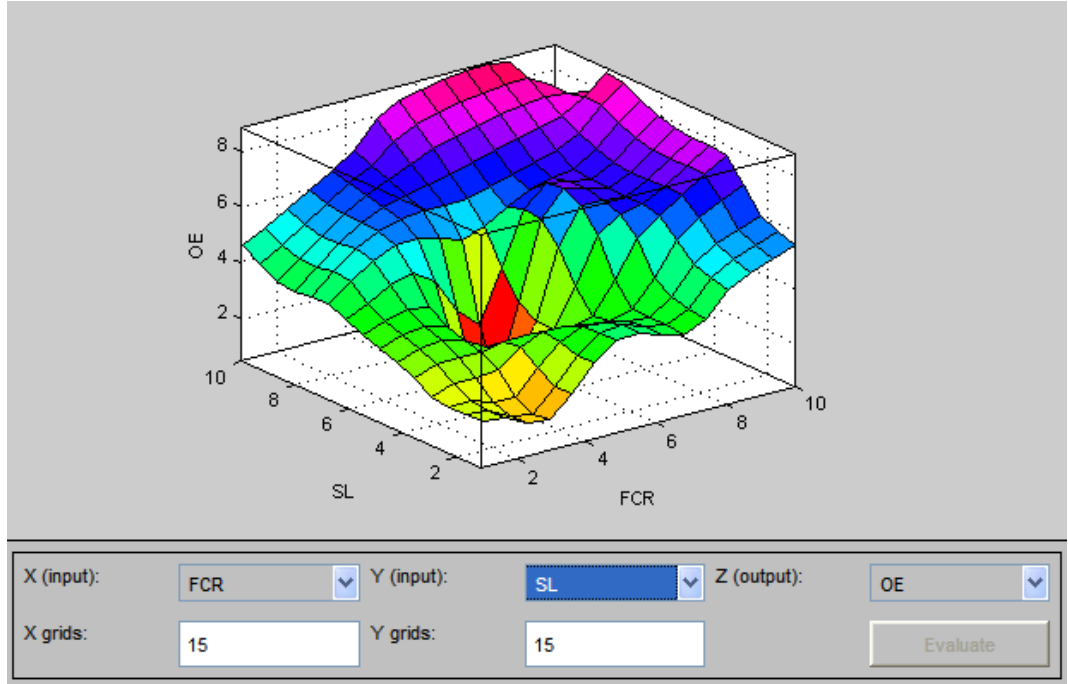
7. “Rule Editor” penceresinde “View” menüsündeki “Surface” alt menüsü tıklanarak yapay sinir ağı yüzey şeklinde görüntülenir. Farklı X(Input), Y(Input) ve Z(Output) değerleri için değişen yüzey yapıları görüntülenebilir,



Şekil 4. 9 SL ve AR alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi



Şekil 4. 10 AR ve FCR alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi



Şekil 4. 11 FCR ve SL alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi

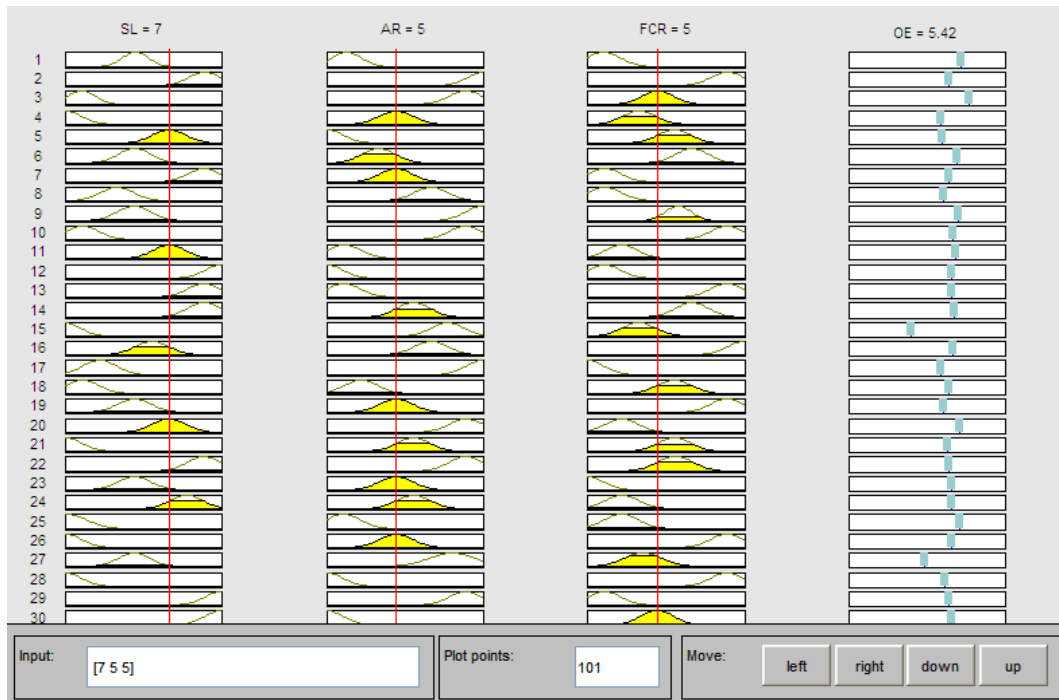
8. "Surface Viewer" penceresinde "View" menüsündeki "Rules" alt menüsü tıklanarak gerçek değerlerin analiz edileceği "Rule Viewer" ekranına ulaşılır. Proje bazında elde edilen değerler ölçekler yardımı ile işaretlenerek yapay sinir ağının çıktı üretmesi sağlanır.

Operasyonel Etkinlik Kriteri İçin Proje Bazında Elde Edilen Değerler ve YSA'nın ürettiği sonuçlar;

Proje	SL	AR	FCR	Sonuçlar
P ₁	4	5	5	2,34
P ₂	4	7	4	3,7
P ₃	6	6	5	0,27
P ₄	6	5	3	4,34
P ₅	5	6	5	0,44
P ₆	5	5	5	2,57
P ₇	7	5	5	5,42
P ₈	4	6	5	2,85
P ₉	3	4	6	3,77

En yüksek OE çıktısı 5,42 olarak P₇ değerleri ile hesaplanmıştır.

P₇ için;



Şekil 4. 12 P7 için spesifik değer çıktısı gösterimi

4.4.2 Çağrı Ölçekleri Kriterinin Eğitimi

Çağrı ölçekleri; ortalama cevaplama hızı ve ortalama çağrı süresi alt kriterlerinden meydana gelen bir ana kriterdir. Çağrı ölçekleri kriterinin eğitimi EK-A Bölüm 2’de yer alan anket cevapları ile gerçekleştirilecektir.

Eğitim adımları;

1. Anket sorularına verilen cevaplar ile elde edilen veriler Matlab’a yüklenir;
 - “Workspace” alanındaki “Import Data” butonuna tıklanır,
 - “Import Data” penceresinde datanın bulunduğu excel dosyası ve CO kriteri için verilen cevapların yer aldığı sayfa seçilir,
 - “Import” butonuna tıklanır,
 - Elde edilen matrisin adı CO olarak değiştirilir,
 - CO kriteri 100x3’lük bir matris şeklinde import edilir. 100 = Soru sayısı, 3 = 2 (Alt Kriterler) + 1 (Cevap) şeklindedir.
2. “anfisedit” komutu ile anfis editor alanı görüntülenir,
3. “Load Data” alanının “Type” kısmında “Training”, “From” kısmında “workspace” seçilir,
4. “Load Data” butonuna tıklanır,
5. “Load from workspace” penceresinde “Input Variable Name” olarak “CO” yazılır,
6. “OK” tıklanır,
7. Data “Anfis Editor” alanında görüntülenir,
8. “Generate FIS” alanında “Subtractive Clustering (Azaltımlı Kümeleme)” seçilir,
9. “Generate FIS” butonuna tıklanır,

10. "Parameters For Clustering" penceresinde;

- "Range Of Influence" alanına 0,2 değeri,
- "Squash Factor" alanına 1,0 değeri,
- "Accept Ratio" alanına 0,8 değeri,
- "Reject Ratio" alanına 0,1 değeri yazılır,

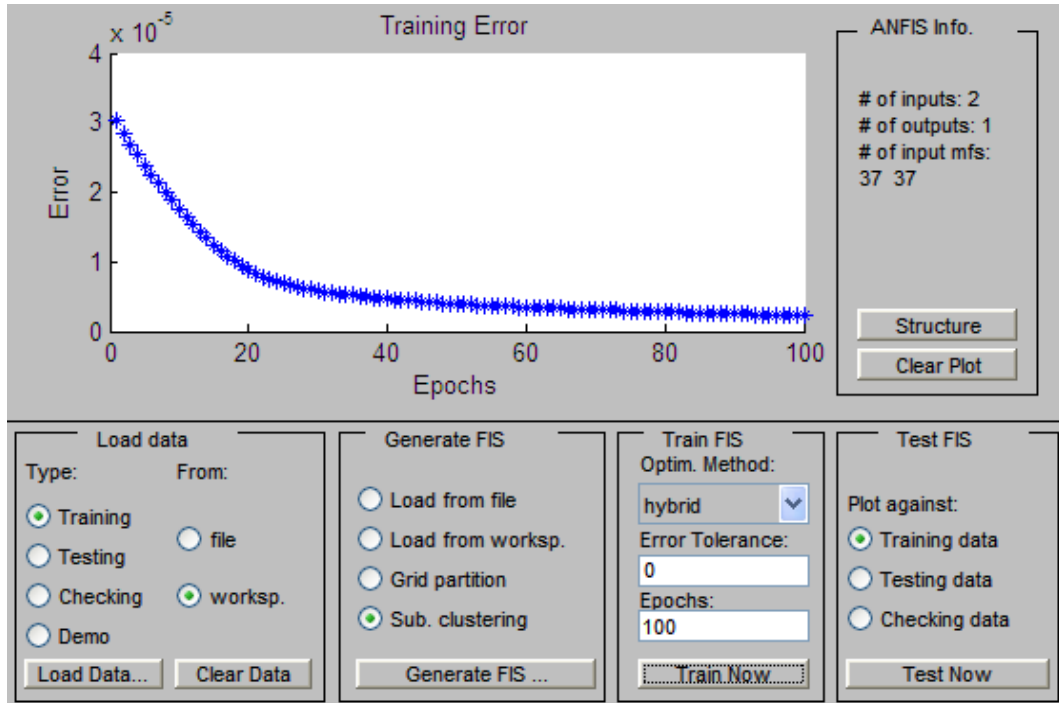
11. "OK" butonuna tıklanır,

12. "Train FIS" alanının "Optimization Method" kısmında "hybrid", "Error Tolerance" kısmında "0" ve "Epochs" kısmında 100 seçilir,

13. "Train Now" butonuna tıklanır.

Sonuçlar:

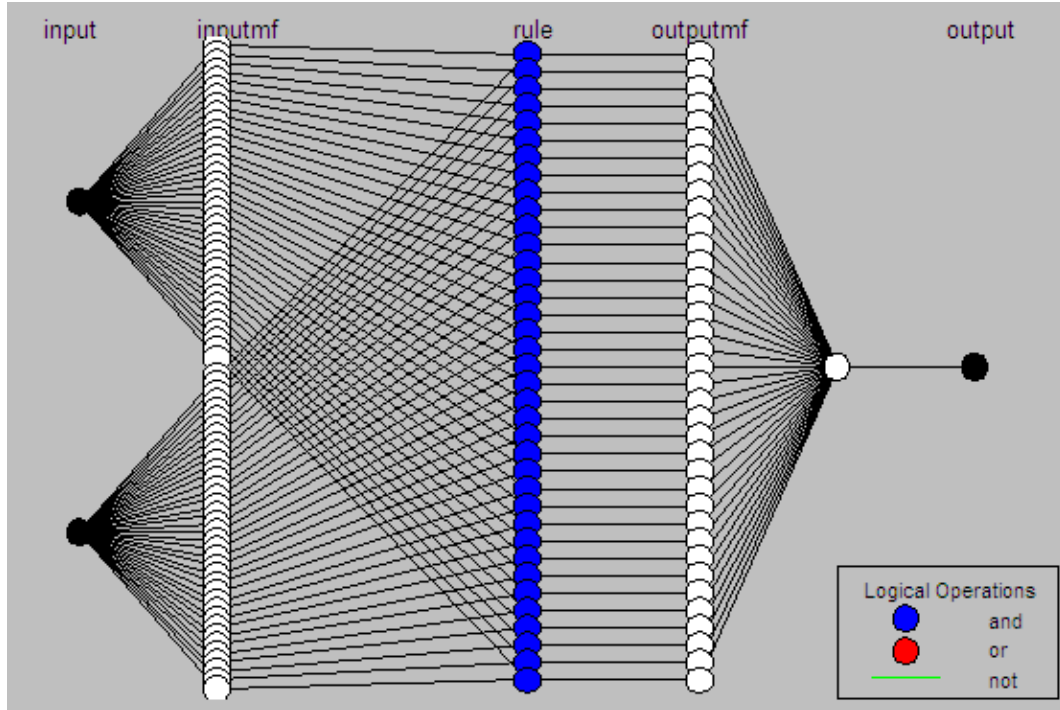
1. 100 iterasyon sonrasında 2,2445e-006 hata değeri ile eğitim tamamlanır,



Şekil 4. 13 CO ana kriteri için eğitim ve hata gösterimi

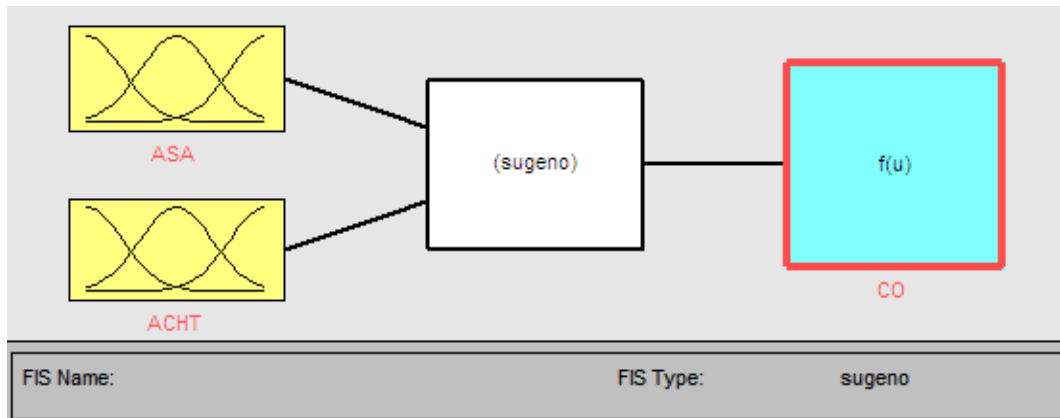
2. Girdi sayısı 2, çıktı sayısı 1 ve üyelik fonksiyonu sayısı 37 olarak elde edilir,

3. “Structure” butonuna tıklanarak üyelik fonksiyonları ve yapay sinir ağının yapısı görüntülenir. Inputmf alanında 74 (2x37) adet giriş, rule alanında 37 adet kural ve outputmf alanında 37 adet çıkış değeri oluşturulmuştur,



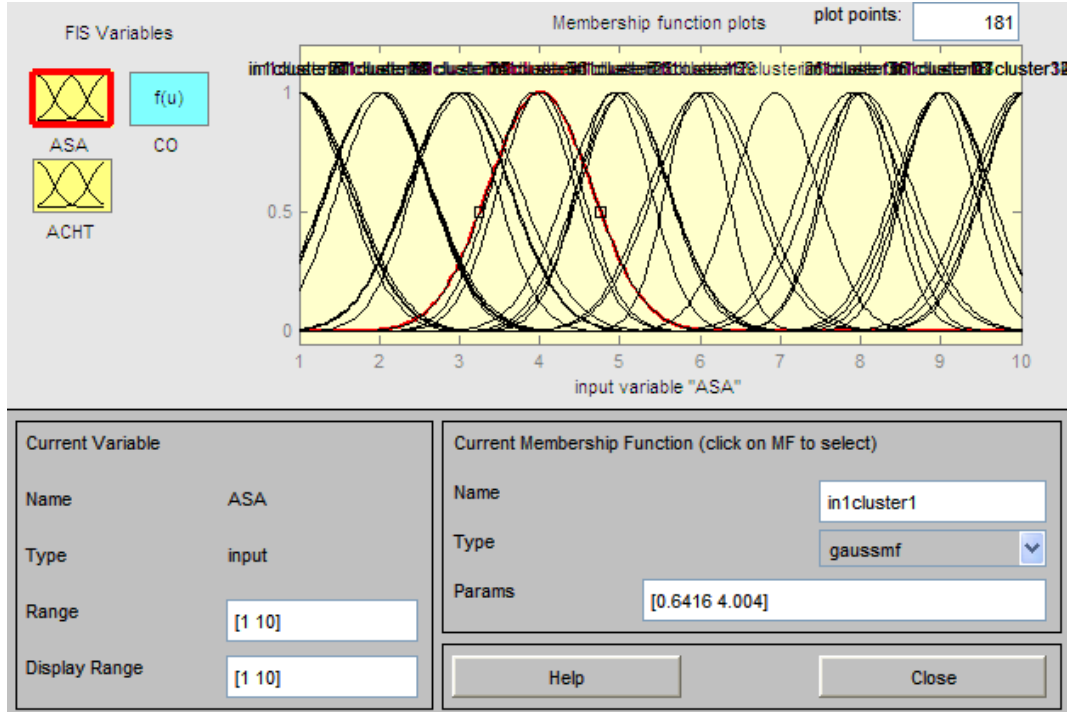
Şekil 4. 14 CO ana kriteri için yapay sinir ağı yapısı

4. “Anfis Editor” penceresinde “Edit” menüsündeki “FIS Properties” alt menüsü tıklanarak yapay sinir ağının özellikleri görüntülenir,

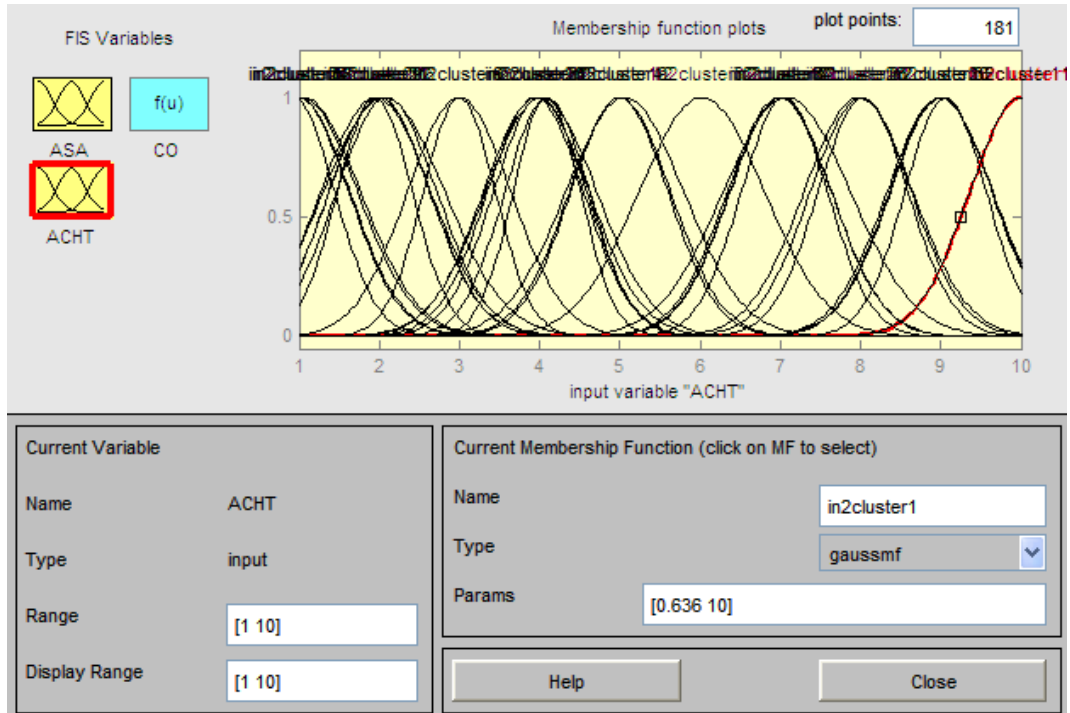


Şekil 4. 15 CO ana kriteri için yapay sinir ağı özellikleri

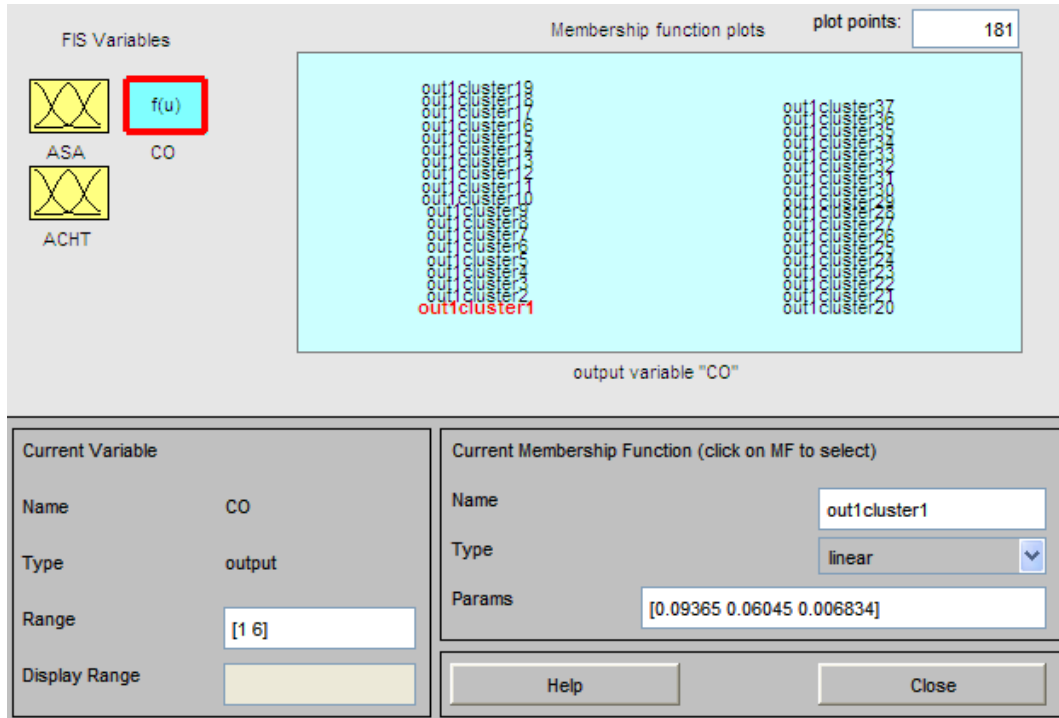
5. “FIS Editor” penceresinde “Edit” menüsündeki “Membership Functions” alt menüsü tıklanarak üyelik fonksiyonları alt kriterler bazında görüntülenir (“Gauss” fonksiyonu kullanılmıştır),



Şekil 4. 16 ASA alt kriterine ait üyelik fonksiyonları

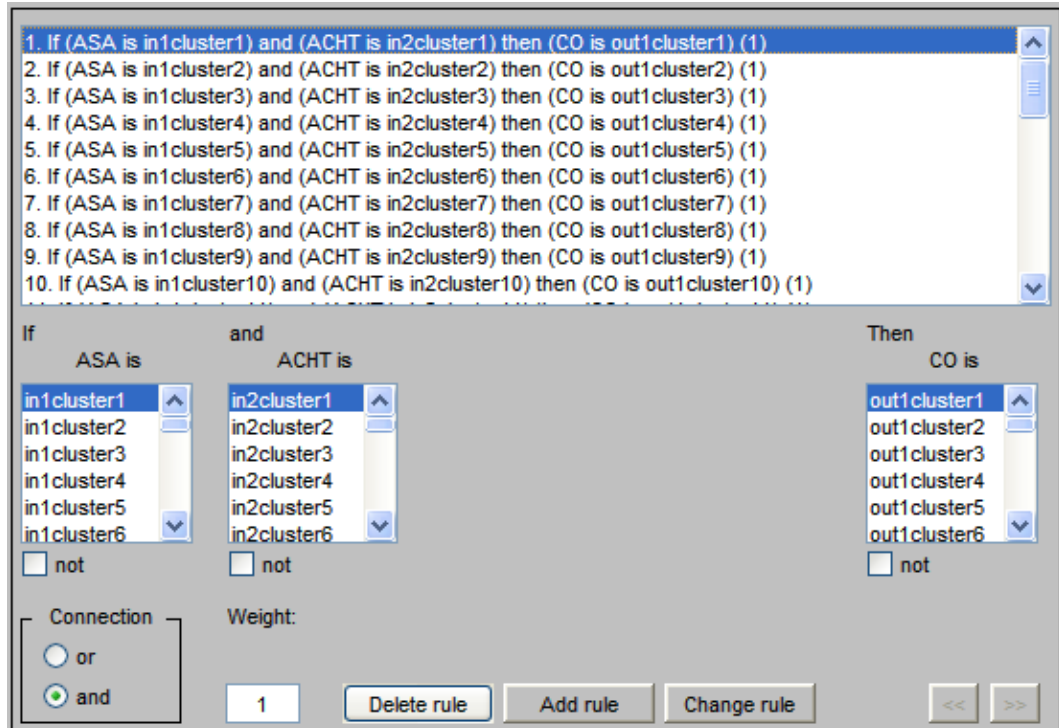


Şekil 4. 17 ACHT alt kriterine ait üyelik fonksiyonları



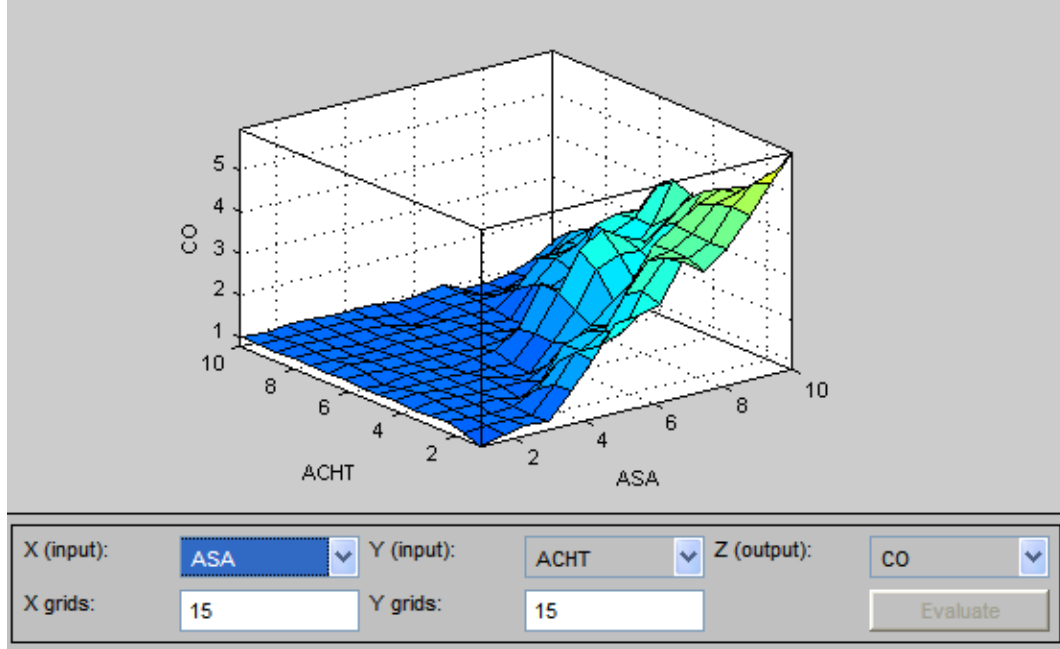
Şekil 4. 18 CO ana kriterine ait üyelik fonksiyonları

6. "Membership Function Editor" penceresinde "Edit" menüsündeki "Rules" alt menüsü tıklanarak kurallar görüntülenir,

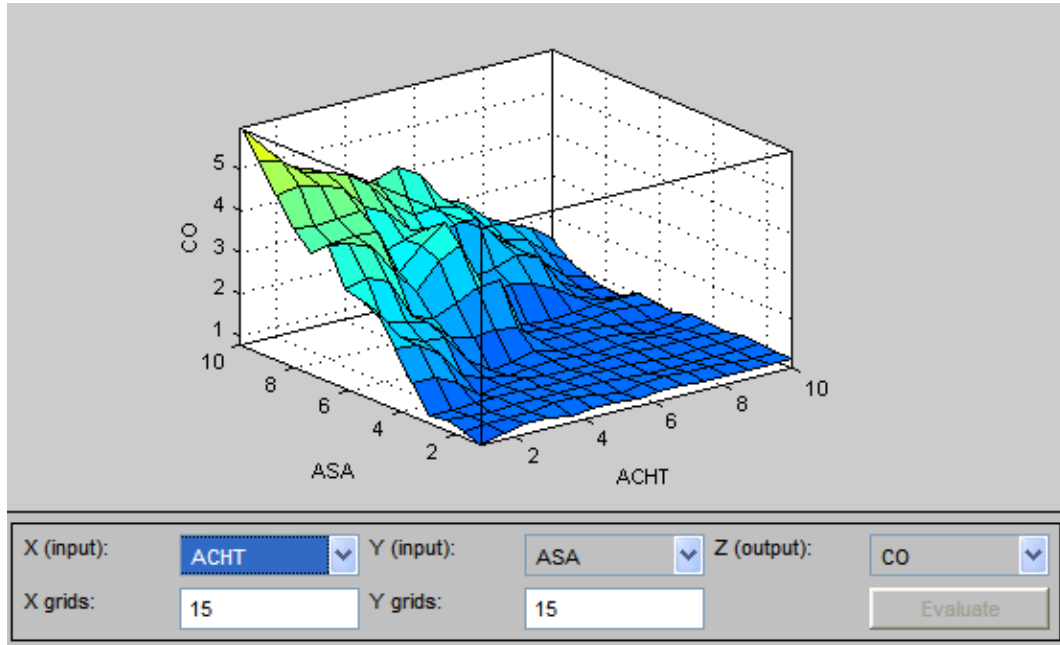


Şekil 4. 19 ASA, ACHT ve CO kural yapısı

7. “Rule Editor” penceresinde “View” menüsündeki “Surface” alt menüsü tıklanarak yapay sinir ağı yüzey şeklinde görüntülenir. Farklı X(Input), Y(Input) ve Z(Output) değerleri için değişen yüzey yapıları görüntülenebilir,



Şekil 4. 20 ASA ve ACHT alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi



Şekil 4. 21 ACHT ve ASA alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi

8. “Surface Viewer” penceresinde “View” menüsündeki “Rules” alt menüsü tıklanarak gerçek değerlerin analiz edileceği “Rule Viewer” ekranına ulaşılır. Proje bazında

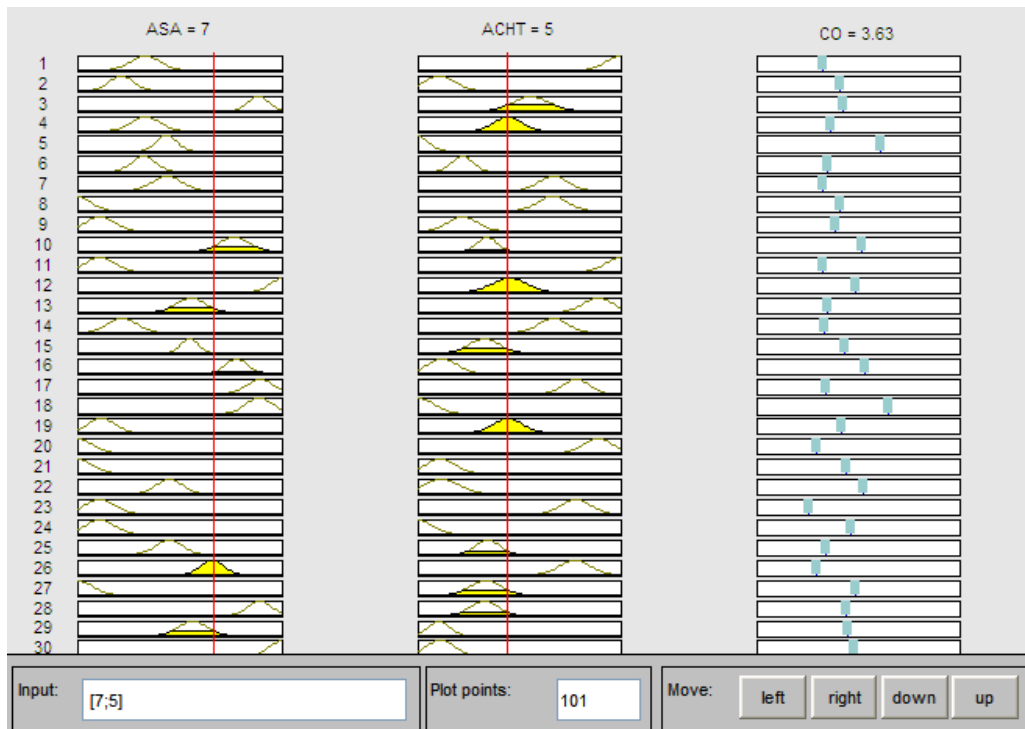
elde edilen değerler ölçekler yardımı ile işaretlenerek yapay sinir ağının çıktı üretmesi sağlanır.

Çağrı Ölçekleri Kriteri İçin Proje Bazında Elde Edilen Değerler ve YSA'nın ürettiği sonuçlar;

Proje	ASA	ACHT	Sonuçlar
P ₁	7	5	3,63
P ₂	6	5	2,34
P ₃	6	4	2
P ₄	6	6	1,19
P ₅	5	6	1
P ₆	5	7	1
P ₇	7	7	1,1
P ₈	5	5	1
P ₉	5	8	1,01

En yüksek CO çıktısı 3,63 olarak P₁ değerleri ile hesaplanmıştır.

P₁ için;



Şekil 4. 22 P1 için spesifik değer çıktısı gösterimi

4.4.3 Satış Değerleri ve Müşteri Sadakati Kriterinin Eğitimi

Satış değerleri ve müşteri sadakati; upsell satış oranı, cross sell satış oranı ve ikna oranı alt kriterlerinden meydana gelen bir ana kriterdir. Satış değerleri ve müşteri sadakati kriterinin eğitimi EK-A Bölüm 3'te yer alan anket cevapları ile gerçekleştirilecektir.

Eğitim adımları;

1. Anket sorularına verilen cevaplar ile elde edilen veriler Matlab'a yüklenir;
 - "Workspace" alanındaki "Import Data" butonuna tıklanır,
 - "Import Data" penceresinde datanın bulunduğu excel dosyası ve SD&MS için verilen cevapların yer aldığı sayfa seçilir,
 - "Import" butonuna tıklanır,
 - Elde edilen matrisin adı SD&MS olarak değiştirilir,
 - SD&MS kriteri 100x4'lük bir matris şeklinde import edilir. 100 = Soru sayısı, 4 = 3 (Alt Kriterler) + 1 (Cevap) şeklindedir.
2. "anfisedit" komutu ile anfis editor alanı görüntülenir,
3. "Load Data" alanının "Type" kısmında "Training", "From" kısmında "workspace" seçilir,
4. "Load Data" butonuna tıklanır,
5. "Load from workspace" penceresinde "Input Variable Name" olarak "SD&MS" yazılır,
6. "OK" tıklanır,
7. Data "Anfis Editor" alanında görüntülenir,
8. "Generate FIS" alanında "Subtractive Clustering (Azaltımlı Kümeleme)" seçilir,
9. "Generate FIS" butonuna tıklanır,

10. "Parameters For Clustering" penceresinde;

- "Range Of Influence" alanına 0,4 değeri,
- "Squash Factor" alanına 1,25 değeri,
- "Accept Ratio" alanına 0,5 değeri,
- "Reject Ratio" alanına 0,15 değeri yazılır,

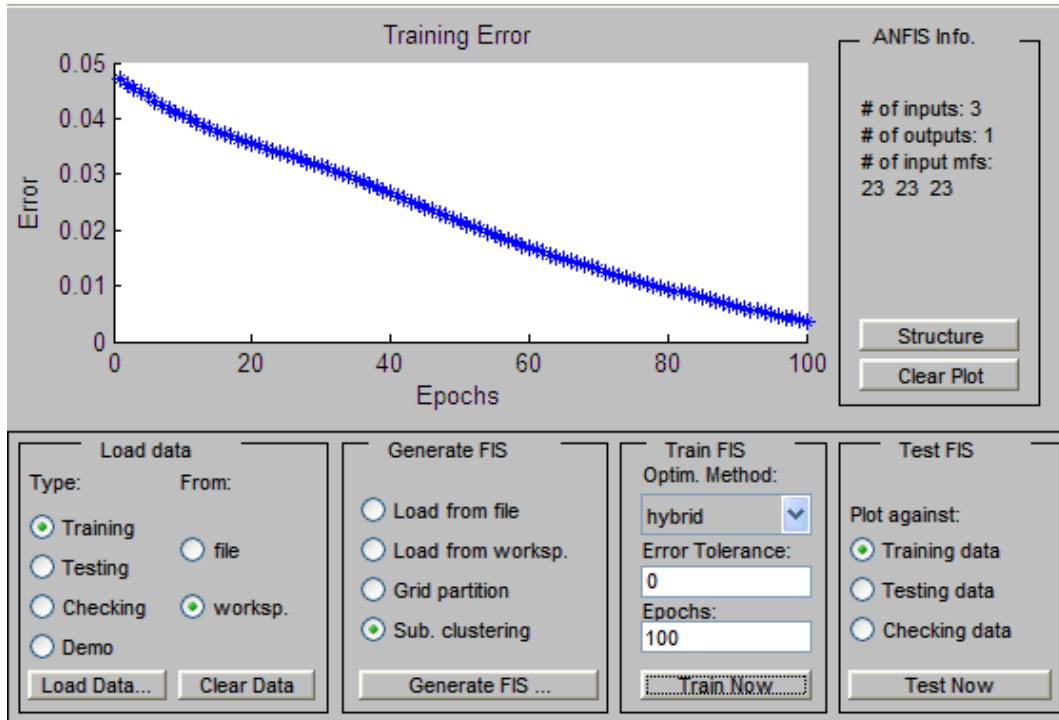
11. "OK" butonuna tıklanır,

12. "Train FIS" alanının "Optimization Method" kısmında "hybrid", "Error Tolerance" kısmında "0" ve "Epochs" kısmında 100 seçilir,

13. "Train Now" butonuna tıklanır.

Sonuçlar:

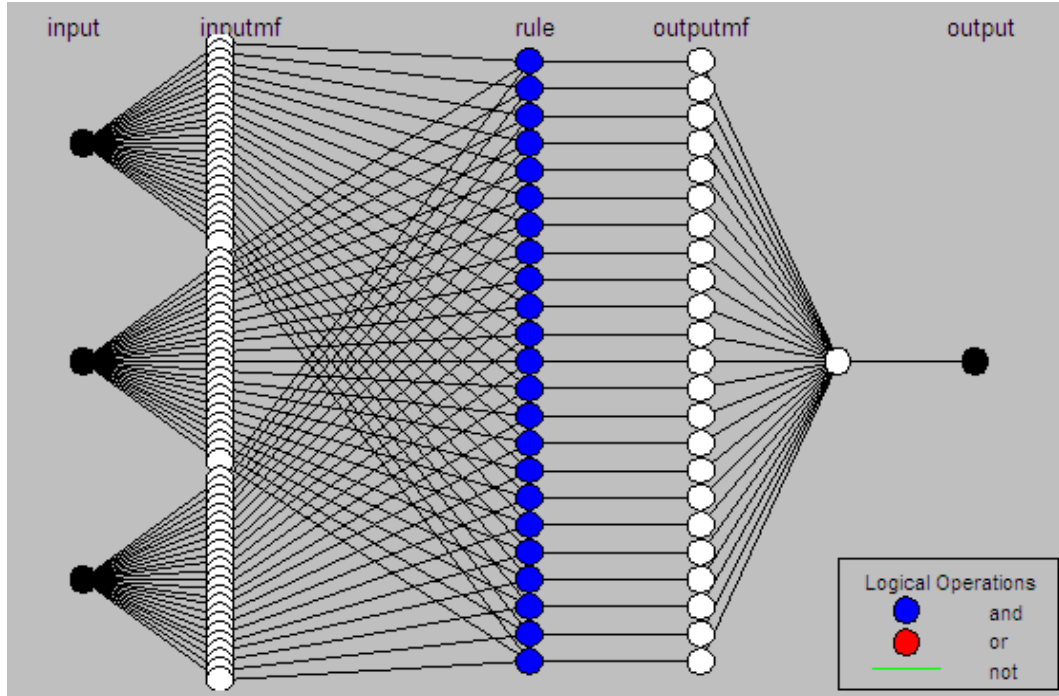
1. 100 iterasyon sonrasında 0,0036627 hata değeri ile eğitim tamamlanır,



Şekil 4. 23 SD&MS ana kriteri için eğitim ve hata gösterimi

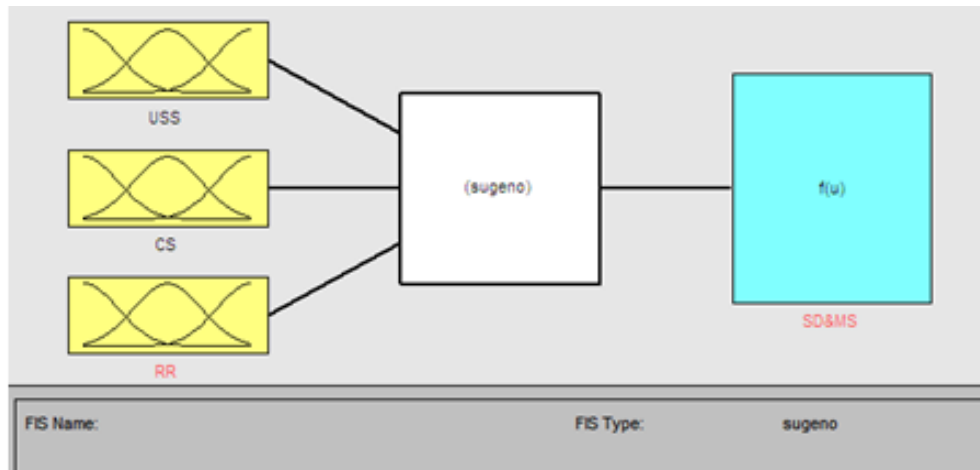
2. Girdi sayısı 3, çıktı sayısı 1 ve üyelik fonksiyonu sayısı 23 olarak elde edilir,

3. “Structure” butonuna tıklanarak üyelik fonksiyonları ve yapay sinir ağının yapısı görüntülenir. Inputmf alanında 69 (3x23) adet giriş, rule alanında 23 adet kural ve outputmf alanında 23 adet çıkış değeri oluşturulmuştur,



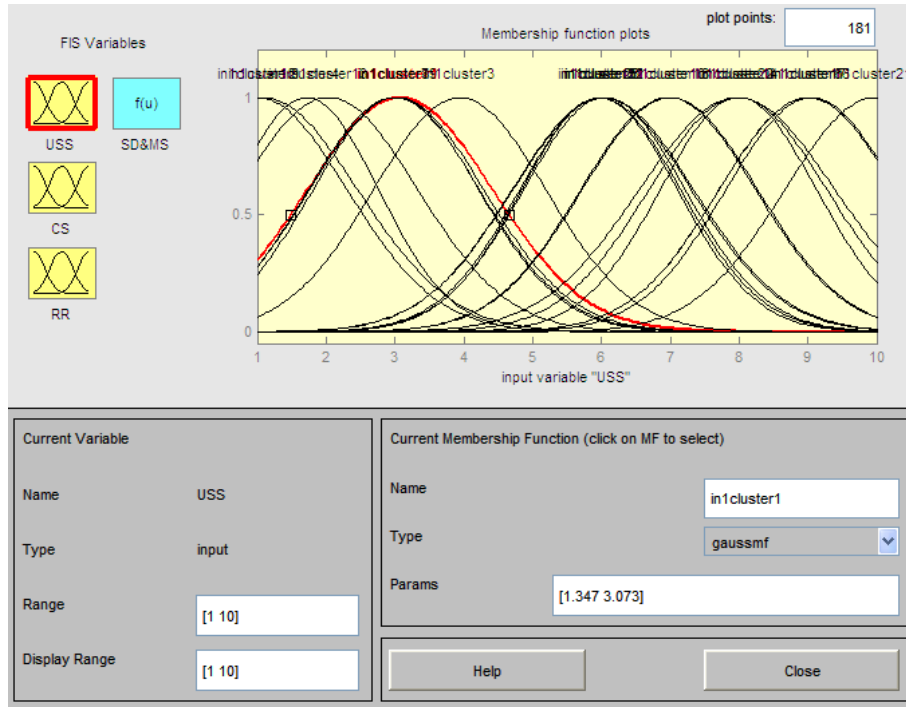
Şekil 4. 24 SD&MS ana kriteri için yapay sinir ağı yapısı

4. “Anfis Editor” penceresinde “Edit” menüsündeki “FIS Properties” alt menüsü tıklanarak yapay sinir ağının özellikleri görüntülenir,

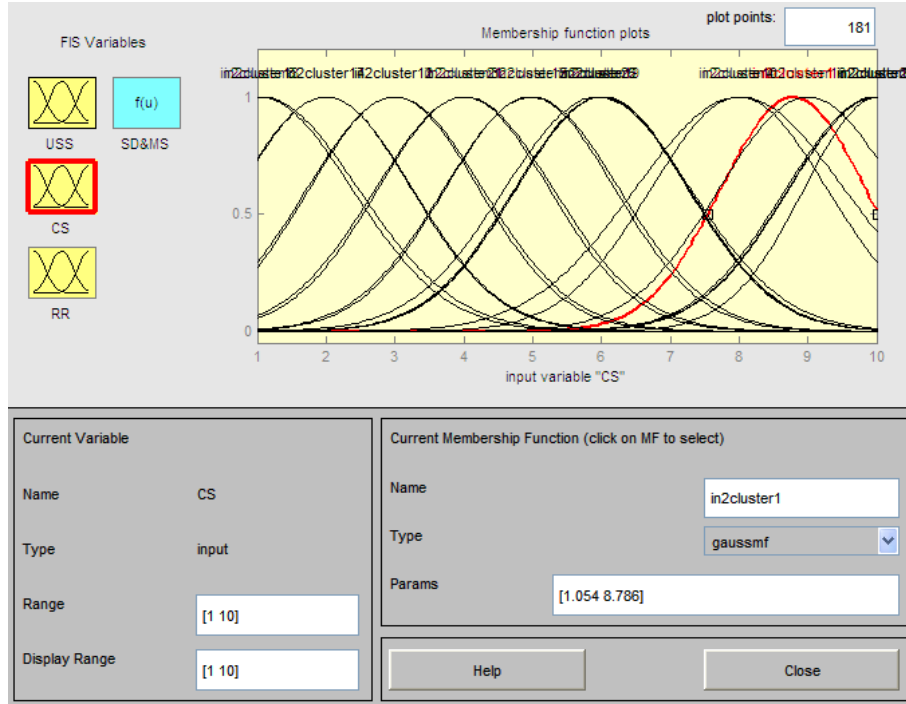


Şekil 4. 25 SD&MS ana kriteri için yapay sinir ağı özellikleri

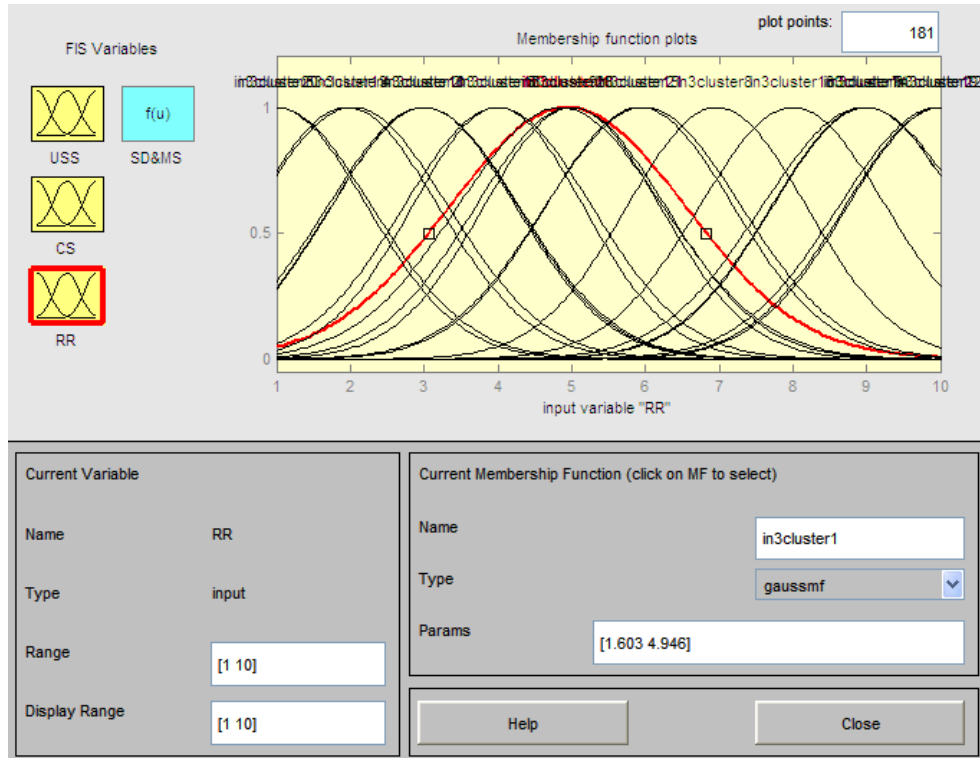
5. “FIS Editor” penceresinde “Edit” menüsündeki “Membership Functions” alt menüsü tıklanarak üyelik fonksiyonları alt kriterler bazında görüntülenir (“Gauss” fonksiyonu kullanılmıştır),



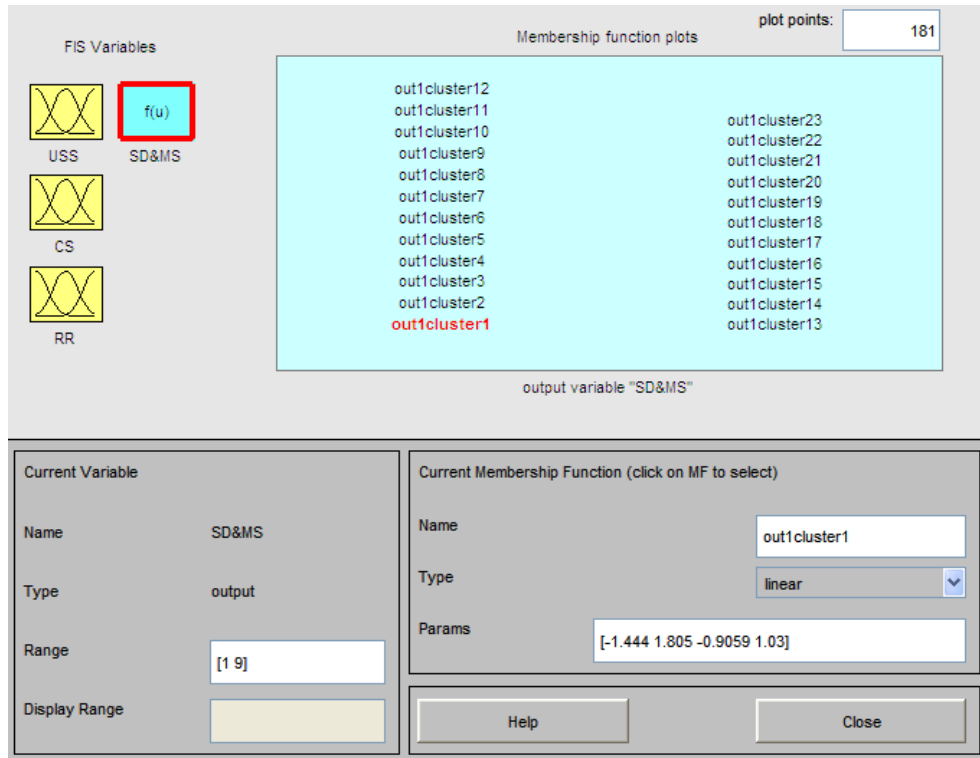
Şekil 4. 26 USS alt kriterine ait üyelik fonksiyonları



Şekil 4. 27 CS alt kriterine ait üyelik fonksiyonları



Şekil 4. 28 RR alt kriterine ait üyelik fonksiyonları



Şekil 4. 29 SD&MS ana kriterine ait üyelik fonksiyonları

6. “Membership Function Editor” penceresinde “Edit” menüsündeki “Rules” alt menüsü tıklanarak kurallar görüntülenir,

1. If (USS is in1cluster1) and (CS is in2cluster1) and (RR is in3cluster1) then (SD&MS is out1cluster1) (1)
2. If (USS is in1cluster2) and (CS is in2cluster2) and (RR is in3cluster2) then (SD&MS is out1cluster2) (1)
3. If (USS is in1cluster3) and (CS is in2cluster3) and (RR is in3cluster3) then (SD&MS is out1cluster3) (1)
4. If (USS is in1cluster4) and (CS is in2cluster4) and (RR is in3cluster4) then (SD&MS is out1cluster4) (1)
5. If (USS is in1cluster5) and (CS is in2cluster5) and (RR is in3cluster5) then (SD&MS is out1cluster5) (1)
6. If (USS is in1cluster6) and (CS is in2cluster6) and (RR is in3cluster6) then (SD&MS is out1cluster6) (1)
7. If (USS is in1cluster7) and (CS is in2cluster7) and (RR is in3cluster7) then (SD&MS is out1cluster7) (1)
8. If (USS is in1cluster8) and (CS is in2cluster8) and (RR is in3cluster8) then (SD&MS is out1cluster8) (1)
9. If (USS is in1cluster9) and (CS is in2cluster9) and (RR is in3cluster9) then (SD&MS is out1cluster9) (1)
10. If (USS is in1cluster10) and (CS is in2cluster10) and (RR is in3cluster10) then (SD&MS is out1cluster10) (1)
11. If (USS is in1cluster11) and (CS is in2cluster11) and (RR is in3cluster11) then (SD&MS is out1cluster11) (1)
12. If (USS is in1cluster12) and (CS is in2cluster12) and (RR is in3cluster12) then (SD&MS is out1cluster12) (1)
13. If (USS is in1cluster13) and (CS is in2cluster13) and (RR is in3cluster13) then (SD&MS is out1cluster13) (1)
14. If (USS is in1cluster14) and (CS is in2cluster14) and (RR is in3cluster14) then (SD&MS is out1cluster14) (1)
15. If (USS is in1cluster15) and (CS is in2cluster15) and (RR is in3cluster15) then (SD&MS is out1cluster15) (1)
16. If (USS is in1cluster16) and (CS is in2cluster16) and (RR is in3cluster16) then (SD&MS is out1cluster16) (1)
17. If (USS is in1cluster17) and (CS is in2cluster17) and (RR is in3cluster17) then (SD&MS is out1cluster17) (1)

If USS is and CS is and RR is Then SD&MS is

in1cluster1 in2cluster1 in3cluster1 out1cluster1
in1cluster2 in2cluster2 in3cluster2 out1cluster2
in1cluster3 in2cluster3 in3cluster3 out1cluster3
in1cluster4 in2cluster4 in3cluster4 out1cluster4
in1cluster5 in2cluster5 in3cluster5 out1cluster5
in1cluster6 in2cluster6 in3cluster6 out1cluster6
in1cluster7 in2cluster7 in3cluster7 out1cluster7
in1cluster8 in2cluster8 in3cluster8 out1cluster8
in1cluster9 in2cluster9 in3cluster9 out1cluster9
in1cluster10 in2cluster10 in3cluster10 out1cluster10

☐ not ☐ not ☐ not ☐ not

Connection: ☐ or ☒ and

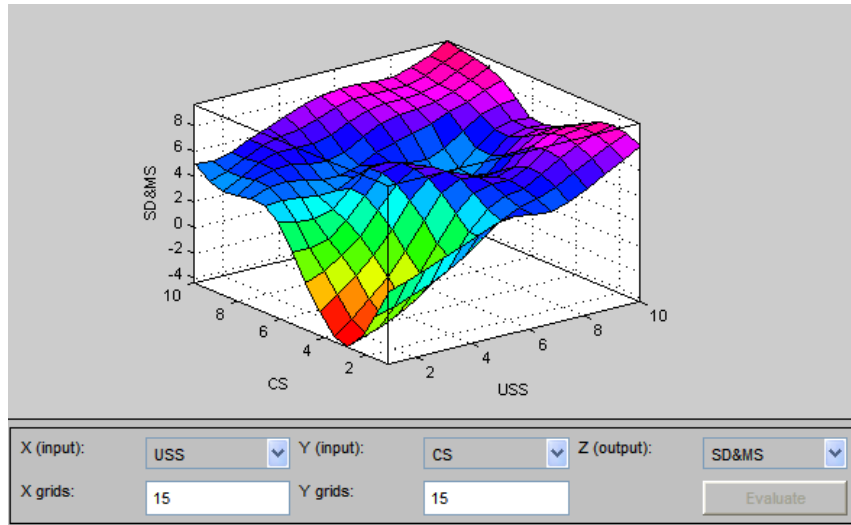
Weight: 1

Delete rule Add rule Change rule

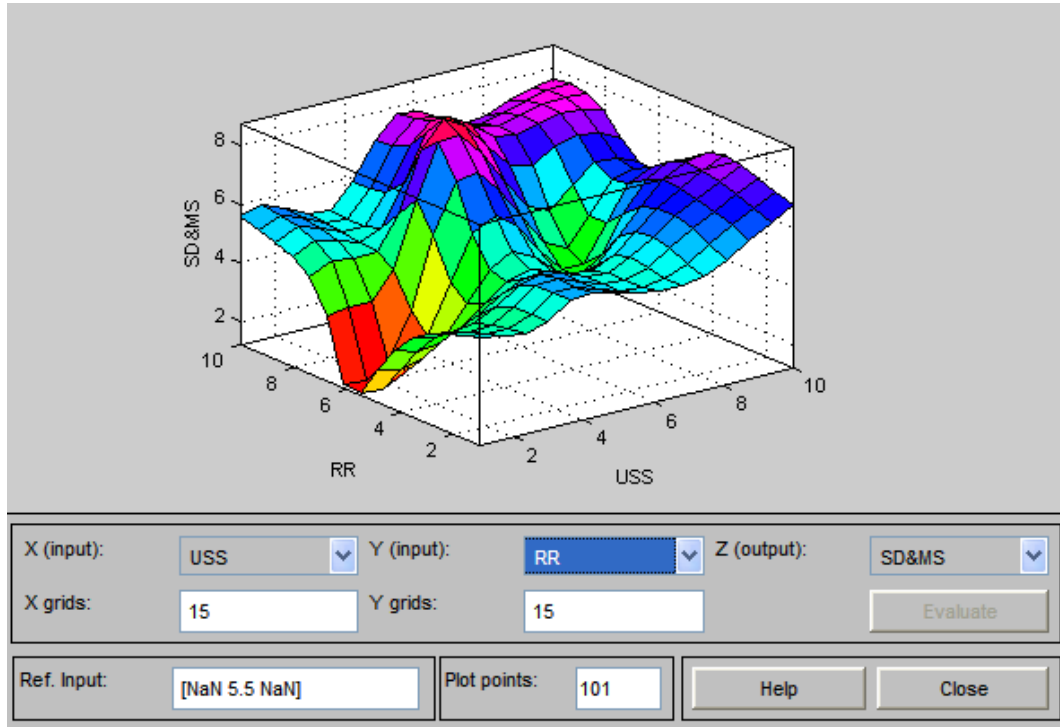
<< >>

Şekil 4. 30 USS, CS, RR ve SD&MS kural yapısı

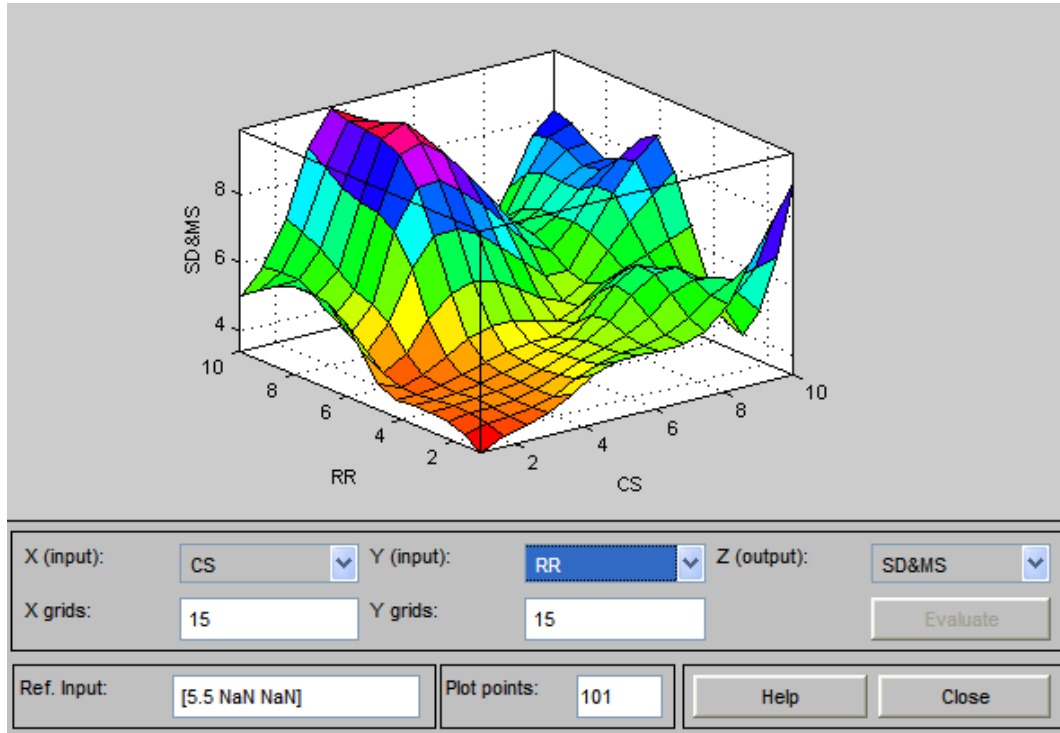
7. “Rule Editor” penceresinde “View” menüsündeki “Surface” alt menüsü tıklanarak yapay sinir ağı yüzey şeklinde görüntülenir. Farklı X(Input), Y(Input) ve Z(Output) değerleri için değişen yüzey yapıları görüntülenebilir,



Şekil 4. 31 USS ve CS alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi



Şekil 4. 32 USS ve RR alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi



Şekil 4. 33 CS ve RR alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi

8. "Surface Viewer" penceresinde "View" menüsündeki "Rules" alt menüsü tıklanarak gerçek değerlerin analiz edileceği "Rule Viewer" ekranına ulaşılır. Proje bazında

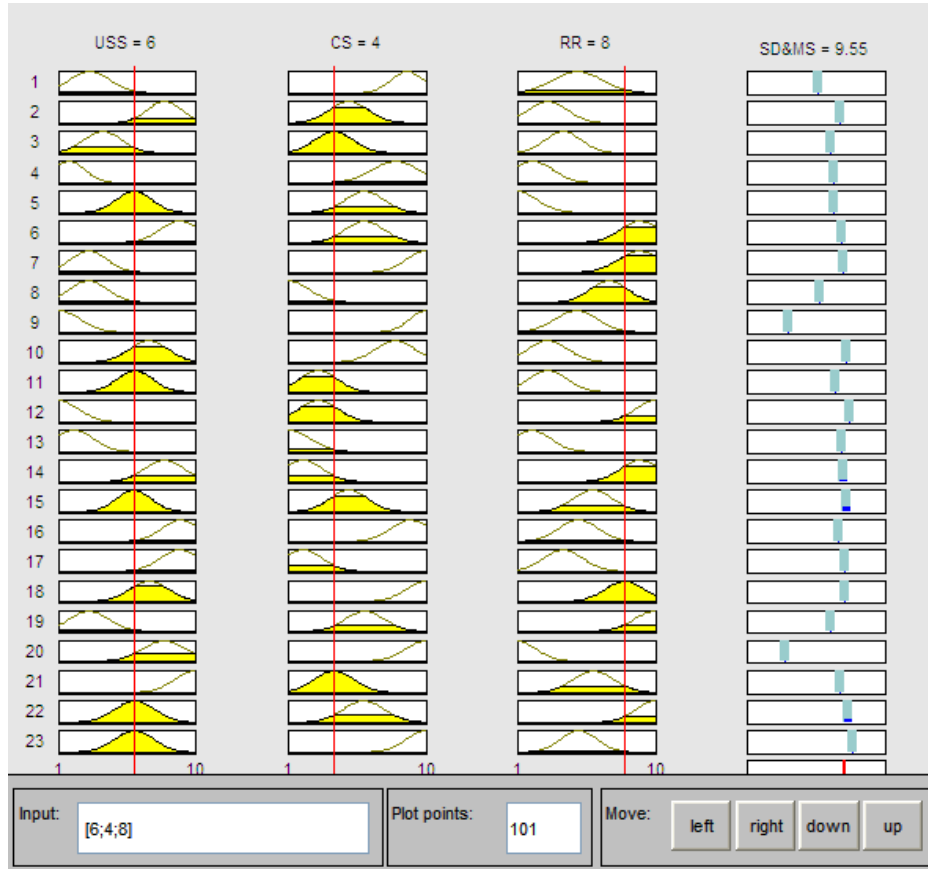
elde edilen değerler ölçekler yardımı ile işaretlenerek yapay sinir ağının çıktı üretmesi sağlanır.

Satış Değerleri ve Müşteri Sadakati Kriteri İçin Proje Bazında Elde Edilen Değerler ve YSA'nın ürettiği sonuçlar;

Proje	USS	CS	RR	Sonuçlar
P ₁	7	5	5	3,99
P ₂	6	4	7	8,47
P ₃	6	5	6	6
P ₄	6	5	4	4,3
P ₅	7	5	7	6
P ₆	6	6	5	4,26
P ₇	6	4	8	9,55
P ₈	5	4	4	4,45
P ₉	3	6	3	4,41

En yüksek SD&MS çıktısı 9,55 olarak P₇ değerleri ile hesaplanmıştır.

P₇ için;



Şekil 4. 34 P7 için spesifik değer çıktısı gösterimi

4.4.4 İnsan Kaynakları ve Gelişim Yönetimi Kriterinin Eğitimi

İnsan kaynakları ve gelişim yönetimi; kural ve prosedürlere uygun hizmet ve güncel bilgi seviyesi alt kriterlerinden meydana gelen bir ana kriterdir. İnsan kaynakları ve gelişim yönetimi kriterinin eğitimi EK-A Bölüm 4'te yer alan anket cevapları ile gerçekleştirilecektir.

Eğitim adımları;

1. Anket sorularına verilen cevaplar ile elde edilen veriler Matlab'a yüklenir;
 - "Workspace" alanındaki "Import Data" butonuna tıklanır,
 - "Import Data" penceresinde datanın bulunduğu excel dosyası ve IK&GY için verilen cevapların yer aldığı sayfa seçilir,
 - "Import" butonuna tıklanır,
 - Elde edilen matrisin adı IK&GY olarak değiştirilir,
 - IK&GY kriteri 100x3'lük bir matris şeklinde import edilir. 100 = Soru sayısı, 3 = 2 (Alt Kriterler) + 1 (Cevap) şeklindedir.
2. "anfisedit" komutu ile anfis editor alanı görüntülenir,
3. "Load Data" alanının "Type" kısmında "Training", "From" kısmında "workspace" seçilir,
4. "Load Data" butonuna tıklanır,
5. "Load from workspace" penceresinde "Input Variable Name" olarak "IK&GY" yazılır,
6. "OK" tıklanır,
7. Data "Anfis Editor" alanında görüntülenir,
8. "Generate FIS" alanında "Subtractive Clustering (Azaltımlı Kümeleme)" seçilir,
9. "Generate FIS" butonuna tıklanır,

10. "Parameters For Clustering" penceresinde;

- "Range Of Influence" alanına 0,3 değeri,
- "Squash Factor" alanına 1,25 değeri,
- "Accept Ratio" alanına 0,5 değeri,
- "Reject Ratio" alanına 0,15 değeri yazılır,

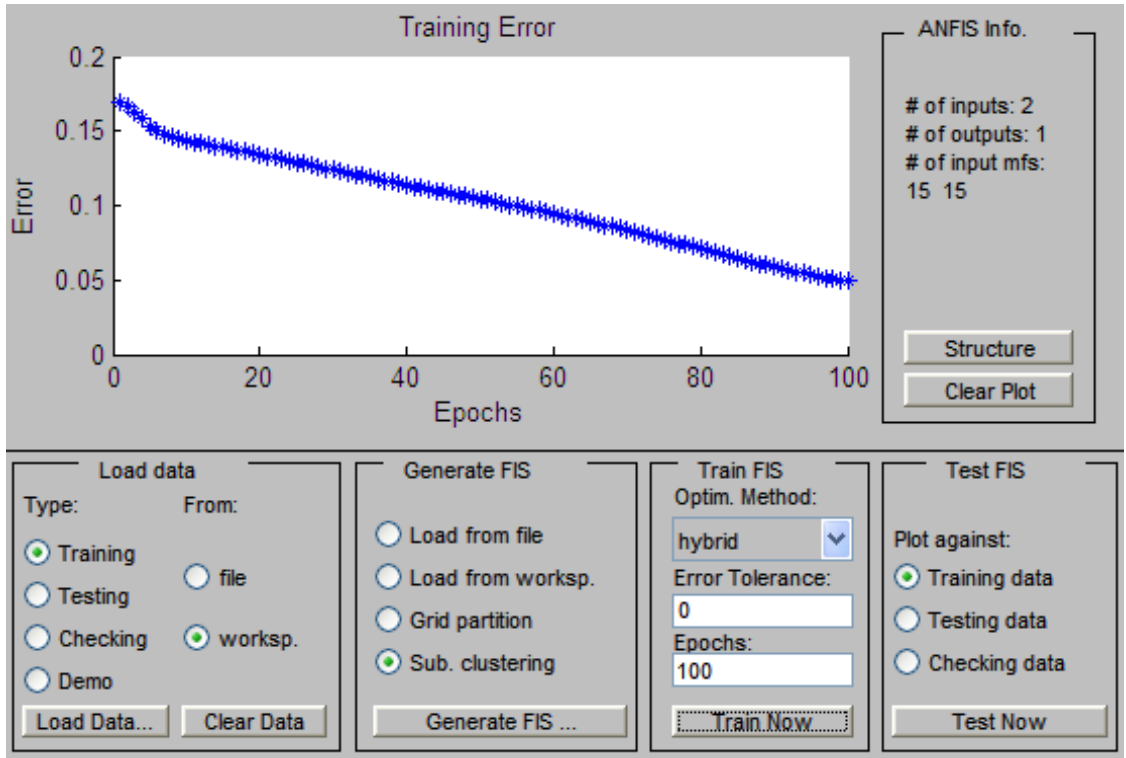
11. "OK" butonuna tıklanır,

12. "Train FIS" alanının "Optimization Method" kısmında "hybrid", "Error Tolerance" kısmında "0" ve "Epochs" kısmında 100 seçilir,

13. "Train Now" butonuna tıklanır.

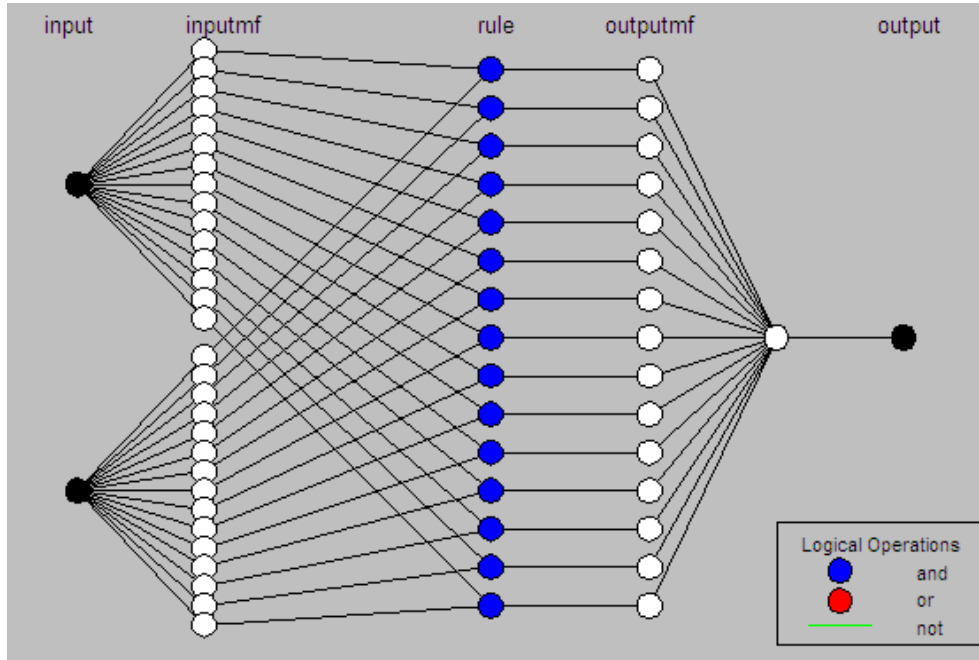
Sonuçlar:

1. 100 iterasyon sonrasında 0,049041 hata değeri ile eğitim tamamlanır,



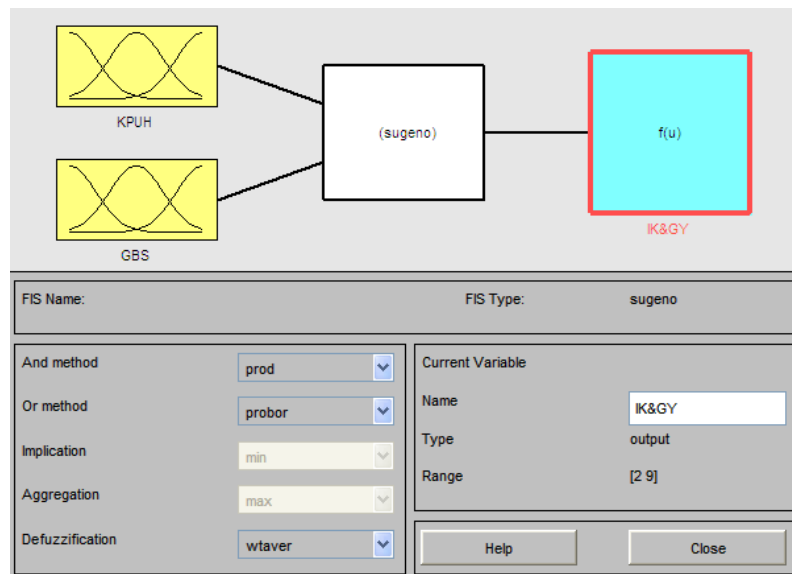
Şekil 4. 35 IK&GY ana kriteri için eğitim ve hata gösterimi

2. Girdi sayısı 2, çıktı sayısı 1 ve üyelik fonksiyonu sayısı 15 olarak elde edilir,
3. “Structure” butonuna tıklanarak üyelik fonksiyonları ve yapay sinir ağının yapısı görüntülenir. Inputmf alanında 30 (2x15) adet giriş, rule alanında 15 adet kural ve outputmf alanında 15 adet çıkış değeri oluşturulmuştur,



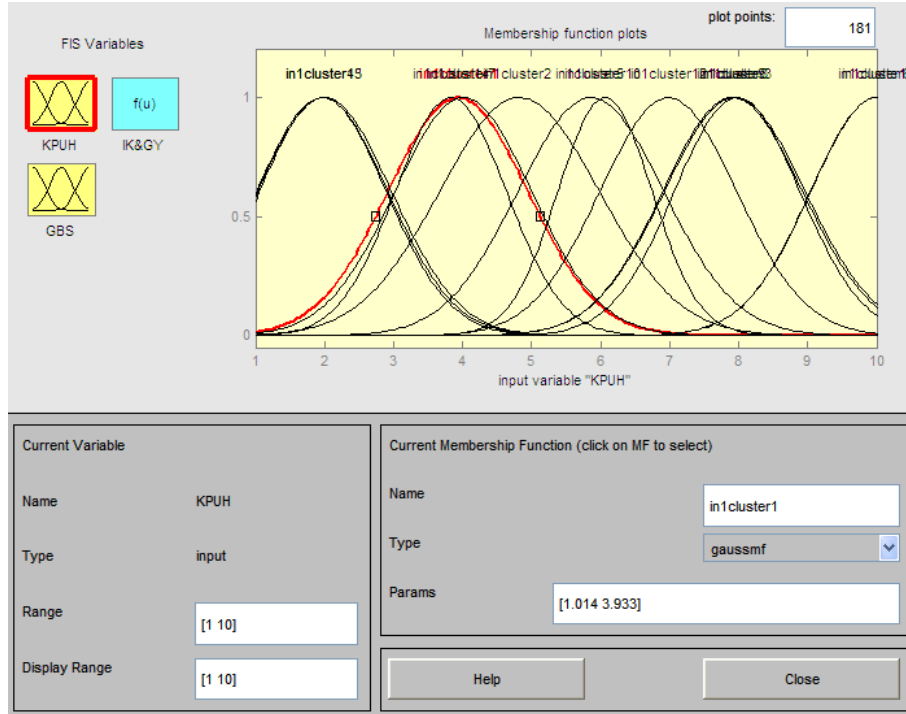
Şekil 4. 36 IK&GY ana kriteri için yapay sinir ağı yapısı

4. “Anfis Editor” penceresinde “Edit” menüsündeki “FIS Properties” alt menüsü tıklanarak yapay sinir ağının özellikleri görüntülenir,

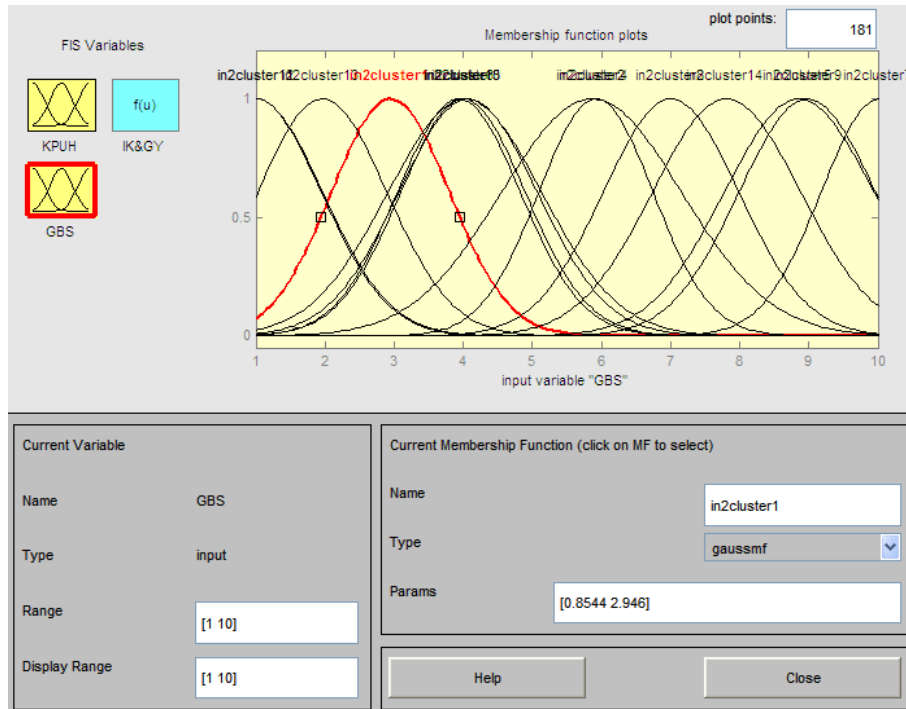


Şekil 4. 37 IK&GY ana kriteri için yapay sinir ağı özellikleri

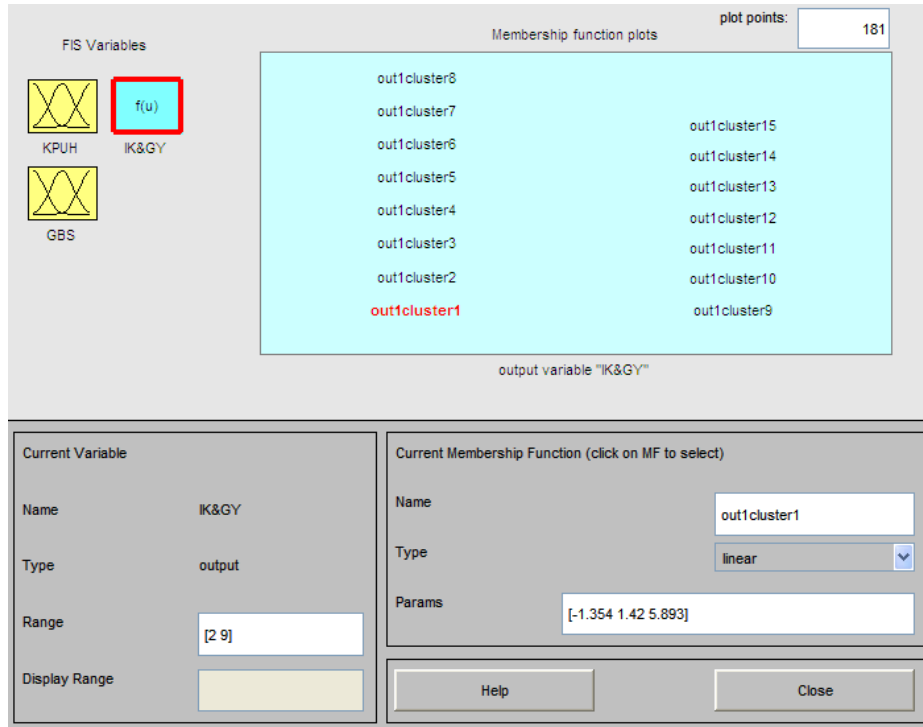
5. “FIS Editor” penceresinde “Edit” menüsündeki “Membership Functions” alt menüsü tıklanarak üyelik fonksiyonları alt kriterler bazında görüntülenir (“Gauss” fonksiyonu kullanılmıştır),



Şekil 4. 38 KPUH alt kriterine ait üyelik fonksiyonları

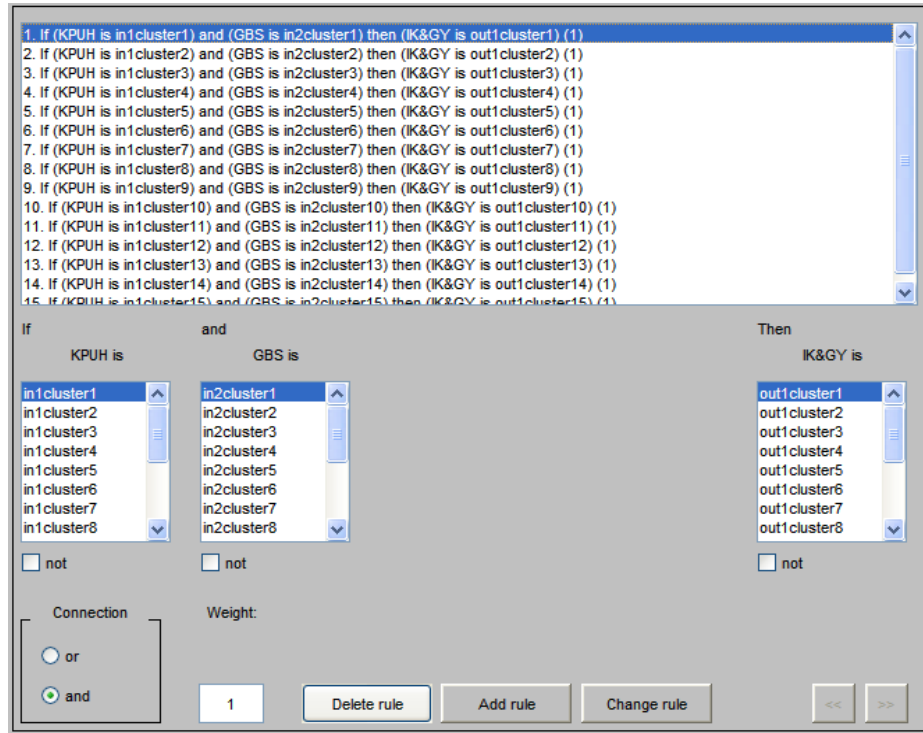


Şekil 4. 39 GBS alt kriterine ait üyelik fonksiyonları



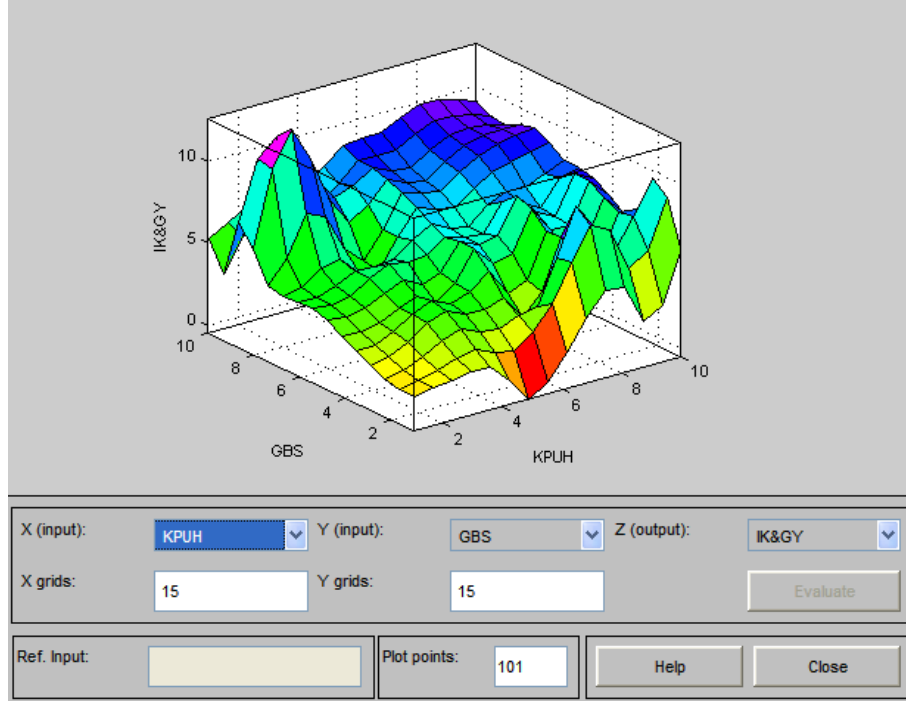
Şekil 4. 40 IK&GY ana kriterine ait üyelik fonksiyonları

6. "Membership Function Editor" penceresinde "Edit" menüsündeki "Rules" alt menüsü tıklanarak kurallar görüntülenir,

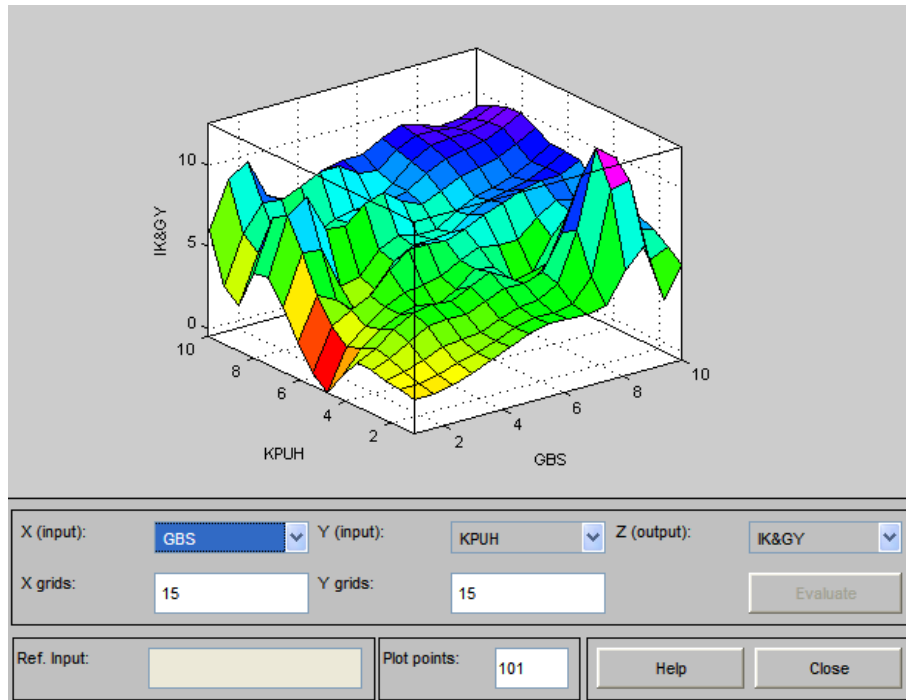


Şekil 4. 41 KPUH, GBS ve IK&GY kural yapısı

7. “Rule Editor” penceresinde “View” menüsündeki “Surface” alt menüsü tıklanarak yapay sinir ağı yüzey şeklinde görüntülenir. Farklı X(Input), Y(Input) ve Z(Output) değerleri için değişen yüzey yapıları görüntülenebilir,



Şekil 4. 42 KPUH ve GBS alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi



Şekil 4. 43 GBS ve KPUH alt kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi

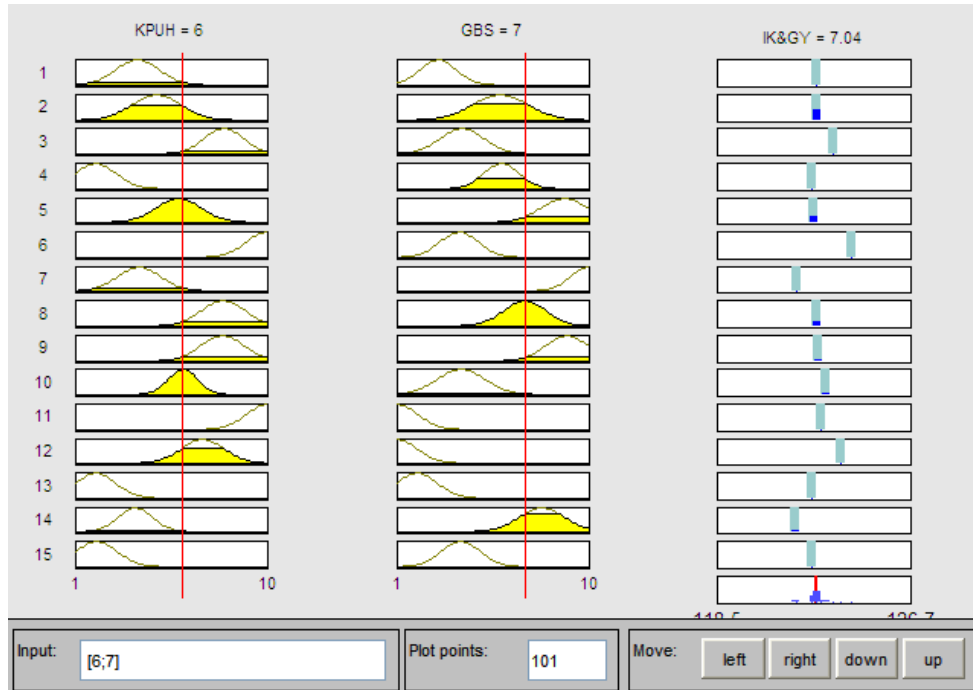
8. “Surface Viewer” penceresinde “View” menüsündeki “Rules” alt menüsü tıklanarak gerçek değerlerin analiz edileceği “Rule Viewer” ekranına ulaşılır. Proje bazında elde edilen değerler ölçekler yardımı ile işaretlenerek yapay sinir ağının çıktı üretmesi sağlanır.

İnsan Kaynakları ve Gelişim Yönetimi Kriteri İçin Proje Bazında Elde Edilen Değerler ve YSA’nın ürettiği sonuçlar;

Proje	KPUH	GBS	Sonuçlar
P ₁	7	5	6,75
P ₂	6	4	5,01
P ₃	6	5	6
P ₄	6	7	7,04
P ₅	7	4	6
P ₆	6	6	5,99
P ₇	8	5	7
P ₈	5	4	4,98
P ₉	3	6	4,93

En yüksek IK&GY çıktısı 7,04 olarak P₄ değerleri ile hesaplanmıştır.

P₄ için;



Şekil 4. 44 P₄ için spesifik değer çıktısı gösterimi

4.4.5 Projelerin Eğitimi

Çağrı merkezinde gerçekleştirilen projeler; operasyonel etkinlik, çağrı ölçekleri, satış değerleri&müşteri sadakati ve insan kaynakları&gelişim yönetimi kriterleri ile değerlendirilmektedir. Projelerin eğitimi EK-A Bölüm 5'te yer alan anket cevapları ile gerçekleştirilecektir.

Eğitim adımları;

1. Anket sorularına verilen cevaplar ile elde edilen veriler Matlab'a yüklenir;
 - "Workspace" alanındaki "Import Data" butonuna tıklanır,
 - "Import Data" penceresinde datanın bulunduğu excel dosyası ve projeler için verilen cevapların yer aldığı sayfa seçilir,
 - "Import" butonuna tıklanır,
 - Elde edilen matrisin adı Proje olarak değiştirilir,
 - Projeler 100x5'lik bir matris şeklinde import edilir. 100 = Soru sayısı, 5 = 4 (Ana Kriterler) + 1 (Cevap) şeklindedir.
2. "anfisedit" komutu ile anfis editor alanı görüntülenir,
3. "Load Data" alanının "Type" kısmında "Training", "From" kısmında "workspace" seçilir,
4. "Load Data" butonuna tıklanır,
5. "Load from workspace" penceresinde "Input Variable Name" olarak "Proje" yazılır,
6. "OK" tıklanır,
7. Data "Anfis Editor" alanında görüntülenir,
8. "Generate FIS" alanında "Subtractive Clustering (Azaltımlı Kümeleme)" seçilir,
9. "Generate FIS" butonuna tıklanır,

10. "Parameters For Clustering" penceresinde;

- "Range Of Influence" alanına 0,5 değeri,
- "Squash Factor" alanına 1,25 değeri,
- "Accept Ratio" alanına 0,5 değeri,
- "Reject Ratio" alanına 0,15 değeri yazılır,

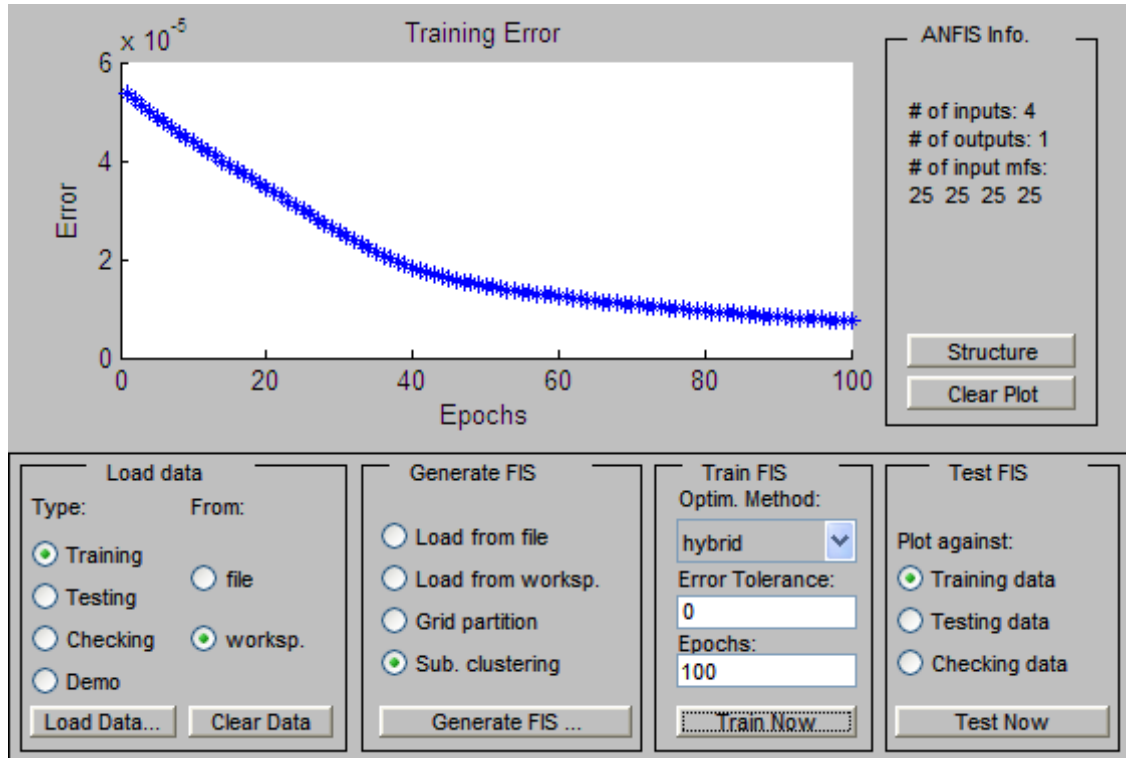
11. "OK" butonuna tıklanır,

12. "Train FIS" alanının "Optimization Method" kısmında "hybrid", "Error Tolerance" kısmında "0" ve "Epochs" kısmında 100 seçilir,

13. "Train Now" butonuna tıklanır.

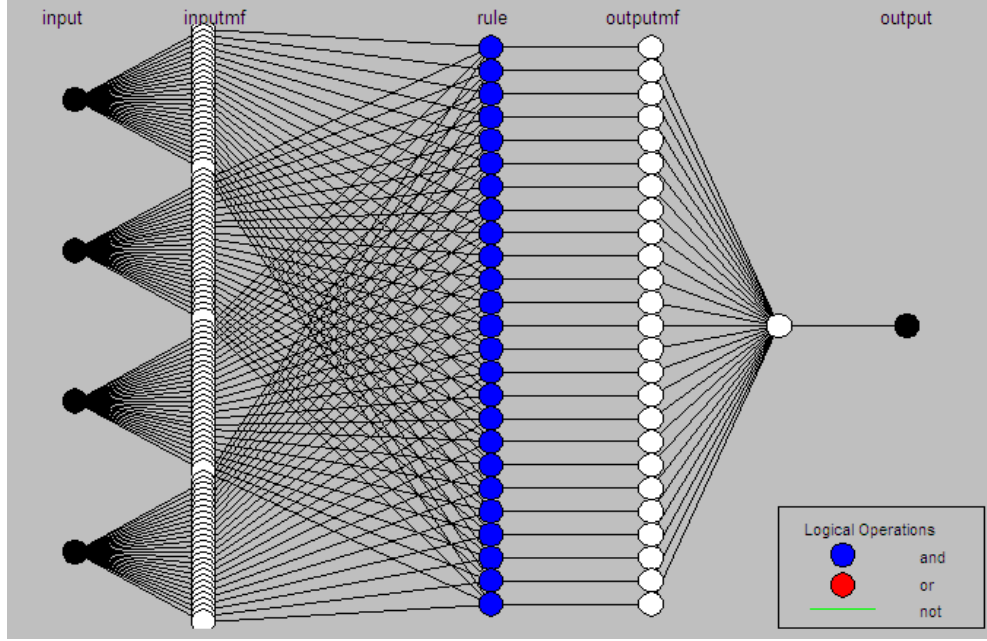
Sonuçlar:

1. 100 iterasyon sonrasında 7,3716e-006 hata değeri ile eğitim tamamlanır,



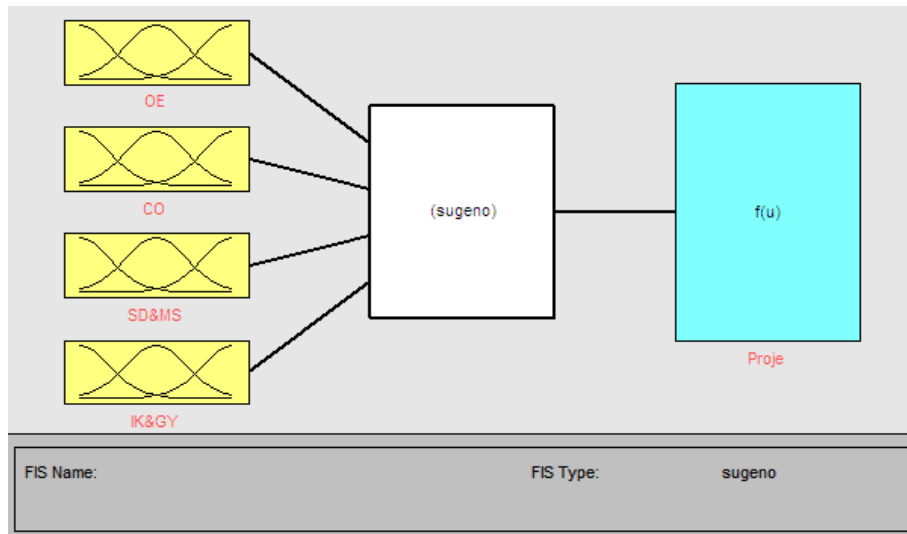
Şekil 4. 45 Projelerin eğitimi ve hata gösterimi

2. Girdi sayısı 4, çıktı sayısı 1 ve üyelik fonksiyonu sayısı 25 olarak elde edilir,
3. “Structure” butonuna tıklanarak üyelik fonksiyonları ve yapay sinir ağının yapısı görüntülenir. Inputmf alanında 100 (4x25) adet giriş, rule alanında 25 adet kural ve outputmf alanında 25 adet çıkış değeri oluşturulmuştur,



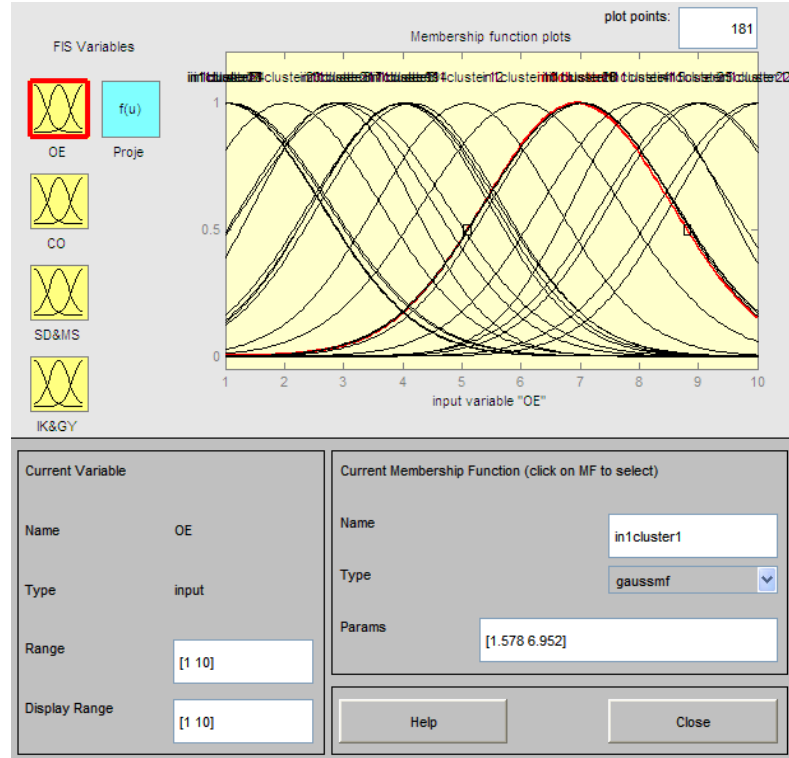
Şekil 4. 46 Projelerin eğitimi için yapay sinir ağı yapısı

4. “Anfis Editor” penceresinde “Edit” menüsündeki “FIS Properties” alt menüsü tıklanarak yapay sinir ağının özellikleri görüntülenir,

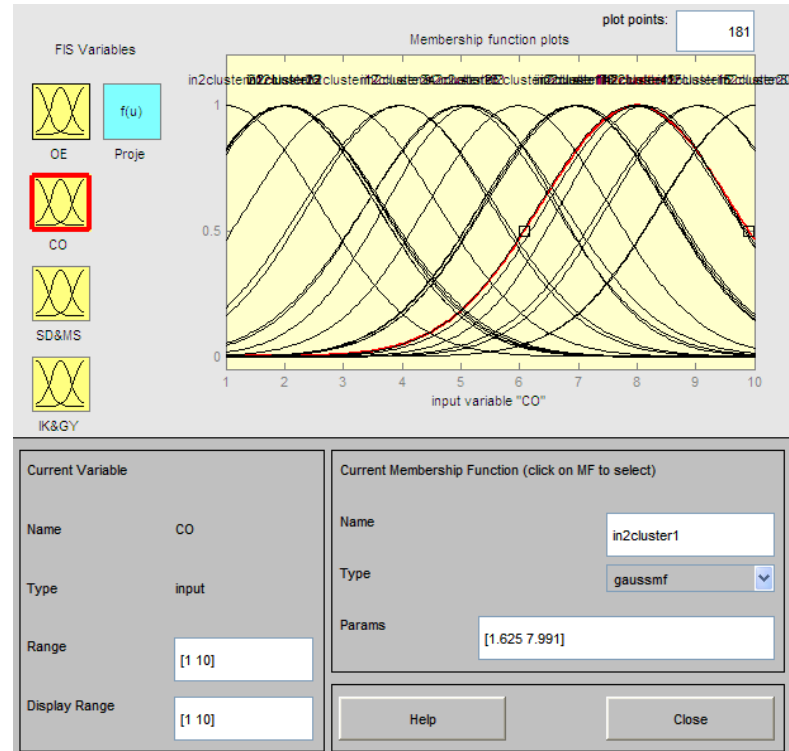


Şekil 4. 47 Projelerin eğitimi için yapay sinir ağı özellikleri

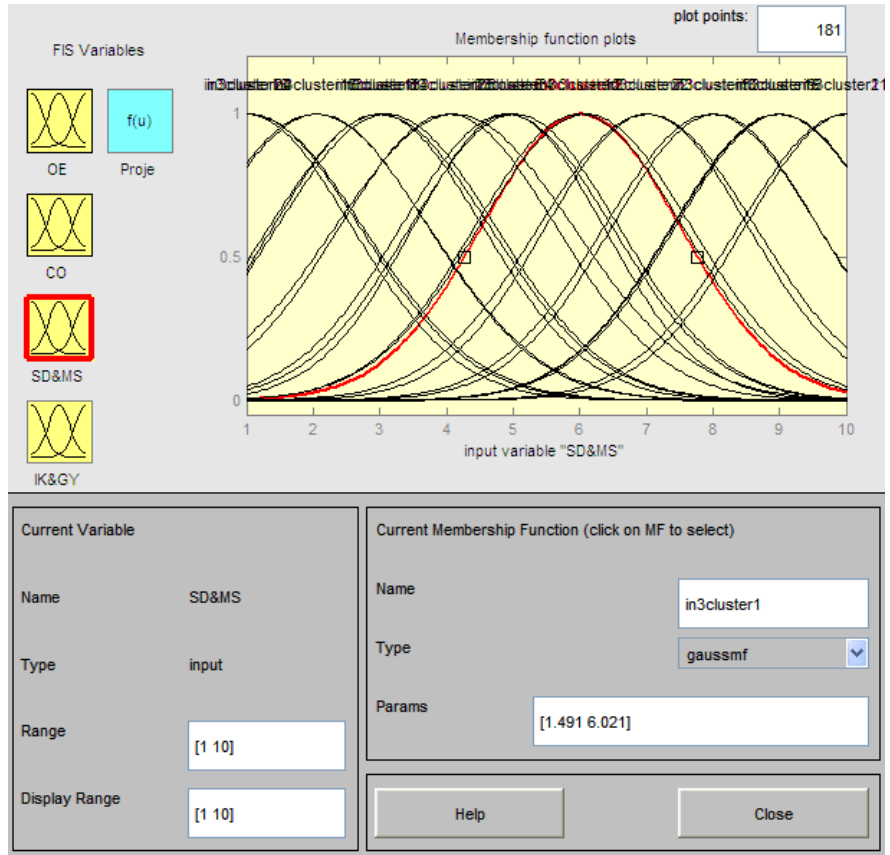
5. “FIS Editor” penceresinde “Edit” menüsündeki “Membership Functions” alt menüsü tıklanarak üyelik fonksiyonları alt kriterler bazında görüntülenir (“Gauss” fonksiyonu kullanılmıştır),



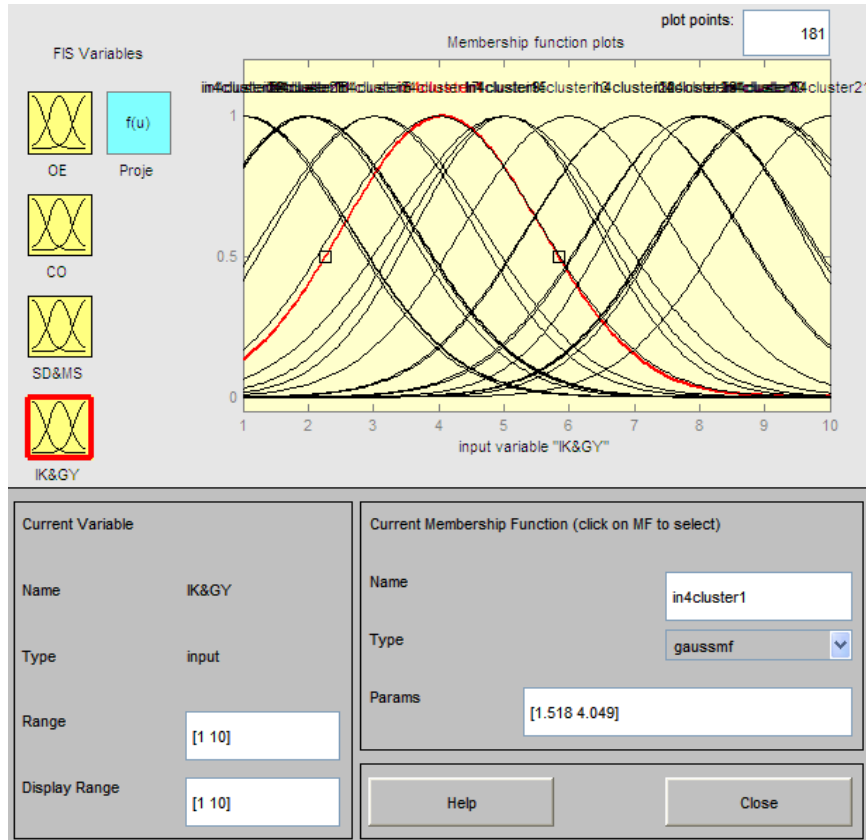
Şekil 4. 48 Operasyonel etkinlik ana kriterine ait üyelik fonksiyonları



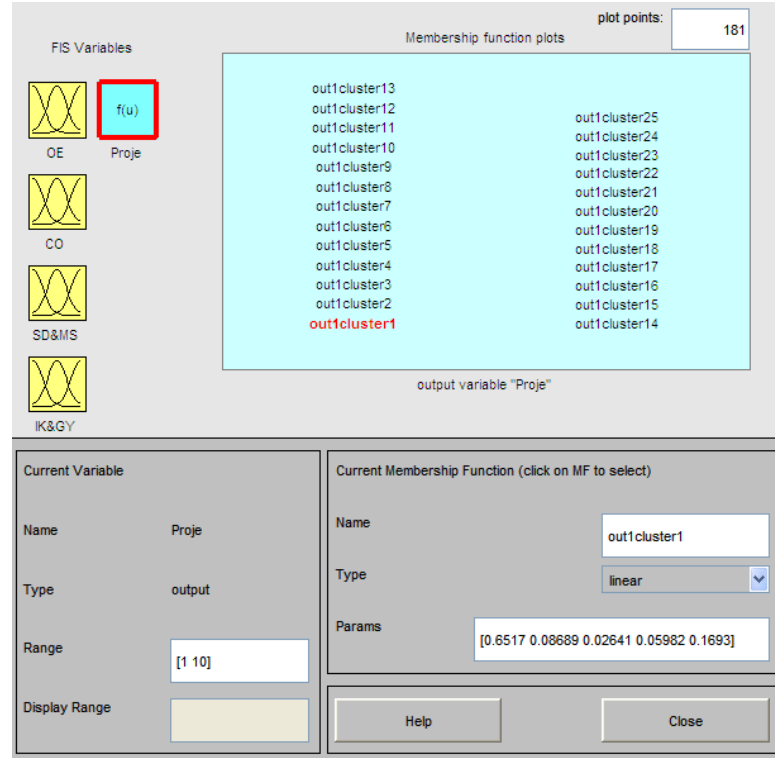
Şekil 4. 49 Çağrı ölçekleri ana kriterine ait üyelik fonksiyonları



Şekil 4. 50 Satış değerleri ve müşteri sadakati ana kriterine ait üyelik fonksiyonları

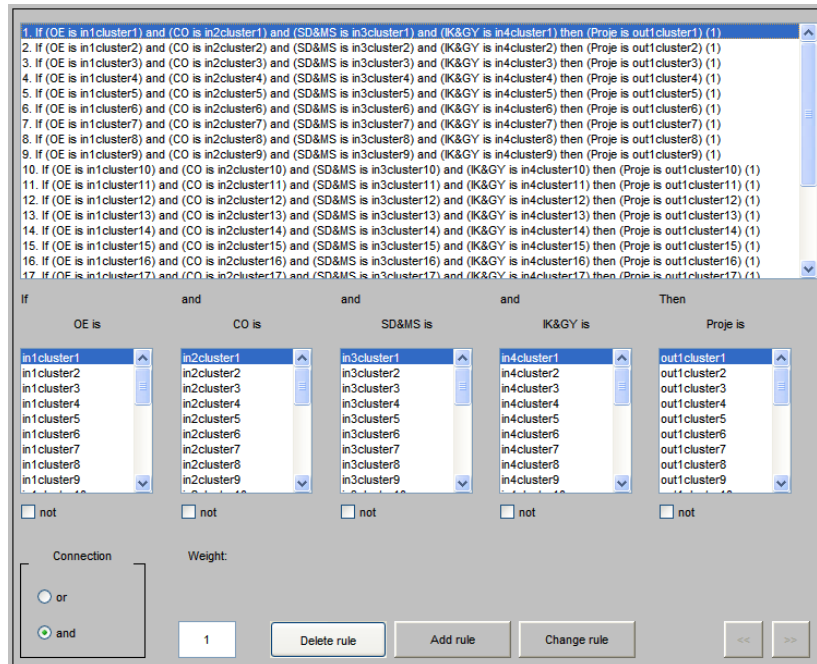


Şekil 4. 51 İnsan kaynakları ve gelişim yönetimi ana kriterine ait üyelik fonksiyonları



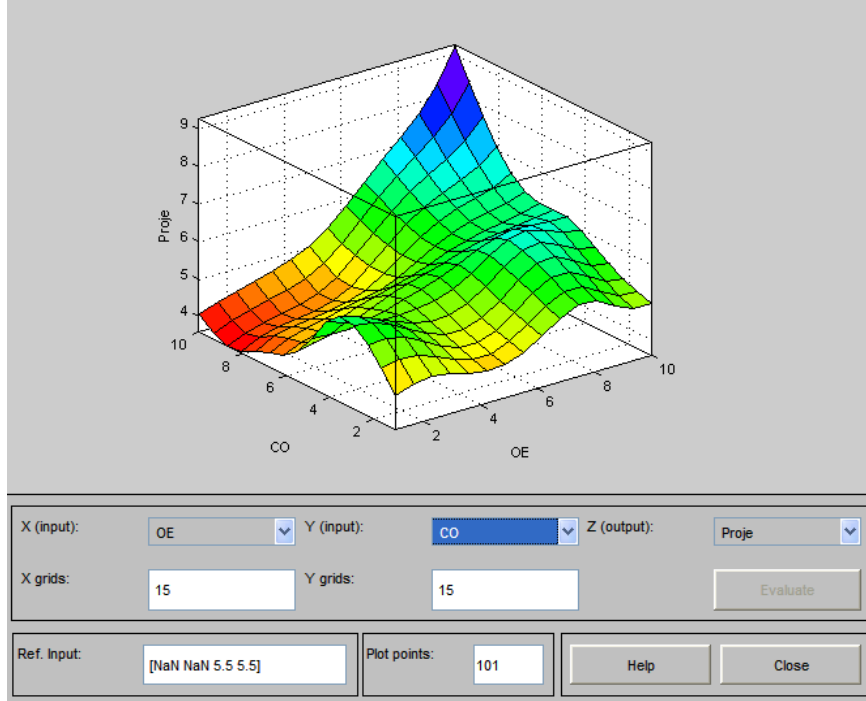
Şekil 4. 52 Projelerin eğitimine ait üyelik fonksiyonları

6. “Membership Function Editor” penceresinde “Edit” menüsündeki “Rules” alt menüsü tıklanarak kurallar görüntülenir,

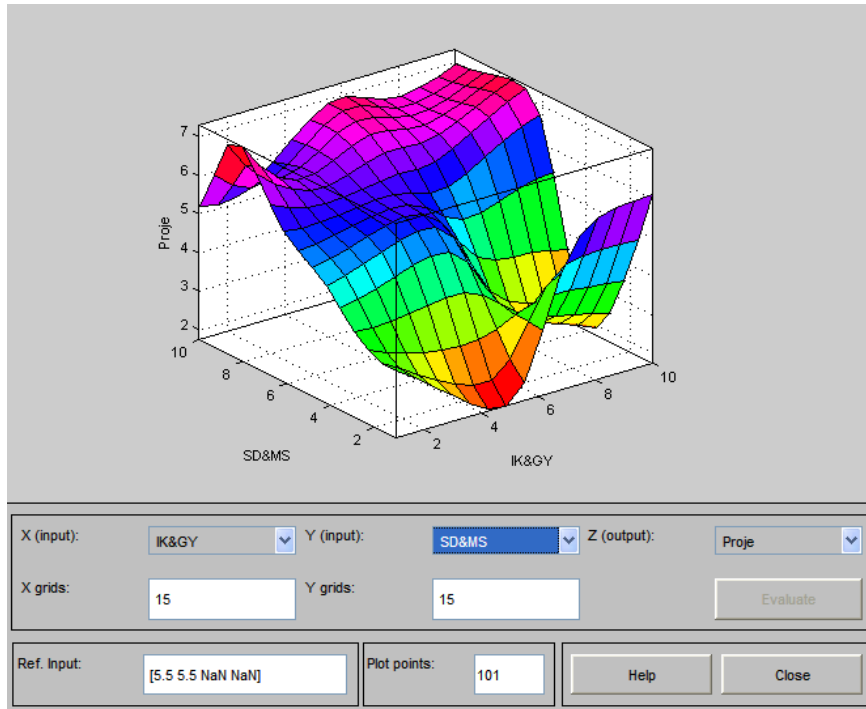


Şekil 4. 53 OE, CO, SD&MS, IK&GY ve proje eğitimi kural yapısı

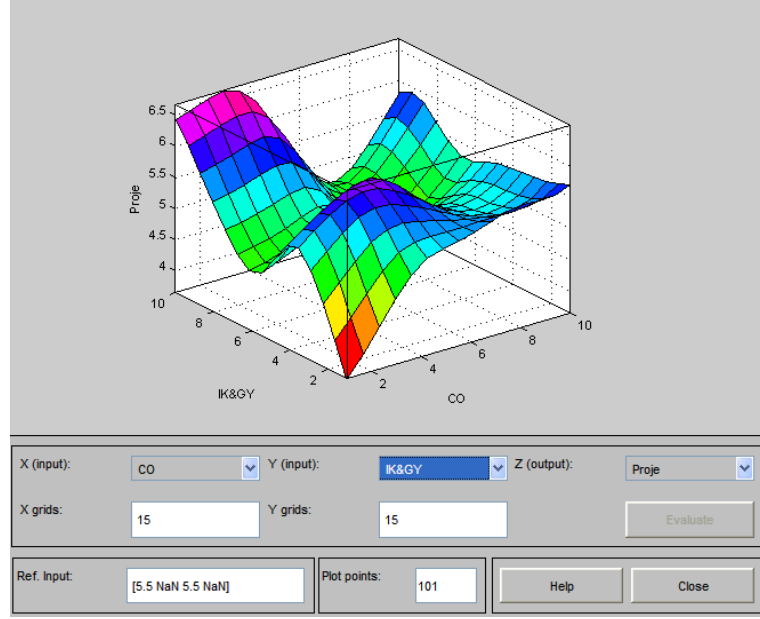
7. “Rule Editor” penceresinde “View” menüsündeki “Surface” alt menüsü tıklanarak yapay sinir ağı yüzey şeklinde görüntülenir. Farklı X(Input), Y(Input) ve Z(Output) değerleri için değişen yüzey yapıları görüntülenebilir,



Şekil 4. 54 OE ve CO ana kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi



Şekil 4. 55 IK&GY ve SD&MS ana kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi



Şekil 4. 56 CO ve IK&GY ana kriterlerinin yüzey şeklinde gösterimi

8. “Surface Viewer” penceresinde “View” menüsündeki “Rules” alt menüsü tıklanarak gerçek değerlerin analiz edileceği “Rule Viewer” ekranına ulaşılır. Proje bazında elde edilen değerler ölçekler yardımı ile işaretlenerek yapay sinir ağının çıktı üretmesi sağlanır.

Tablonun OE, CO, SD&MS ve IK&GY kolonunda alt ANFIS çalışmaları ile elde edilen veriler yer almaktadır. Alt ANFIS verilerinin ana ANFIS üzerinde değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar ise “Projeler” kolonunda yer almaktadır.

Alt ANFIS değerlerinin eğitilmesi sonucunda **en faydalı proje P₁** olarak tespit edilmiştir.

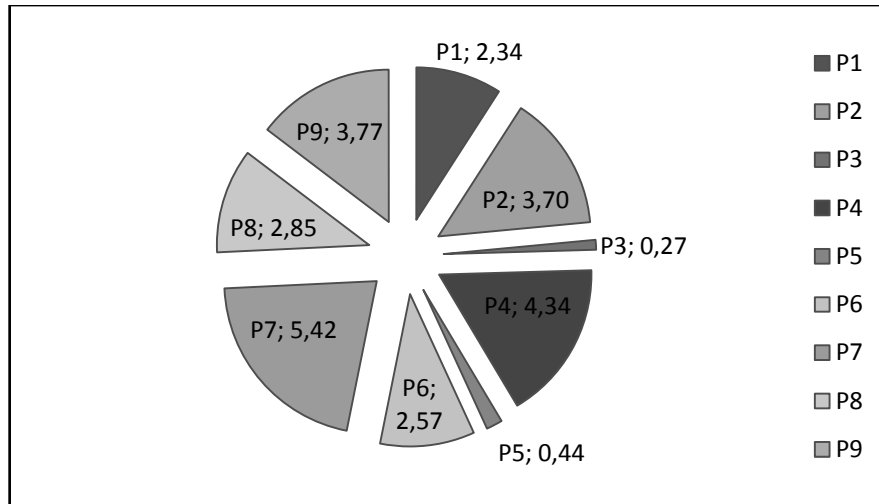
Proje	OE	CO	SD&MS	IK&GY	Projeler
P ₁	2,34	3,63	3,99	6,75	5,59
P ₂	3,7	2,34	8,47	5,01	4,84
P ₃	0,27	2	6	6	5,33
P ₄	4,34	1,19	4,3	7,04	4,79
P ₅	0,44	1	6	6	4,52
P ₆	2,57	1	4,26	5,99	4,33
P ₇	5,42	1,1	9,55	7	5,09
P ₈	2,85	1	4,45	4,98	4,62
P ₉	3,77	1,01	4,41	4,93	4,4

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde öncelikli olarak her bir alt ANFIS proje bazında değerlendirilecektir. Bir sonraki adımda en faydalı proje olarak tespit edilen P_1 için detaylı değerlendirme yapılacaktır.

5.1 Operasyonel Etkinlik Kriterinin Değerlendirilmesi

Operasyonel etkinlik kriterinin anket sorularına verilen cevaplar ile eğitilmesi sonucunda en faydalı proje P_7 olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki Şekil 5.1’de proje bazında fayda dağılımı yer almaktadır. Eğitim verilerine göre 5,42 sonucu ile ilk sırada P_7 , ikinci sırada P_4 ve üçüncü sırada P_9 yer almaktadır.



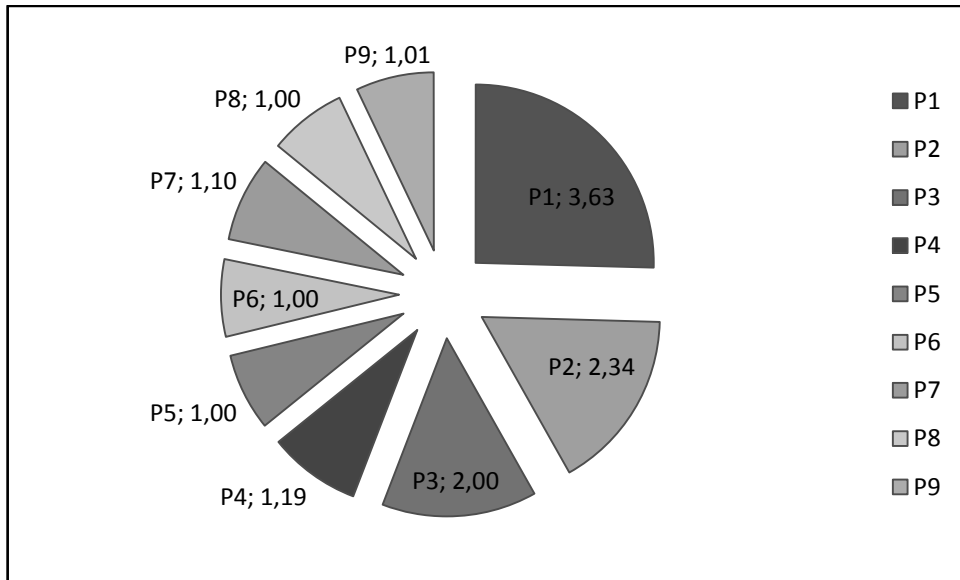
Şekil 5. 1 OE kriteri için proje bazında fayda dağılımı

Operasyonel etkinlik kriteri için en faydalı proje olarak tespit edilen P_7 upsell satış oranını artırmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Birden çok hat sahibi olan müşterileri kapsamaktadır. Bu türden müşterilere sistem üzerinden işlem yapılabilmesi için müşterinin her iki hat için teklif edileni kabul etmesi gerekmektedir ancak müşteri bir teklifi kabul eder ve diğer teklifi kabul etmez ise teklif sisteme aktarılamıyordu. Bir teklif kabul eden müşterilerin sisteme kaydı sağlanmıştır.

Operasyonel etkinlik kriteri verimli ve etkin çalışmayı esas almaktadır. Bu doğrultuda mevcut bir çalışmanın sisteme işlenebilir hale getirilmesi verimlilik ve etkinlik artışı anlamına gelmektedir.

5.2 Çağrı Ölçekleri Kriterinin Değerlendirilmesi

Çağrı ölçekleri kriterinin anket sorularına verilen cevaplar ile eğitilmesi sonucunda en faydalı proje P_1 olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki Şekil 5.2’ de proje bazında fayda dağılımı yer almaktadır. Eğitim verilerine göre 3,63 sonucu ile ilk sırada P_1 , ikinci sırada P_2 ve üçüncü sırada P_3 yer almaktadır.



Şekil 5. 2 CO kriteri için proje bazında fayda dağılımı

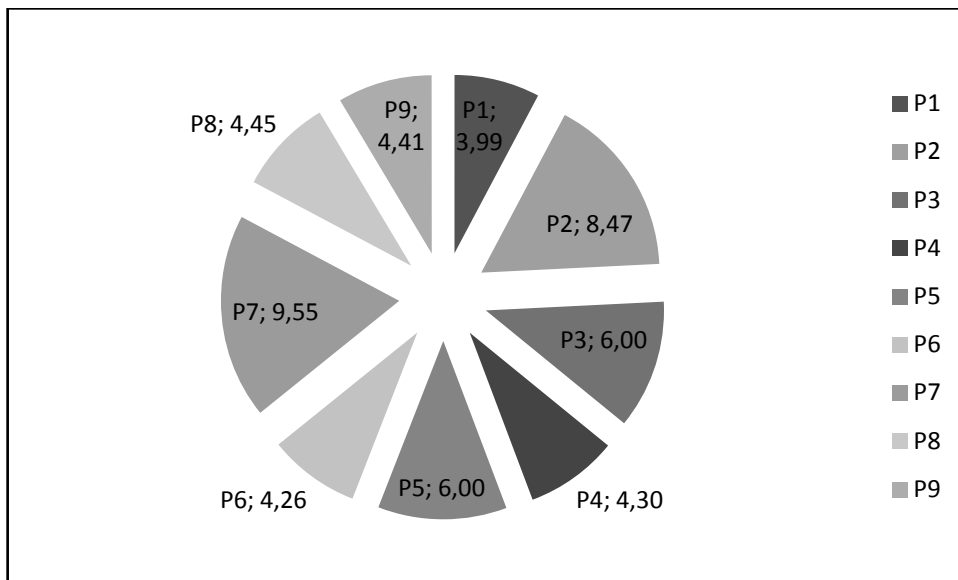
Çağrı ölçekleri için en faydalı proje olarak tespit edilen P_1 cevaplama oranını artırmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Cevaplama oranı; “Sizi müşteri temsilcisine bağlıyorum” anonsundan sonra cevap verilen çağrıların oranıdır, aksi durum müşterinin

çağrısı sonlandırmasıdır. Projenin çıktıları; müşterinin ilgisini çekecek anonsların eklenmesi ve belli bir saniyeden sonra çağrı ücretinin alınmamasıdır.

Çağrı ölçekleri kriteri çağrı cevaplama seviyesi ile ilgili değerlendirme kriterleridir. Bu doğrultuda müşterinin çağrısı sonlandırmadan hatta beklemesi cevaplama oranını arttırıcı bir etkidir.

5.3 Satış Değerleri ve Müşteri Sadakati Kriterinin Değerlendirilmesi

Satış değerleri ve müşteri sadakati kriterinin anket sorularına verilen cevaplar ile eğitilmesi sonucunda en faydalı proje P₇ olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki Şekil 5.3' de proje bazında fayda dağılımı yer almaktadır. Eğitim verilerine göre 9,55 sonucu ile ilk sırada P₇, ikinci sırada P₂ ve üçüncü sırada P₃ ve P₅ yer almaktadır.



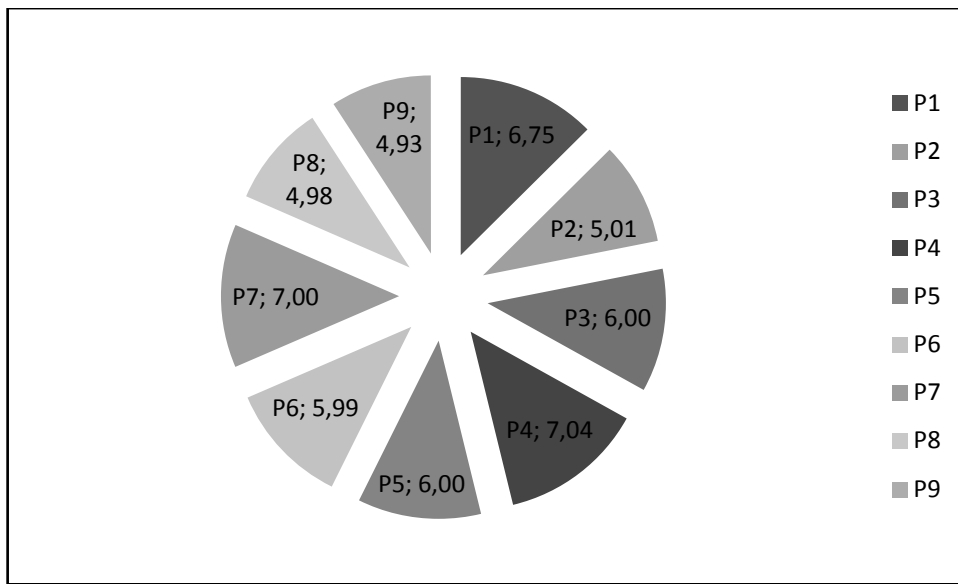
Şekil 5. 3 SD&MS kriteri için proje bazında fayda dağılımı

Satış değerleri ve müşteri sadakati kriteri için en faydalı proje olarak tespit edilen P₇ upsell satış oranını artırmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Birden çok hat sahibi olan müşterileri kapsamaktadır. Bu türden müşterilere sistem üzerinden işlem yapılabilmesi için müşterinin her iki hat için teklif edileni kabul etmesi gerekmektedir ancak müşteri bir teklifi kabul eder ve diğer teklifi kabul etmez ise teklif sisteme aktarılamıyordu. Bir teklif kabul eden müşterilerin sisteme kaydı sağlanmıştır.

Satış değerleri ve müşteri sadakati kriterinin alt kriteri olan Upsell Satış oranı tarife değişikliği sonucu firma gelirinde artış yaratan satış miktarıdır. P₇ projesi direkt olarak upsell miktarında artışı sağlamaktadır.

5.4 İnsan Kaynakları ve Gelişim Yönetimi Kriterinin Değerlendirilmesi

İnsan kaynakları ve gelişim yönetimi kriterinin anket sorularına verilen cevaplar ile eğitilmesi sonucunda en faydalı proje P₄ olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki Şekil 5.4' te proje bazında fayda dağılımı yer almaktadır. Eğitim verilerine göre 7,04 sonucu ile ilk sırada P₄, ikinci sırada P₇ ve üçüncü sırada P₁ yer almaktadır.



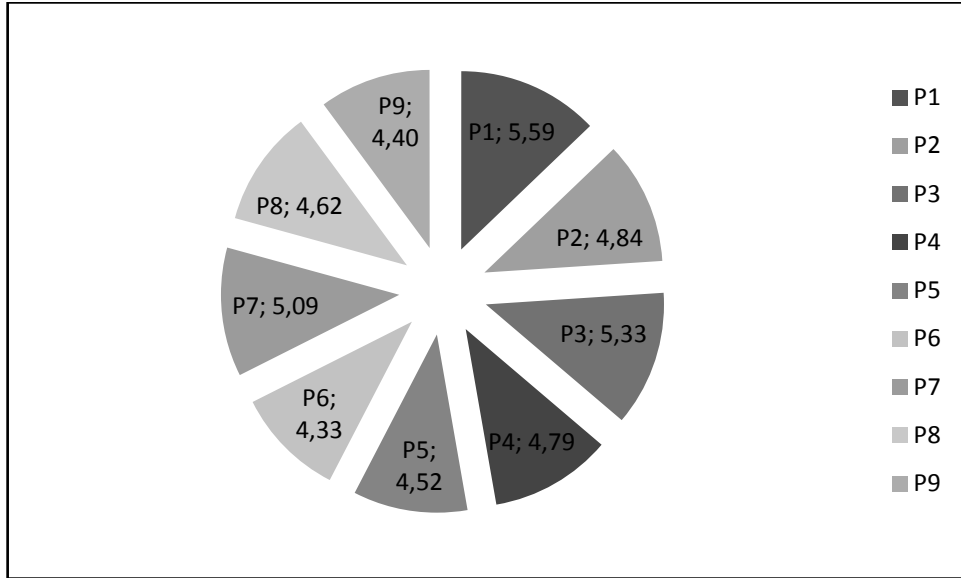
Şekil 5. 4 IK&GY kriteri için proje bazında fayda dağılımı

İnsan kaynakları ve gelişim yönetimi kriteri için en faydalı proje olarak tespit edilen P₄ ilk çağrıda çözme oranını artırmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Arayanı göster özelliği sadece satış ofislerinden tanımlanabiliyordu. Çağrı merkezine bu yetki tanımlanarak, müşterinin satış ofisine gitmeden, ilk çağrıda isteği yerine getirilmiştir. Yetki tanımlama sayesinde müşteri temsilcisi açısından gelişim yönetimine önemli bir katkıda bulunulmuştur.

5.5 Projelerin Değerlendirilmesi

Operasyonel etkinlik, çağrı ölçekleri, satış değerleri ve müşteri sadakati ve insan kaynakları ve gelişim yönetimi kriterlerinin anket sorularına verilen cevaplar ile eğitilmesi sonucunda en faydalı proje P₁ olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki Şekil 5.5' te

proje bazında fayda dağılımı yer almaktadır. Eğitim verilerine göre 5,59 sonucu ile ilk sırada P₁, ikinci sırada P₃ ve üçüncü sırada P₇ yer almaktadır.



Şekil 5. 5 Proje bazında fayda dağılımı

En faydalı proje olarak tespit edilen P₁ cevaplama oranını artırmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Cevaplama oranı; “Sizi müşteri temsilcisine bağlıyorum” anonsundan sonra cevap verilen çağrıların oranıdır, aksi durum müşterinin çağrısı sonlandırmasıdır. Projenin çıktıları; müşterinin ilgisini çekecek anonsların eklenmesi ve belli bir saniyeden sonra çağrı ücretinin alınmamasıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Akkaş, N., (2006). Tozaltı Köşe Kaynağında Yapay Zekâ Teknolojileri Kullanılarak Dikiş Geometrisinin Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [2] Akyılmaz, O., (2006). “Esnek Hesaplama Yöntemlerinin Jeodezide Uygulamaları”, itü/dmühendislik Dergisi, 5:261-268.
- [3] Aydın, H., (2008). İngiltere’de Öğrenim Gören Öğrencilerin ve Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Kullanımına Yönelik Fenomenografik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [4] Buragohain, M., (2008). “A novel approach for ANFIS modelling based on full factorial design”, Expert Systems with Applications Dergisi, 8:609-625.
- [5] Büyüközkan, G., (2010). “An Integrated Analytic Approach For Six Sigma ProjectSelection”, Expert Systems with Applications Dergisi, 37:5835-5847.
- [6] Çelik, Ö., (2006). İnsan Operatörlerin Akıllı Sistemlerle Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] Çivelekoğlu, G., (2006). Arıtma Proseslerinin Yapay Zeka Ve Çoklu İstatistiksel Yöntemler İle Modellenmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [8] Erkal, B., (2009). “Eğitim Amaçlı Sinirsel Bulanık Denetimine Dayalı Bir Manyetik Askı Sisteminin Tasarlanması Ve Simulink Ortamında Benzetimi”, 5. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 13-15 Mayıs 2009 Karabük.
- [9] Güler, N., (2006). “Bulanık Kümeleme Analizi Ve Bulanık Modellemeye Uygulamaları”, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

- [10] Hocaoglu, F., (2005). Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi İle Eskişehir Bölgesi İçin Güneşlenme Süreleri Tahmini, Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Eskişehir.
- [11] Işıklı, Ş., (2008). "Bulanık Mantık ve Bulanık Teknolojiler", Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Felsefe Bölümü Dergisi, 19:105-126.
- [12] Jang, R., (1993). "ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System", IEEE Transactions On Systems, Man and Cybernetics Dergisi, 23:665.
- [13] Kahramanlı, H., (2008). Hibrit Bulanık Sinir Ağını Kullanarak Bir Sınıflandırma Ve Kural Çıkarma Sisteminin Geliştirilmesi , Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [14] Kırış, Ş., (2008). Hizmet Sektörü İçin Bir Tepkisel Çizelgeleme Sistem Önerisi Acil Servis Kontrol Sistemi, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- [15] Kumara, D., (2008). "On The Optimal Selection Of Process Alternatives In A Six Sigma İmplementation", Expert Systems with Applications Dergisi, 111:456-467.
- [16] Özçalık, H., (2003). "Dinamik Sistemlerin Uyumlu Sinirsel-Bulanık Ağ Yapısına Dayalı Etkin Modellenmesi", KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 6:36-46.
- [17] Qin, Z., (2008). "A Weighted Mean Subtractive Clustering Algorithm", Information Technology Journal, 7:356-360.
- [18] Şentürk, S., (2010). "Faktöriyel Tasarımda Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi İle Farklı Bir Yaklaşım", Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22:57-72.
- [19] Ton Su, C., (2008). "A systematic methodology for the creation of Six Sigma projects: A case study of semiconductor foundry", Expert Systems with Applications Dergisi, 34:2693-2703.
- [20] Tozan, H., (2009). "A Hybrid Fuzzy Time Series And ANFIS Approach To Demand Variability In Supply Chain Networks", Journal of Naval Science and Engineering Dergisi, 5:20-34.
- [21] Tütmez, B., (2006). "Bulanık Modelleme Yaklaşımının Tenör Kestiriminde Kullanılması", Madencilik Dergisi, 45:39-47.
- [22] Yang, T., (2009). "Six-Sigma Project Selection Using National Quality Award Criteria And Delphi Fuzzy Multiple Criteria Decision-Making Method", Expert Systems with Applications Dergisi, 36:7594-7603.

- [23] Yılmaz, M., (2005). "Bulanık Mantığın Jeodezik Problemlerin Çözümünde Kullanılması", Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 23-25 Kasım 2005 İstanbul.
- [24] Zadeh, L., (1996). "Fuzzy Logic = Computing with Words", IEEE Transactions On Fuzzy Systems, 4:103-111.
- [25] Zadeh, L., (1996). Fuzzy Sets and Fuzzy Information Granulation Theory, 3, Beijing Normal University Press, Beijing.

ANKET

Bu anket formu Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde yürütülmekte olan “Bir Çağrı Merkezindeki Projelerin ANFIS Metodu İle Değerlendirilmesi Ve Seçimi” başlıklı yüksek lisans tezinin temelini oluşturacak verilerin toplanması için hazırlanmıştır. Anket beş bölümden oluşmaktadır. Her bölümde yüz adet soru bulunmaktadır. Sorulara vereceğiniz cevaplar ilgili kriterin % artışı ya da azalışı anlamına gelmektedir. Örnek olarak eğer söz konusu kriterin artışı firmayı olumlu yönde etkiliyorsa 2 cevabı %20 artış olarak değerlendirilecektir.

İlk bölümde Operasyonel Etkinlik kriteri değerlendirilecektir. Soru şablonu; “Eğer servis seviyesi (SL) X_1 , Cevaplanma Oranı (AR) X_2 ve İlk Çağrıda Çözme (FCR) X_3 ise Operasyonel Etkinliğe etkisi nedir?” şeklindedir.

İkinci bölümde Çağrı Ölçekleri kriteri değerlendirilecektir. Soru şablonu; “Eğer Ortalama Cevaplama Hızı (ASA) X_1 ve Ortalama Çağrı Süresi (ACHT) X_2 ise Çağrı Ölçeklerine etkisi nedir?” şeklindedir.

Üçüncü bölümde Satış Değerleri ve Müşteri Sadakati kriteri değerlendirilecektir. Soru şablonu; “Eğer Upsell Satış Oranı (USS) X_1 , Cross Sell Satış Oranı (CS) X_2 ve ikna Oranı (RR) X_3 ise Satış Değerleri ve Müşteri Sadakatine etkisi nedir?” şeklindedir.

Dördüncü bölümde İnsan Kaynakları ve Gelişim Yönetimi kriteri değerlendirilecektir. Soru şablonu; “Eğer Kural ve Prosedürlere Uygun Hizmet (KPUH) X_1 ve Güncel Bilgi Seviyesi (GBS) X_2 ise İnsan Kaynakları ve Gelişim Yönetimine etkisi nedir?” şeklindedir.

Son bölümde ilk dört bölümde alt kriterler ile değerlendirilen ana kriterlerin projeye etkisi değerlendirilecektir. Soru şablonu; “Eğer Operasyonel Etkinlik X_1 , Çağrı Ölçekleri X_2 , Satış Değerleri ve Müşteri Sadakati X_3 ve İnsan Kaynakları ve Gelişim Yönetimi X_4 ise projenin toplam faydası nedir?” şeklindedir.

Müşteriye yaklaşım konusundaki iş deneyimleriniz ile sorulara vereceğiniz cevaplar, tezin amacı olan en yüksek faydayı sağlayan projenin seçimine katkıda bulunacaktır. Alt ve ana kriterleri göz önünde bulundurarak ilgili projenin toplam faydasını ölçek alanında işaretleyiniz. Yardım ve katkılarınızdan dolayı şimdiden teşekkür ederim.

Anket Soruları ve Yanıtlar

Bölüm 1: Operasyonel Etkinlik Kriteri Değerlendirme Soruları

Operasyonel Etkinlik	Ölçek									
Eğer SL 2 ; AR 9 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 6 ; AR 7 ve FCR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 3 ; AR 3 ve FCR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 10 ve FCR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 10 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 7 ; AR 2 ve FCR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 7 ; AR 3 ve FCR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 5 ; AR 1 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 6 ; AR 5 ve FCR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 3 ; AR 10 ve FCR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 6 ; AR 2 ve FCR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 9 ve FCR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 5 ; AR 5 ve FCR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 4 ; AR 9 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 9 ve FCR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 5 ve FCR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 5 ve FCR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 2 ; AR 9 ve FCR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 7 ; AR 2 ve FCR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 10 ; AR 5 ve FCR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 10 ; AR 10 ve FCR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 10 ve FCR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 2 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 3 ; AR 7 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 2 ; AR 3 ve FCR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 5 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 6 ve FCR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 10 ve FCR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 4 ; AR 2 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 4 ; AR 1 ve FCR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 5 ; AR 6 ve FCR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 7 ; AR 9 ve FCR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 3 ; AR 7 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 3 ; AR 6 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 6 ve FCR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 4 ; AR 3 ve FCR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 6 ve FCR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 10 ; AR 10 ve FCR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 8 ; AR 9 ve FCR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Eğer SL 10 ; AR 4 ve FCR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 6 ; AR 8 ve FCR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 8 ; AR 1 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 4 ; AR 1 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 2 ; AR 8 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 8 ve FCR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 10 ; AR 9 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 10 ; AR 8 ve FCR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 5 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 10 ; AR 1 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 4 ; AR 5 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 5 ve FCR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 3 ; AR 10 ve FCR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 6 ; AR 4 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 4 ; AR 7 ve FCR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 5 ; AR 4 ve FCR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 7 ve FCR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 7 ; AR 1 ve FCR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 4 ; AR 3 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 5 ; AR 10 ve FCR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 2 ; AR 9 ve FCR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 5 ve FCR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 10 ve FCR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 3 ve FCR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 10 ; AR 2 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 2 ; AR 10 ve FCR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 10 ; AR 10 ve FCR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 6 ; AR 2 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 10 ; AR 1 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 2 ; AR 9 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 5 ; AR 8 ve FCR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 7 ve FCR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 5 ; AR 10 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 6 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 8 ; AR 4 ve FCR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 5 ; AR 4 ve FCR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 2 ; AR 3 ve FCR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 4 ; AR 6 ve FCR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 8 ; AR 10 ve FCR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 2 ve FCR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 10 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 5 ; AR 5 ve FCR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 9 ve FCR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 6 ; AR 10 ve FCR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Eğer SL 9 ; AR 2 ve FCR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 8 ; AR 1 ve FCR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 5 ; AR 2 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 1 ve FCR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 7 ; AR 1 ve FCR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 3 ; AR 2 ve FCR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 2 ; AR 6 ve FCR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 1 ; AR 7 ve FCR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 8 ; AR 4 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 6 ; AR 3 ve FCR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 8 ; AR 6 ve FCR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 4 ; AR 7 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 2 ; AR 4 ve FCR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 4 ; AR 10 ve FCR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 5 ; AR 10 ve FCR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 9 ; AR 1 ve FCR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer SL 5 ; AR 2 ve FCR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Bölüm 2: Çağrı Ölçekleri Kriteri Değerlendirme Soruları

Çağrı Ölçekleri	Ölçek									
Eğer ASA 7 ve ACHT 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 1 ve ACHT 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 9 ve ACHT 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 3 ve ACHT 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 1 ve ACHT 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 9 ve ACHT 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 8 ve ACHT 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 6 ve ACHT 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 6 ve ACHT 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 5 ve ACHT 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 3 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 9 ve ACHT 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 7 ve ACHT 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 5 ve ACHT 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 2 ve ACHT 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 7 ve ACHT 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 2 ve ACHT 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 1 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Eğer ASA 9 ve ACHT 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 1 ve ACHT 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 5 ve ACHT 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 8 ve ACHT 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 5 ve ACHT 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 6 ve ACHT 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 1 ve ACHT 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 1 ve ACHT 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 1 ve ACHT 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 9 ve ACHT 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 3 ve ACHT 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 2 ve ACHT 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 5 ve ACHT 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 2 ve ACHT 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 2 ve ACHT 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 1 ve ACHT 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 10 ve ACHT 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 2 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 8 ve ACHT 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 6 ve ACHT 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 5 ve ACHT 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 1 ve ACHT 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 10 ve ACHT 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 10 ve ACHT 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 10 ve ACHT 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 10 ve ACHT 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 2 ve ACHT 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 7 ve ACHT 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 3 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 9 ve ACHT 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 9 ve ACHT 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 7 ve ACHT 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 5 ve ACHT 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 9 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 9 ve ACHT 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 5 ve ACHT 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 8 ve ACHT 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Eğer ASA 5 ve ACHT 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 2 ve ACHT 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 3 ve ACHT 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 5 ve ACHT 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 3 ve ACHT 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 9 ve ACHT 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 3 ve ACHT 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 2 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 8 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 8 ve ACHT 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 6 ve ACHT 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 5 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 9 ve ACHT 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 8 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 8 ve ACHT 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 2 ve ACHT 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 5 ve ACHT 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 10 ve ACHT 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 6 ve ACHT 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 2 ve ACHT 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 1 ve ACHT 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 10 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 3 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 6 ve ACHT 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 3 ve ACHT 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 6 ve ACHT 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 6 ve ACHT 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 9 ve ACHT 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 4 ve ACHT 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 9 ve ACHT 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer ASA 2 ve ACHT 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Bölüm 3: Satış Değerleri ve Müşteri Sadakati Kriteri Değerlendirme Soruları

Satış Değerleri ve Müşteri Sadakati	Ölçek									
Eğer USS 7 ; CS 6 ve RR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 2 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 10 ; CS 6 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 10 ve RR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 2 ; CS 1 ve RR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 9 ; CS 9 ve RR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 2 ; CS 8 ve RR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 10 ; CS 4 ve RR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 9 ; CS 9 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 2 ; CS 8 ve RR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 2 ; CS 1 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 10 ve RR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 1 ; CS 8 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 6 ; CS 5 ve RR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 5 ; CS 9 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 4 ; CS 4 ve RR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 4 ; CS 4 ve RR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 8 ; CS 7 ve RR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 1 ; CS 3 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 1 ; CS 4 ve RR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 9 ; CS 6 ve RR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 2 ; CS 10 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 10 ; CS 7 ve RR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 4 ve RR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 9 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 8 ; CS 2 ve RR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 6 ve RR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 7 ; CS 5 ve RR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 6 ; CS 9 ve RR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 2 ; CS 10 ve RR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 1 ; CS 3 ve RR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 9 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 1 ve RR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 9 ve RR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 2 ; CS 5 ve RR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 4 ; CS 1 ve RR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 6 ; CS 3 ve RR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 7 ; CS 8 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 4 ; CS 7 ve RR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 7 ; CS 6 ve RR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 10 ; CS 1 ve RR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Eğer USS 5 ; CS 7 ve RR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 6 ; CS 3 ve RR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 9 ; CS 5 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 8 ve RR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 1 ; CS 8 ve RR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 9 ; CS 6 ve RR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 7 ; CS 5 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 7 ; CS 9 ve RR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 7 ; CS 7 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 8 ; CS 1 ve RR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 4 ; CS 9 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 5 ; CS 4 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 8 ; CS 6 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 6 ; CS 9 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 9 ; CS 3 ve RR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 9 ; CS 6 ve RR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 8 ; CS 10 ve RR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 9 ; CS 2 ve RR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 1 ; CS 10 ve RR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 7 ; CS 10 ve RR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 7 ; CS 8 ve RR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 1 ve RR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 2 ; CS 8 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 5 ; CS 2 ve RR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 6 ; CS 5 ve RR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 5 ; CS 9 ve RR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 10 ; CS 9 ve RR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 1 ; CS 10 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 9 ; CS 8 ve RR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 2 ; CS 3 ve RR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 6 ; CS 4 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 10 ve RR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 10 ; CS 7 ve RR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 6 ; CS 6 ve RR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 6 ; CS 2 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 8 ; CS 5 ve RR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 6 ; CS 1 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 10 ; CS 1 ve RR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 7 ve RR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 9 ; CS 3 ve RR 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 6 ; CS 10 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 5 ; CS 5 ve RR 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 2 ; CS 9 ve RR 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 1 ; CS 8 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Eğer USS 2 ; CS 1 ve RR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 8 ; CS 5 ve RR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 3 ; CS 9 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 1 ; CS 10 ve RR 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 5 ; CS 6 ve RR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 5 ; CS 2 ve RR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 8 ; CS 5 ve RR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 4 ; CS 4 ve RR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 6 ; CS 6 ve RR 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 4 ; CS 10 ve RR 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 8 ; CS 4 ve RR 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 8 ; CS 4 ve RR 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 2 ; CS 7 ve RR 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 2 ; CS 3 ve RR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer USS 1 ; CS 1 ve RR 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Bölüm 4: İnsan Kaynakları ve Gelişim Yönetimi Kriteri Değerlendirme Soruları

İnsan Kaynakları ve Gelişim Yönetimi	Ölçek									
Eğer KPUH 8 ve GBS 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 8 ve GBS 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 7 ve GBS 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 9 ve GBS 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 2 ve GBS 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 2 ve GBS 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 10 ve GBS 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 10 ve GBS 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 1 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 6 ve GBS 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 7 ve GBS 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 1 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 2 ve GBS 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 6 ve GBS 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Eğer KPUH 6 ve GBS 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 10 ve GBS 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 7 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 1 ve GBS 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 9 ve GBS 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 1 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 7 ve GBS 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 7 ve GBS 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 8 ve GBS 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 6 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 8 ve GBS 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 2 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 6 ve GBS 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 7 ve GBS 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 7 ve GBS 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 8 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 3 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 6 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 8 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 7 ve GBS 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 7 ve GBS 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 10 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 10 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 8 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 1 ve GBS 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 2 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 8 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 3 ve GBS 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 8 ve GBS 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 10 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 6 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 7 ve GBS 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 3 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 2 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 8 ve GBS 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 9 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 8 ve GBS 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Eğer KPUH 2 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 6 ve GBS 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 3 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 9 ve GBS 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 3 ve GBS 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 6 ve GBS 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 2 ve GBS 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 7 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 10 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 9 ve GBS 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 10 ve GBS 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 7 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 6 ve GBS 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 6 ve GBS 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 9 ve GBS 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 2 ve GBS 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 5 ve GBS 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 2 ve GBS 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 4 ve GBS 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 2 ve GBS 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer KPUH 3 ve GBS 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Bölüm 5: Proje Değerlendirme Soruları

Proje Değerlendirme						Ölçek									
Eğer OE 8 ; CO 8 ; SD&MS 5 ve IK&GY 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 1 ; CO 9 ; SD&MS 2 ve IK&GY 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 1 ; CO 9 ; SD&MS 2 ve IK&GY 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 10 ; CO 3 ; SD&MS 6 ve IK&GY 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 7 ; CO 10 ; SD&MS 6 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 5 ; CO 5 ; SD&MS 6 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 2 ; CO 6 ; SD&MS 6 ve IK&GY 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 5 ; CO 7 ; SD&MS 5 ve IK&GY 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 1 ; CO 6 ; SD&MS 7 ve IK&GY 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 8 ; CO 8 ; SD&MS 9 ve IK&GY 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 1 ; CO 7 ; SD&MS 7 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 2 ; CO 9 ; SD&MS 7 ve IK&GY 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 8 ; CO 7 ; SD&MS 5 ve IK&GY 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 7 ; CO 8 ; SD&MS 6 ve IK&GY 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 10 ; CO 8 ; SD&MS 8 ve IK&GY 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 4 ; CO 1 ; SD&MS 10 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 7 ; CO 10 ; SD&MS 1 ve IK&GY 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 9 ; CO 9 ; SD&MS 5 ve IK&GY 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 3 ; CO 8 ; SD&MS 4 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 6 ; CO 9 ; SD&MS 5 ve IK&GY 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 6 ; CO 5 ; SD&MS 6 ve IK&GY 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 10 ; CO 1 ; SD&MS 1 ve IK&GY 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 4 ; CO 10 ; SD&MS 5 ve IK&GY 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 6 ; CO 6 ; SD&MS 4 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 6 ; CO 5 ; SD&MS 8 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 7 ; CO 9 ; SD&MS 9 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 4 ; CO 4 ; SD&MS 9 ve IK&GY 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 3 ; CO 6 ; SD&MS 4 ve IK&GY 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 4 ; CO 5 ; SD&MS 5 ve IK&GY 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 3 ; CO 6 ; SD&MS 6 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 6 ; CO 3 ; SD&MS 5 ve IK&GY 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 6 ; CO 1 ; SD&MS 7 ve IK&GY 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 1 ; CO 8 ; SD&MS 5 ve IK&GY 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 6 ; CO 3 ; SD&MS 5 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 9 ; CO 10 ; SD&MS 3 ve IK&GY 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 6 ; CO 7 ; SD&MS 7 ve IK&GY 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 4 ; CO 1 ; SD&MS 1 ve IK&GY 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 3 ; CO 3 ; SD&MS 2 ve IK&GY 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 5 ; CO 2 ; SD&MS 6 ve IK&GY 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 3 ; CO 6 ; SD&MS 8 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Eğer OE 6 ; CO 5 ; SD&MS 7 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					

Eğer OE 4 ; CO 4 ; SD&MS 2 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 1 ; CO 1 ; SD&MS 10 ve IK&GY 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 3 ; CO 8 ; SD&MS 4 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 3 ; CO 7 ; SD&MS 6 ve IK&GY 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 3 ; CO 10 ; SD&MS 3 ve IK&GY 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 7 ; CO 8 ; SD&MS 7 ve IK&GY 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 2 ; CO 5 ; SD&MS 3 ve IK&GY 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 8 ; CO 3 ; SD&MS 10 ve IK&GY 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 10 ; CO 9 ; SD&MS 10 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 1 ; CO 8 ; SD&MS 9 ve IK&GY 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 5 ; CO 10 ; SD&MS 8 ve IK&GY 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 4 ; CO 6 ; SD&MS 5 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 10 ; CO 1 ; SD&MS 2 ve IK&GY 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 7 ; CO 7 ; SD&MS 1 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 10 ; CO 2 ; SD&MS 7 ve IK&GY 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 9 ; CO 7 ; SD&MS 7 ve IK&GY 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 9 ; CO 9 ; SD&MS 9 ve IK&GY 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 7 ; CO 6 ; SD&MS 5 ve IK&GY 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 4 ; CO 9 ; SD&MS 2 ve IK&GY 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 2 ; CO 3 ; SD&MS 9 ve IK&GY 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 4 ; CO 8 ; SD&MS 9 ve IK&GY 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 4 ; CO 6 ; SD&MS 6 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 1 ; CO 5 ; SD&MS 5 ve IK&GY 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 1 ; CO 7 ; SD&MS 10 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 7 ; CO 2 ; SD&MS 5 ve IK&GY 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 8 ; CO 8 ; SD&MS 5 ve IK&GY 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 7 ; CO 3 ; SD&MS 4 ve IK&GY 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 8 ; CO 9 ; SD&MS 7 ve IK&GY 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 5 ; CO 7 ; SD&MS 8 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 6 ; CO 5 ; SD&MS 3 ve IK&GY 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 1 ; CO 4 ; SD&MS 1 ve IK&GY 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 3 ; CO 6 ; SD&MS 9 ve IK&GY 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 9 ; CO 4 ; SD&MS 7 ve IK&GY 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 2 ; CO 1 ; SD&MS 6 ve IK&GY 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 4 ; CO 4 ; SD&MS 8 ve IK&GY 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 1 ; CO 8 ; SD&MS 10 ve IK&GY 3 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 9 ; CO 9 ; SD&MS 8 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 10 ; CO 6 ; SD&MS 6 ve IK&GY 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 5 ; CO 9 ; SD&MS 3 ve IK&GY 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 8 ; CO 7 ; SD&MS 6 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 3 ; CO 4 ; SD&MS 10 ve IK&GY 7 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 9 ; CO 5 ; SD&MS 4 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 4 ; CO 8 ; SD&MS 9 ve IK&GY 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 1 ; CO 9 ; SD&MS 2 ve IK&GY 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Eğer OE 7 ; CO 8 ; SD&MS 6 ve IK&GY 4 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 10 ; CO 9 ; SD&MS 9 ve IK&GY 10 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 4 ; CO 4 ; SD&MS 3 ve IK&GY 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 3 ; CO 3 ; SD&MS 6 ve IK&GY 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 7 ; CO 9 ; SD&MS 4 ve IK&GY 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 4 ; CO 6 ; SD&MS 2 ve IK&GY 5 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 1 ; CO 10 ; SD&MS 6 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 8 ; CO 1 ; SD&MS 6 ve IK&GY 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 2 ; CO 2 ; SD&MS 4 ve IK&GY 8 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 4 ; CO 1 ; SD&MS 7 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 4 ; CO 7 ; SD&MS 3 ve IK&GY 9 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 9 ; CO 8 ; SD&MS 6 ve IK&GY 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 10 ; CO 2 ; SD&MS 3 ve IK&GY 6 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 7 ; CO 7 ; SD&MS 8 ve IK&GY 1 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eğer OE 6 ; CO 3 ; SD&MS 4 ve IK&GY 2 ise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Elif SARAÇ
Doğum Tarihi ve Yeri : 17/12/1985 – Kdz.Ereğli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : elif171285@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Sistem Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	-
Lisans	Endüstri Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2008
Lise	Matematik Fen	Alaplı Anadolu Lisesi	2003

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2010 - Halen	GlaxoSmithKline İlaçları	İş Analisti
2008 - 2010	Bristol Myers Squibb İlaçları	ERP Danışmanı
2007 - 2008	Horoz Lojistik Kargo Hizmetleri A.Ş.	Yazılım Destek Uzmanı

YAYINLARI

Makale

1. 25 Şubat 2008 Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: a case study for a telecommunication company