

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

**KURUMSAL KREDİ DEĞERLENDİRMEDE BULANIK AHP-YAPAY SİNİR
AĞLARI TEMELLİ BİR YAKLAŞIM VE BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI**

DUYGU CEBECİ

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

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. ALEV TAŞKIN GÜMÜŞ**

İSTANBUL, 2013

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KURUMSAL KREDİ DEĞERLENDİRMEDE BULANIK AHP-YAPAY SİNİR
AĞLARI TEMELLİ BİR YAKLAŞIM VE BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI**

Duygu Cebeci tarafından hazırlanan tez çalışması 08.03.2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Alev TAŞKIN GÜMÜŞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr.Alev TAŞKIN GÜMÜŞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr.Ali Fuat GÜNERİ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd.Doç. Dr.Uğur Buğra ÇELEBİ
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Bu çalışma süresince bana yol gösteren, çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle desteğini esirgemeyen çok değerli hocam Doç. Dr. Alev Taşkın Gümüş'e teşekkür ediyorum.

Ayrıca yaşamımın her anında yanımda olan, beni her konuda destekleyen, benim için maddi manevi her türlü fedakarlığı yapan ve elde ettiğim tüm başarılarda en büyük paya sahip olan aileme sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunuyorum.

Tezime sağladığı katkılardan dolayı başta çalıştığım kuruma, desteklerini sürekli hissettiğim dostlarıma ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürler.

Mart, 2013

Duygu CEBECİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	2
1.2 Tezin Amacı	6
1.3 Hipotez	6
BÖLÜM 2	
KURUMSAL KREDİ DEĞERLENDİRME	7
2.1 Kredi Tanımı	8
2.2 Kredi Türleri	8
2.2.1 Nitelikleri Açısından Krediler	9
2.2.2 Vadeleri Açısından Krediler	9
2.2.3 Veriliş Amacı Açısından Krediler	10
2.2.4 Teminatları Açısından Krediler	10
2.2.5 Kullandırılan Sektörler Açısından Krediler	10
2.2.6 Kaynakları Açısından Krediler	11
2.3 Kredilendirme Prensipleri	11
2.4 Kurumsal Kredilerde Kredilendirme Süreci	12
2.5 Kurumsal Kredi Analizi	13
2.5.1 Finansal Analiz	14
2.5.1.1 Yatay Analiz	14

2.5.1.2	Dikey Analiz	15
2.5.1.3	Oran Analizi	15
2.5.2	Finansal Olmayan Analiz (İstihbarat Analizi)	18
2.5.2.1	Özel Kaynaklar	19
2.5.2.2	Resmi Kaynaklar	20
2.5.2.3	Yarı Resmi Kaynaklar	21
2.6	Kredi Kararının Verilmesi	22
BÖLÜM 3		
BULANIK MANTIK TEMELLİ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME		23
3.1	Çok Kriterli Karar Verme	24
3.2	Bulanık Mantık	25
3.3	Bulanık Küme	27
3.4	Bulanık Sayılar	30
3.4.1	Üçgensel Bulanık Sayılar	30
3.4.2	Üçgensel Bulanık Sayılarda Yaklaşık Aritmetik İşlemler	31
3.5	Bulanık Çok Kriterli Karar Verme	32
3.6	Bulanık AHP.....	32
3.6.1	Buckley Yaklaşımı.....	34
BÖLÜM 4		
YAPAY SİNİR AĞLARI		36
4.1	Yapay Sinir Ağları.....	37
4.1.1	Biyolojik Sinir Ağlarının Fizyolojik Yapısı	38
4.1.2	Yapay Sinir Ağlarının Temel Özellikleri.....	39
4.2	Yapay Sinir Hücresi	40
4.3	Yapay Sinir Ağları Yapısı.....	44
4.4	Yapılarına Göre Ağ Çeşitleri	45
4.4.1	Tek Katmanlı Ağlar	45
4.4.2	Çok Katmanlı Ağlar	45
4.4.3	İleri Beslemeli Ağlar	46
4.4.3.1	Geri Yayılım Algoritması	46
4.4.4	Geri Beslemeli Ağlar	47
4.5	Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme	47
4.5.1	Danışmanlı Öğrenme.....	48
4.5.2	Danışmansız Öğrenme	48
4.5.3	Takviyeli Öğrenme	48
4.6	Öğrenme Algoritmalarına Göre Ağ Çeşitleri	49
BÖLÜM 5		
UYGULAMA		50
5.1	Giriş.....	50
5.2	Mevcut Kredi Değerlendirme Yapısı	52
5.3	Bulanık AHP	53
5.2.1	Kriterlerin Belirlenmesi	54

5.2.2	Hiyerarşinin Oluşturulması.....	56
5.2.3	İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması	56
5.2.4	Buckley Yöntemi	57
5.4	Yapay Sinir Ağı Modeli	59
5.4.1	Verilerin Toplanması	59
5.4.2	Yapay Sinir Ağı Girdi ve Çıktı Verilerinin Belirlenmesi	59
5.4.3	Verilerin Normalleştirilmesi	59
5.4.4	Yapay Sinir Ağı Yapısı.....	59
5.4.5	Ağın Parametrelerinin Belirlenmesi	61
5.4.6	Yapay Sinir Ağı Modelinin Eğitilmesi.....	62
5.4.7	Yapay Sinir Ağı Modelinin Test Edilmesi	64
 BÖLÜM 6		
SONUÇ VE ÖNERİLER		67
KAYNAKLAR		70
 EK-A		
YAPAY SİNİR AĞI ÇIKTILARI		76
ÖZGEÇMİŞ		81

KISALTMA LİSTESİ

ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ROC	Alıcı İşletim Karakteristiği
YSA	Yapay Sinir Ağı
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
BAHP	Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi
MSE	Ortalama Hata Kareleri Toplamı

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Kredilendirme süreci	13
Şekil 2.2 İstihbarat kaynakları	19
Şekil 3.1 Bir ÇKKV problemini ifade etmek için bir matris formatı	24
Şekil 3.2 Bulanık küme ile geleneksel küme arasındaki biçimsel fark	28
Şekil 3.3 C Kümesinin üyelik fonksiyonu	28
Şekil 3.4 C kümesinin üyelik fonksiyonu	29
Şekil 3.5 Üçgensel bulanık sayı.....	30
Şekil 4.1 Biyolojik sinir hücresinin temel yapısı.....	38
Şekil 4.2 Yapay sinir hücresi	41
Şekil 4.3 Yapay sinir ağı modeli	44
Şekil 4.4 Tek katmanlı ağlar.....	45
Şekil 4.5 İleri beslemeli çok katmanlı sinir ağı.....	46
Şekil 5.1 Hiyerarşik yapı	56
Şekil 5.2 Yapay sinir ağı mimarisi.....	60
Şekil 5.3 Eğitim verisi ile gerçek değer arasındaki ilişki	63
Şekil 5.4 Hata değerinin minimize edilmesi	64
Şekil 5.5 Test verisi ile gerçek değer arasındaki ilişki	65

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 BAHF yöntemlerinin karşılaştırılması.....	33
Çizelge 4.1 Biyolojik sinir sistemi ile YSA arasındaki benzerlikler	38
Çizelge 4.2 Toplama fonksiyonu örnekleri.....	42
Çizelge 4.3 Aktivasyon fonksiyonu örnekleri	43
Çizelge 5.1 Kredibilite puan aralığı	52
Çizelge 5.2 Bulanık karşılaştırma dereceleri	54
Çizelge 5.3 Ana kriterler için bulanık karşılaştırma matrisi.....	56
Çizelge 5.4 Mali verilerin alt kriterlerine ilişkin bulanık karşılaştırma matrisi.....	57
Çizelge 5.5 Mali olmayan verilerin alt kriterlerine ilişkin bulanık karşılaştırma matrisi.....	57
Çizelge 5.6 Kriterlerin bulanık ağırlık değerleri.....	58
Çizelge 5.7 Buckley ile hesaplanan ağırlık değerleri	58
Çizelge 5.8 Yapay sinir ağı çıktısı ile gerçek değerlerin karşılaştırılması.....	66
Çizelge EK - A.1 Yapay Sinir Ağı Çıktıları.....	76

KURUMSAL KREDİ DEĞERLENDİRMEDE BULANIK AHP-YAPAY SİNİR AĞLARI TEMELLİ BİR YAKLAŞIM VE BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI

Duygu CEBECİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Alev TAŞKIN GÜMÜŞ

Kredi derecelendirme süreci kredi talep edenler ve piyasaya fon fazlasını arz eden kredi verenler tarafından önem arz eden bir konu olarak değerlendirilmektedir. Kredi veren kuruluşlar açısından kredibilitenin doğru ve objektif bir şekilde tespit edilmesi gerek kredinin geri ödenebilirliğinin sağlanması, gerekse kredinin doğru fiyatlanabilmesi açısından önemlidir.

Günümüzün rekabetçi ortamında, kredi taleplerinin değerlendirilmesinde kararların hızlı ve etkin bir şekilde verilmesi bankaların en önemli hedefleri arasında yer almaktadır.

Bu tez çalışmasında kredi talebinde bulunan firmaların bankalar tarafından analiz edilmesine yardımcı olacak bir model belirlenip kredinin geri dönmeme riskinin minimuma indirilmesi amaçlanmıştır. Oluşturulan modelde bulanık AHP yöntemi ve yapay sinir ağı beraber kullanılmıştır. İlk önce hem kalitatif hem de kantitatif verileri birlikte inceleyen aynı zamanda karar verici yargılarını da modele dahil edebilen bulanık AHP yöntemi ele alınmıştır. Bulanık AHP ile kriter seçimi yapılmış ve seçilen kriterlere ait veriler yapay sinir ağına girdi olarak kullanılmıştır. Kredi kararlarının daha hızlı, etkin ve kolay bir şekilde verilmesine yardımcı olacak alternatif bir model oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Kredi değerlendirme, çok kriterli karar verme, bulanık mantık, bulanık AHP, yapay sinir ağı

ABSTRACT

CORPORATE CREDIT EVALUATION STUDY OF FUZZY AHP-ARTIFICIAL NEURAL NETWORK BASED APPROACH AND AN APPLICATION

Duygu CEBECİ

Department of Industrial Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Alev TAŞKIN GÜMÜŞ

Credit rating process is viewed as an important topic from both credit demandants and the creditors that supply the excess funds to market.

Being identified the credibility accurately and objectively by credit institutions is very important for both to provide the back payments of credit and to price the credit truly.

In today's competitive environment, making decisions rapidly and effectively during the evaluation of loan demands is one of the most important objectives of banks.

In this study, a model that will help to analyze loan demand of companies identified due to minimize the risk of the loan is to not come back. In the model with fuzzy AHP method and artificial neural network is used. First, Fuzzy AHP method that viewed both qualitative and quantitative data and capable of the decision maker judgements included in the model at the same time are discussed. The criteria was selected with Fuzzy AHP and artificial neural network is used as input data for the selected criteria. An alternative model that will help to give credit decisions more quickly, efficiently, and easily was created.

Keywords: Credit rating, multi-criteria decision-making, fuzzy logic, fuzzy AHP, artificial neural network

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzdeki ticari bankaların ana faaliyet alanı mevduat kabul etmek, bu mevduatı verimli kılmak ve çeşitli kredi işlemlerinde kullanmaktır. Bankalar, kredilendirme yoluyla ülke ekonomisine kaynakların daha iyi kullanılması yoluyla önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Bankaların özellikle mevduat şeklinde topladığı kaynakları, toplumsal ve ekonomik açıdan öncelikli alanlara, uygun ve verimli bir şekilde aktarması, bankaların ülke ekonomisinin büyümesine katkısını arttırmaktadır.

Bankaların, kredilendirme faaliyetlerini verimli ve kredilerin geri ödenmemesinden doğabilecek zararı en alt düzeyde tutacak şekilde yürütmeleri gerekir. Esas itibarıyla kredilerin geri dönmemesi, belirli kişi ve kuruluşlarda donması, bankaların varlıklarını sürdürememelerine neden olan en önemli tehlikelerden biridir. Bu nedenle günümüz bankacılığında kredinin geri dönmemesi riskinin ölçümü ve firmanın kredibilitesinin belirlenmesi, dikkatli, hızlı, doğru ve gerçekçi bir şekilde yapılmalıdır.

Tez altı bölümden oluşmaktadır. Tezin birinci bölümünde; giriş kısmı bulunmaktadır.

İkinci bölümde; kredinin tanımı, türleri, kredilendirme süreci, kredi analizi ve kredi kararlarının verilmesi anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde; çok kriterli karar vermeden bahsedilmiş, bulanık mantık, bulanık sayılar, bulanık çok kriterli karar verme ve bulanık AHP anlatılarak bulanık AHP yöntemlerinden çalışmada kullanılan Buckley yöntemi ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde; yapay sinir ağları incelenmiştir. Yapay sinir ağlarının yapısı, çeşitleri ve öğrenme algoritmaları detaylı olarak açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, uygulama çalışmasına yer verilmiştir. İlk olarak örnek bankada kullanılan mevcut yapı incelenmiştir. Firmaların mali ve mali olmayan çeşitli kriterlerden aldıkları puanların tek bir sonuç puanına indirildiği firma derecelendirme raporları temin edilmiştir. Bulanık AHP yöntemi kullanılarak kredi değerlendirmesinde kullanılan kriterler arasından seçim yapılmıştır. Seçilen bu kriterler kullanılarak bir yapay sinir ağı modeli oluşturulmuştur. Firmaların bulanık AHP ile seçilen kriterlerden aldıkları puanlar yapay sinir ağı modelinde girdi olarak, derecelendirme puanı ise çıktı olarak kullanılmıştır. Oluşturulan yapay sinir ağı modeli eğitilmiş ve test edilmiştir. Altıncı ve son bölümde ise, yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

1.1 Literatür Özeti

Tez konusuyla ilgili kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış ve bu konuda yapılan geçmiş çalışmalar bu bölümde özetlenmiştir. İlk önce, yurt dışında gerçekleştirilen çalışmalara yer verilmiş, daha sonra yurt içinde gerçekleştirilen çalışmalara değinilmiştir.

Uluslararası Çalışmalar

Chen ve Chiou [1] Tayvan’da kullanılan kredi skorlama yöntemindeki aksaklıkları gidermek için bulanık temelli bir değerlendirme sistemi öne sürmektedir. Öne sürülen yaklaşım kriterleri tanımlamak için bulanık sayı kümelerini kullanmaktadır ve kredi skor sonucu girilen bilgiler ışığında ortaya çıkmaktadır.

Chuanga vd. [2] bulanık AHP ve veri zarflama analizi ile küçük ve orta ölçekli firmalar için bir kredi karar modeli geliştirmişlerdir.

Liang vd. [3] yaptıkları çalışmada üçüncü parti lojistik yapan firmaların kredibilitesini bulanık AHP yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Öne sürülen metot dört gerçek firmaya uygulanmıştır.

Yeh ve Chang [4] kredi başvurusunda bulunan müşterilerin kredi puanlarını değerlendirmek için yapay bağışıklık sistemine dayalı bir yapay bağışık sınıflandırıcı öne

sürülmektedir. Oluşturulan sınıflandırıcı kredi kartı ihracatçılarında kredi analizinde yanlış karar almalarını engellemek açısından doğru ve faydalı bilgiler sağlamaktadır.

Yua vd. [5] yaptıkları çalışmada yapay zeka tekniklerinden yararlanarak bir kredi değerlendirme modeli oluşturmuşlardır.

Chen ve Huang [6] kredi analizinde karşılaşılan iki problem üzerinde durmuştur. Yapay sinir ağı ve genetik algoritma kullanarak karşılaşılan bu problemleri çözmeye çalışmışlardır. Birinci problem kredi başvurusunda bulunanların kabul ve red olarak sınıflandırılmasına yönelik sinir ağı temelli bir yapı oluşturmak. İkinci problem ise red edilen kredi taleplerini anlayabilmek ve ters sınıflandırma tekniği temeline dayalı genetik algoritma kullanarak red edilmiş kredi taleplerini tercih edilen kabul sınıfına sokabilmektir.

Jensen ve Ph. [7] yaptıkları çalışma ile yapay sinir ağı kullanarak kredi değerlendirmesi üzerine alternatif bir yol sunmaktadır. Geriye yayılım algoritması kullanılarak 125 kredi başvurusu ile ağ eğitilmiş ve model oluşturulmuştur.

Tsai ve Wu [8] kredi derecelendirme ve iflas tahmini için yaygın olarak kullanılan yapay sinir ağı türlerini karşılaştırmıştır. Tek katmanlı, çok katmanlı ve farklılaştırılmış çok katmanlı yapılar arasından etkin sonuç veren yapı bulunmaya çalışılmıştır.

Yobas vd. [9] iyi ve kötü kredi kartı müşterilerini ayırt etmek için lineer diskriminant analizi, yapay sinir ağı, genetik algoritma ve karar ağaçları yöntemlerini birbiri ile karşılaştırmıştır. Lineer diskriminat analizi bu problem için diğer yöntemlere göre daha iyi sonuç vermiştir.

Zekic-Susac [10] yaptığı çalışmada küçük işletmelerin kredi skorlaması için lojistik regresyon, yapay sinir ağı ve karar ağaç modellerini birbirleri ile karşılaştırmıştır. En iyi sonucu yapay sinir ağı vermiştir.

Pang vd. [11] yapay sinir ağı kullanarak bir kredi skorlama modeli geliştirmişlerdir. Çok katmanlı yapay sinir ağı kullanılarak 106 firma iyi yada kötü olarak iki gruba ayrılmıştır.

Kumar ve Bhattacharya [12] ticari kredi değerlendirmesinde yapay sinir ağı ve lineer diskriminant analizi modellerini birbiri ile karşılaştırmıştır. Bu çalışmada lineer olmayan bir yapıya sahip olan yapay sinir ağının daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Capotorti ve Barbanera [13] yaptıkları çalışmada bulanık olasılıklı kaba küme modeli ile bir kredi analiz modeli geliştirmiş ve örnek firma grubuna uygulamışlardır.

Kima ve Ahn [14] sıralı çift bölümlleme yaklaşımı ile yeni bir çok sınıflı destek vektör makine sınıflandırıcısı dizayn etmiş ve bir kurumsal kredi değerlendirme modeli oluşturmuşlardır.

Ulusal Çalışmalar

Ertuğrul ve Karakaşoğlu [15] bankaya ticari kredi talebinde bulunan müşterilerin taleplerini değerlendirmek amacıyla AHP ve Topsis tekniklerini, bulanık küme teorisini, güven düzeyi ve risk indeksi kavramlarını içeren bir yaklaşım önermişlerdir.

İç ve Yurdakul [16] finansal rasyolar ve bulanık Topsis yöntemi kullanarak bankalar için üretici firmaların kredibilitesinin hızlı bir şekilde belirlenmesine yönelik bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Bu yöntem ile kredi başvurusunda bulunan firma için detaylı bir çalışmaya gerek olup olmadığının belirlenmesi ve bankaların iş yükünün azaltılması hedeflenmiştir.

Güngör [17] doküman sanayinde faaliyet gösteren dört şirketin finansal tablolarından elde edilen finansal oranlar ile finansal olmayan kriterleri birlikte ele almıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanarak şirketlerin kredibilitelerinin belirlenmesine yönelik bir model geliştirmiştir.

Emel vd. [18] yaptıkları çalışmada firmanın tüm performansını kapsayan bir kredi skoru elde etmeye yönelik bir model geliştirmişlerdir.

Akkaya ve Demireli [19] Analitik Hiyerarşi Süreci kullanarak kredilendirme sürecine ilişkin bir derecelendirme modeli geliştirmişlerdir. Kredi kuruluşunun kredi verme sürecinde firmaların temel performans göstergesi olarak kullandıkları finansal oranları hangi ağırlıklarla değerlendirmeleri gerektiğine ilişkin bir model geliştirilmiştir.

İç ve Yurdakul [20] Analitik Hiyerarşi Süreci kullanarak bankalar için bir kredi değerlendirme modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada; literatürde mevcut ve pratikte kullanılan mali tahlil esasları ağırlıklı olmak üzere, firmaların subjektif kredi değerliliği, faaliyet gösterdikleri sektörün durumu ve kredi teminatları gibi nitel ve nicel faktörleri

beraberce değ erlendiren ve genel bir kredi puanı ile sonucu ifade eden bir model oluşturmuşlardır.

İlter [21] değışik sektörlerde faaliyet gösteren ticari firmaların kredi başvurularını değ erlendirmek için Analitik Ağ Süreci kullanarak yeni bir kredi değ erlendirme modeli geliştirmiştir. Kredi talebinde bulunan firmalara ait sekiz temel kategorideki (kısa borç ödeme gücü, borçlanma yapısı, karlılık yapısı, sektör durumu, firma moralitesi, ortaklar ve yönetim yapısı, finansal yetenek, satış ve pazarlama yeteneği) verileri kullanarak Analitik Ağ Süreci ile genel bir kredi skoru bulmuştur.

Tekindağ [22] KOB 'ler için alternatif kredi risk yönetim aracı olarak bir skortlama modeli geliştirmiştir. Finansal ve finansal olmayan skor fonksiyonlarının birleşiminden oluşan genel kredi skoru belirlenmiş ve buna göre işletmelerin kredi risk derecesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Vupo ve  avaş [23] yaptıkları çalışmada özel bir bankaya yapılan kredi başvurularının ret veya kabul edilmesinde lojistik regresyon ve yapay sinir ağları yöntemlerinin etkinliklerine yönelik bir karşılaştırma yapmışlardır.

Yazıcı [24] çalışmasında mali başarısızlık tahmin modeli olarak diskriminant analizi, lojistik regresyon ve yapay sinir ağı uygulamalarını karşılaştırmıştır ve en iyi sonuç yapay sinir ağı ile elde edilmiştir.

şanlı [25], yaptığı çalışmada banka müşterilerinin kredibilite tespitine yönelik olarak yapay sinir ağı kullanarak bir kredi değ erlendirme modeli geliştirmiştir.

Alpay [26] bankalar tarafından kendi kredilendirme sistemlerine göre analiz edilmiş ve kredilendirme kararı verilmiş on    şirket için, Topsis yöntemi kullanarak bu şirketlerin kredi değ erliliklerini tekrardan hesaplamış ve bir kredi puanı elde etmiştir.  rnek şirketler için yapılan kredi değ erlendirmesi sonucunda, şirketler kredi değ erliliği yüksek, orta ve düşük olarak sınıflandırılmış ve sıralanmıştır.

şener [27] Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile kredi talebinde bulunan ticari firmaların kredi notunu hesaplamıştır. Hesaplanan firma puanları sektörün kredi notu ile karşılaştırılarak, firmaya kredi tahsis edilip edilmeyeceğine ilişkin etkin bir karara ulaşılmaya çalışılmıştır.

Donel [28] ticari bir bankaya ait tüketici kredisi başvurusu yapmış müşterilerin veri seti üzerinden skor kartlar oluşturmaya çalışmıştır. Skor kartların modellenmesi amacıyla lojistik regresyon yöntemi ve yapay sinir ağları yöntemi kullanılmıştır.

Yiğit [29] yapay sinir ağı ile kredi taleplerinin değerlendirilmesine yönelik bir model geliştirmiştir. Uygulamanın yapay sinir ağı sonuçları, kredi taleplerinin değerlendirilmesinde en çok kullanılan istatistik yöntemlerinden biri olan lojistik regresyon sonuçları ile Roc eğrileri kullanılarak karşılaştırılmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında amaç, kredi talebinde bulunan firmaların analizinin mümkün olduğunca doğru, verimli ve hızlı bir şekilde yapılarak kredi geri ödemelerinin yapılamaması riskini minimuma indirmektir. Kurumsal firmaların kredi başvurularını daha sağlıklı bir şekilde değerlendirmek ve doğru kararların verilmesini sağlamak amacıyla bulanık mantık yaklaşımı ve yapay sinir ağı beraber kullanılmış, kredi analizlerine yardımcı olacak bir model geliştirilmiştir.

1.3 Hipotez

Firma kredibilitesi pek çok kriter göz önüne alınarak belirlenmektedir. Bu bağlamda, bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık AHP ve yapay sinir ağı modelleri birlikte kredi değerlendirme sürecinde kolayca uygulanabilmekte ve uygulama sonucunda doğru ve gerçekçi yaklaşımlar ortaya çıkmaktadır.

KURUMSAL KREDİ DEĞERLENDİRME

2.1 Kredi Tanımı

Kredinin sözlük anlamı; “saygınlık ve güven olup, Latince “inanma” anlamına gelen “credere” kökünden gelmektedir. Kredi herhangi bir kimseye ödünç para veya parasını sonra almak kaydıyla mal vermek, alınacak bir malın bedelinin ödeneceğine veya yapılacak bir hizmetin yerine getirileceğine kefalet etmek, garanti vermek olarak tanımlanabilir[30].

Bankacılık yönüyle kredi; bankaların, öz kaynaklarının yanı sıra topladıkları türk lirası ve döviz mevduat ile çeşitli şekillerde borçlanmak suretiyle banka dışından temin ettikleri fonları; yasal sınırlamalar, bankaların iç mevzuatları ve kaynakları çerçevesinde, geri ödeyeceği konusunda kendisine güven duyulan gerçek veya tüzel kişilere belirli bir bedel (faiz veya komisyon) karşılığında ve belirli bir süre (vade) sonunda geri almak kaydıyla borç olarak vermesi ya da borç anlamında olmamakla birlikte, sözleşme yapan taraflardan birinin hizmet taahhüdünün ve/veya bu taahhütten doğacak borçlarının garanti edilmesi (itibar) işlemidir[31].

Ülkemiz uygulamaları açısından kredi işlemi, bankacılık uygulamalarının yasal çerçevesini belirleyen 5411 sayılı Bankacılık Kanunu’nun 48nci maddesi, 1nci fıkrasında aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

“Bankalarca verilen nakdi krediler ile teminat mektupları, kontr-garantiler, kefaletler, aval, ciro, kabul gibi gayri nakdi krediler ve bu niteliği haiz taahhütler, satın alınan tahvil ve benzeri sermaye piyasası araçları, tevdiatta bulunmak suretiyle ya da herhangi bir şekil ve surette verilen ödünçler, varlıkların vadeli satışından doğan alacaklar, vadesi geçmiş nakdî krediler, tahakkuk etmekle birlikte tahsil edilmemiş faizler, gayri nakdi kredilerin nakde tahvil olan bedelleri, ters repo işlemlerinden alacaklar, vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri ile benzeri diğer sözleşmeler nedeniyle üstlenilen riskler, ortaklık payları ve kurulca kredi olarak kabul edilen işlemler izlendikleri hesaba bakılmaksızın bu Kanun uygulamasında kredi sayılır”[32].

2.2 Kredi Türleri

Bankacılık sektöründe, müşterilere tahsis edilen kredileri belli unsurlara göre ayırma tabi tutmak oldukça güçtür. Bununla birlikte genel kabul görmüş şekliyle krediler aşağıdaki şekillerde sınıflandırılabilir[33]:

➤ Niteliği Açısından Krediler

- Nakdi Krediler
- Gayri Nakdi Krediler

➤ Vade Açısından Krediler

- Kısa Vadeli Krediler
- Orta Vadeli Krediler
- Uzun Vadeli Krediler

➤ Teminat Açısından Krediler

- Teminatlı Krediler
- Teminatsız Krediler

➤ Veriliş Amacına Göre Krediler

- Yatırım Kredileri
- Donanım Kredileri

- İşletme Kredileri

➤ Kullanım Amaçlarına Göre Krediler

- Ticari Krediler
- Sanayi Kredileri
- İhracat Kredileri
- Tarım Kredileri
- Bireysel Krediler

➤ Kaynak Açısından Krediler

- Banka Kaynağından Kullanılan Krediler
- Dış Kaynaklı Krediler

2.2.1 Nitelikleri Açısından Krediler

Nitelikleri açısından krediler iki ana başlık altına incelenebilir. Bunlar:

- Nakdi Krediler: Yalnızca faiz veya faizle birlikte ayrıca komisyon alınması koşuluyla, belli bir vadeye bağlı olarak, nakit şeklinde kullandırılan kredilerdir[34].
- Gayri Nakdi Krediler: Bir işin yapılması veya bir yükümlülüğün yerine getirilmesine ilişkin bir bankanın müşteri lehine taahhütte bulunması ve garanti vermesi, gayri nakdi kredi olarak nitelendirilmektedir. Diğer bir ifade ile gayri nakdi kredi, ödünç olarak bir bankanın itibarının verilmesidir[35].

2.2.2 Vadeleri Açısından Krediler

Vadeleri açısından krediler üçe ayrılmaktadır. Bunlar :

- Kısa Vadeli Krediler: Vadesi 18 aya kadar olan kredilerdir.
- Orta Vadeli Krediler: Vadeleri 18 ay ile 5 yıl arasında olan kredilerdir.
- Uzun Vadeli Krediler: Vadeleri 5 yıldan fazla olan kredilerdir[36].

2.2.3 Veriliş Amacı Açısından Krediler

Veriliş amacı açısından krediler üç ana başlık altında incelenebilir. Bunlar:

- Yatırım Kredileri: İşletmelerin sabit kıymetlerinin finansmanı için uzun vadeli olarak verilen kredilerdir.
- Donanım Kredileri: İşletmelerin bina ve tesislerinin yenilenmesi, modernizasyonu veya genişletilmesi için orta ve uzun vadeli olarak verilmektedir.
- İşletme Kredileri: İşletmelerin kısa, orta ve uzun vadeli olarak üretim faaliyetlerinin ve kısa vadeli kaynak gereksinimlerinin finansmanı için verilen kredidir[37].

2.2.4 Teminatları Açısından Krediler

Teminatları açısından krediler iki ana başlık altında incelenebilir. Bunlar:

- Teminatsız Krediler: Bankaların kredi müşteriğine güvenerek herhangi bir teminat almadan, sadece müşterinin genel kredi sözleşmesini imzalaması karşılığında kullandırdıkları kredilerdir.
- Teminatlı Krediler: Kredi müşterisinin şahsi taahhüdünden başka, bir ya da birden fazla şahsın kefaleti ve/veya ticari senet, gayrimenkul, hisse senedi gibi maddi teminatlar karşılığında kullanılan kredilerdir[38].

2.2.5 Kullanılan Sektörler Açısından Krediler

Kullanılan sektörler açısından altı ana başlık altında incelenebilir. Bunlar:

- Ticari Krediler: Faaliyet konularını sürdürmeleri için gerçek veya tüzel kişilerin işletme kredisi türünde kullandıkları kredilerdir.
- Sanayici Kredileri: Üretim sektöründe, genellikle yatırımların finansmanında kullanılan kredilerdir.
- İhracat Kredileri: İhracatın finansmanında döviz veya TL olarak kullanılan kredilerdir[39].
- Tarım Kredileri: Tarım sektörünün finansmanı amacıyla kullanılan kredilerdir. Bu krediler bağcılara, pamukçulara ve tütüncülere yapılan tarımsal iskontolar ve açılan

borçlu cari hesaplar biçiminde görülmektedir[40].

- Bireysel Krediler: Herhangi bir hizmetten yararlanılması ya da varlığın satın alınmasında, ticari amaçlar dışında tüketime yönelik olarak, belirlenmiş koşullarda ödenmek üzere kullanılan krediler geniş anlamda bireysel kredi olarak adlandırılmaktadır[41].

2.2.6 Kaynakları Açısından Krediler

Kaynakları açısından krediler, üç ana başlık altında incelenebilir. Bunlar:

- Banka Kaynağından Kullanılan Krediler: Bankaya ait kaynaklardan kullanılan kredilerdir. Yani; bankanın plase edilebilir fonlarından kullanılan kredilerdir[35].
- Dış Kaynaklı Krediler: Yabancı kaynaklı kredilerde, kredi müşterisine aktarılan fon banka dışından, genellikle yurt dışından sağlanan fonlardan kaynaklanır. Yabancı kaynaklı kredilerde, kredi müşterisine aktarılan fon banka dışından genellikle yurt dışından sağlanan fonlardan kaynaklanır[42].

2.3 Kredilendirme Prensipleri

Bankalar kredi değerliliğini belirlerken bazı temel unsurlara önem vermeleri gerekmektedir. Bu anlamda kredilendirmede 5C kuralından söz edilir:

- Karakter (Character): Kredi alıcısının ödeme alışkanlıklarını ve dürüstlüğü gösterir.
- Kapasite (Capacity): Belirlenen vadelerde firmanın ödeme gücünü temsil eder. İşletme sahip ve yöneticilerinin işe hakim olmaları, yetenekli ve vizyon sahibi olmaları, belirsizliklere ve gelir dalgalanmalarına karşı duyarlı olmaları, planlı çalışma alışkanlıklarının olup olmadığını ifade eder.
- Kapital (Capital or Cash): İşletme aktiflerinin borçlarını çıkarttıktan sonra kalan net varlığı göstermektedir.
- Koşullar (Conditions): Müşterinin sektördeki durumu, pazar payı ve rakiplerle karşılaştırıldığındaki durumu göz önüne alınır.
- Teminatlar (Collateral): Toplam varlık sayısı ve sigorta, garantiler, ipotekler ve mali

yükümlülükler incelenir.

- Literatürde buna ek olarak bir de 6.C yani; Kontrol eklenmiştir;
- Kontrol (Control): Başvuru dokümanlarının doğru düzenlenip düzenlenmediğinin araştırılmasını anlatır. Burada eksperler tarafından geri ödemede etkide bulunabilecek dış faktörlerin ne oranda titizlikle ve yerinde incelendiğine bakılır. [43].

2.4 Kurumsal Kredilerde Kredilendirme Süreci

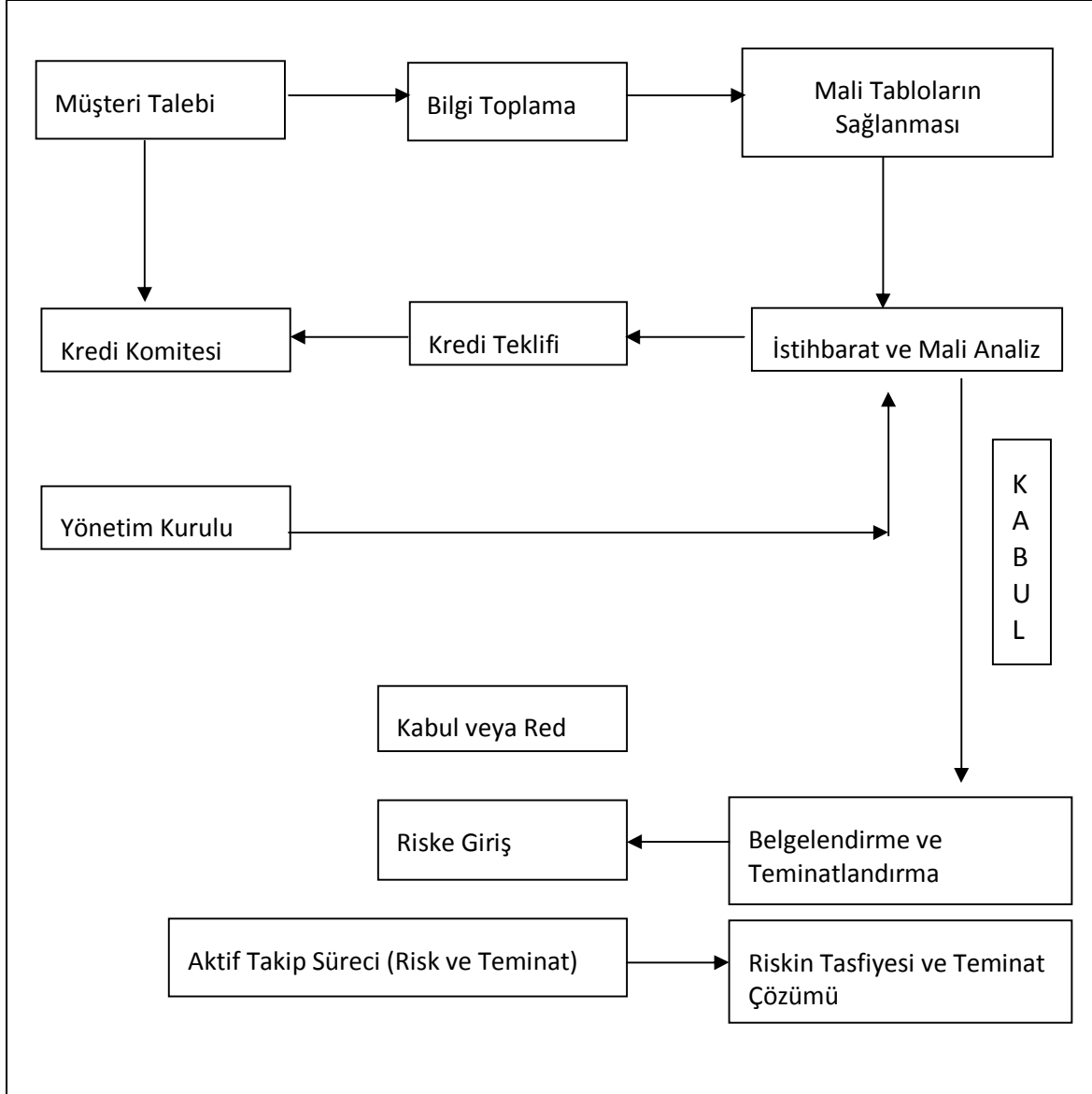
Bankalarda kredilendirme süreci, kredilendirilmek istenen müşteriyle ilk temas ile başlayan ve kredinin anaparası ile tüm faiz, komisyon vb. ek ödemelerinin yapılarak teminatların serbest bırakılması ve ilişkinin tasfiye edilmesi ile sona eren bir zaman dilimini ve bu zaman dilimi içinde yapılan tüm işlemleri kapsamaktadır[44].

Kredilendirme süreci kredi talebi ile başlayarak kredinin analizi, kredinin yapılandırılması ve kredinin yönetimi ile gibi aşamaları mantıksal bir sıra içinde takip eder. Yapılan işlemler açısından bakıldığında süreci aşağıdaki parçalara ayırmak olasıdır[32]:

- Müşteri ile ilişkiye geçme süreci/mevcut müşterilerle yeni kredi ilişkileri için görüşmede bulunma süreci,
- Kredilendirme işlemleri hakkında bilgi toplama süreci
- Mali analiz ve duyum (istihbarat)/araştırma çalışmaları süreci,
- Fiyatlandırma süreci,
- Genel Müdürlükten/Bölge Müdürlüğünden gerekli izin alınması, limit çıkarılması süreci,
- Anlaşma süreci,
- Belgelendirme süreci ve kullandırma süreci
- Aktif krediler takip süreci,
- Riskin tasfiyesi süreci,

- Teminatların iade süreci,
- Kredinin iptali süreci,

Kredi süreci Şekil 2.1’de detaylı olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.1 Kredilendirme süreci[32]

2.5 Kurumsal Kredi Analizi

Kredi analizi; kredi talebinde bulunan gerçek ya da tüzel kişi müşterilerin kredi değerliliğini oluşturan etmenlerin (müşterinin mali durumu, ekonomik faaliyetleri gibi), bankanın kredi kaynakları, kredi kültür ve politikaları göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi ve bu değerlendirme sonucunda kredilendirilecek müşterilerin hangi

şartlar altında ve ne miktarda kredi ile kredilendirilebileceğini ve bunun yanında, talep edilen kredinin risk derecesini (geri dönmeme olasılığını), verimini, bankanın kredi költür ve politikaları ile olan uyumunu belirleyen yöntemler (süreçler) bütünü olarak da tanımlanabilir[45].

Kurumsal kredi analizi kapsamında yapılacak çalışmalar finansal ve finansal olmayan analiz olmak üzere iki başlık altında toplanabilir. Finansal analiz, bir işletmenin finansal durumunu ve finansal yönden gelişmesinin yeterli olup olmadığını belirlemek için, finansal tablolarda yer alan kalemlerdeki değışikliklerin, kalemler arasındaki ilişkilerin incelenmesi ve aynı sektördeki diğer işletmelerle karşılaştırılmasıdır[46].

Kredi analizi kapsamında yapılacak finansal analizin amaçları, üç ana başlıkta değerlendirilebilir;

- Tabloların düzenlendiği tarihte firmanın varlık ve kaynak yapılarının incelenmesi,
- Borç ödeme gücünün gelecekte devam etme olasılığının incelenmesi,
- Firma gelirlerinin geçmiş dönemlerde göstermiş olduğu eğilimin ve firmanın gelecek dönemlerde talep edeceği krediyi geri ödeyebilecek ölçüde fon yaratıp yaratamayacağını saptanması olarak sıralanabilir[47].

Finansal olmayan analiz ise; firmanın geçmiş, cari ve gelecek performansını etkileyen ve etkileyebilecek tüm etmenlerin ortaya konularak incelenmesi ve değerlendirilmesini içerir. Bu analiz, firmanın moralitesi ve yönetim yapısının analizi, firmanın bağlı olduğu grup firmalarının ve iştiraklerinin analizi, firma ortaklarının servetlerinin analizi, ticari faaliyet analizi, rekabet gücü analizi, yatırım analizi, firmanın diğer banka ve finans kurumlarıyla ilişkileri, firmanın finansal tablolara yansımamış olan kayıt dışı faaliyetlerinin analizi, diğer risklerinin analizi gibi konuları kapsar[48].

2.5.1 Finansal Analiz

Finansal analiz, bilanço ve gelir tablosunda yer alan oldukça hacimli bir rakamlar kümesinden, anlamlı finansal oranlar oluşturmak suretiyle özet bilgiler çıkarmak işlemidir[49].

2.5.1.1 Yatay Analiz

Bir işletmenin birbirini izleyen iki ve daha fazla döneme ilişkin aktif, pasif ve gelir tablosunu oluşturan hesapları ve bunlardaki değişimlerini ortaya koyma işlemidir. Bu yöntem, tutarların dönemler itibari ile seyrini ilk bakışta göstermesi ve fazla bir işlemi gerektirmemesi bakımından çok kullanılmaktadır. Dinamik bir analizdir. Farklı tarihlerde düzenlenmiş mali tablolarda yer alan kalemlerde görülen değişikliklerin incelenmesi ve bu değişikliklerin değerlendirilmesidir[50].

2.5.1.2 Dikey Analiz

Dikey yüzdeler analizi; bir firmanın tek bir faaliyet dönemine veya birbirini izleyen birden fazla faaliyet dönemlerine ilişkin finansal tablolarında yer alan her bir kalemin, genel toplam ya da hesap grupları içerisindeki yüzde ağırlığının (oransal büyüklüğünün) hesaplanmasına ve hesaplanan bu yüzdelerin karşılaştırılmalı olarak incelenmesi ve değerlendirilmesine dayanan finansal analiz tekniğidir. Ortak esasa indirgenmiş tablolar, “Dikey Analiz” olarak da isimlendirilen bu analiz tekniğinde, mali tablolarda yer alan bir kalemin, toplam içerisindeki payı yüzde olarak ifade edilir[45].

2.5.1.3 Oran Analizi

İşletmenin mali tabloları üzerinden oran analizi yapılabilmektedir. Oran analizi işletmenin o dönemki performansı hakkında önemli ipuçları vermektedir. Bu analizler temelde dört farklı şekilde yapılabilmektedir. Bunlar:

- Likidite oranları
- Faaliyet oranları
- Karlılık oranları ve
- Mali yapı oranlarıdır[51].

Likidite Oranları;

- Net İşletme Sermayesi: Net işletme sermayesi, firmanın kısa vadeli borçlarını karşılayacak tutarın üzerindeki kısa vadeli aktif varlıkları gösterir.

$$\text{Net İşletme Sermayesi} = \text{Dönen Varlıklar} - \text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}$$

- Cari oran: Cari oran firmanın kısa vadeli yabancı kaynaklarını dönen varlıklarla karşılayabilme derecesini gösterir ve kısa vadeli borç ödeme yeteneğinin bir ölçüsü olarak kabul edilir.

$$\text{Cari Oran} = (\text{Dönen Varlık} / \text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}) * 100$$

- Likidite Oranı: Bu oran; cari oranı tamamlayan bir orandır. Firmanın ani kısa vadeli borç ödeme yeteneğinin daha duyarlı bir ölçüsüdür.

$$\text{Likidite Oranı} = (\text{Dönen Varlıklar} - \text{Stoklar}) * 100 / \text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}$$

- Nakit Oranı: Bu oran; işletmenin hazır değerlerinin, kısa vadeli borçlarının ne kadarını karşılayabileceğini gösterir.

$$\text{Nakit Oranı} = (\text{Hazır Değerler} / \text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}) * 100$$

Faaliyet Oranları;

- Ticari Alacakların Ortalama Tahsil Süresi: İşletmenin yaptığı vadeli satışlardan doğan alacaklarının kaç günde tahsil edildiğini gösterir.

$$\text{Alacakların Ortalama Tahsil Süresi} = (\text{Ortalama Ticari Alacaklar} * 365) / \text{Net Satışlar}$$

- Ticari Borçların Ortalama Tediye Süresi: İşletmenin vadeli mal/hizmet alımlarından kaynaklı borçların ortalama vadesini gösterir.

$$\text{Ticari Borçların Ortalama Tediye Süresi} = (\text{Ortalama Ticari Borçlar} * 365) / \text{Satılan Malların Maliyeti}$$

- Stok Devir Süresi: İşletmenin hammadde malzeme, yarı mamul ve mamulleri ile ticari mal stoklarının yıl içerisinde kaç günde bir devrettiği, diğer bir deyişle stokta kaldığı süreyi göstermektedir.

$$\text{Stok Devir Süresi} = (\text{Ortalama Stok} * 365) / \text{Satılan Malın Maliyeti}$$

- Finansman Süresi: Firmanın finansmana ihtiyacı olan gün sayısını vermektedir.
$$\text{Finansman Süresi} = \text{Alacakların Ortalama Tahsil Süresi} + \text{Stok Tutma Süresi} - \text{Borç Tediye Süresi}$$

- Aktif Devir Hızı: Firmanın mevcut kaynaklarını etkin kullanıp kullanmadığının göstergesi olan oran; firmada sermaye ve emek yoğunluğu ile varlık kullanımı hakkında bilgi verir.

$$\text{Aktif Devir Hızı} = \text{Net Satışlar} / \text{Ortalama Aktif Toplamı}$$

- Öz Kaynak Devir Hızı: Bu oran; işletmenin öz kaynaklarının verimli kullanıp kullanmadığını gösteren bir orandır.

$$\text{Öz kaynak Devir Hızı} = \text{Net Satışlar} / \text{Ortalama Öz Kaynaklar}$$

Mali Bünye Oranları;

- Finansman Oranı: Bu oran; işletmenin öz kaynaklara göre ne oranda borçlandığını gösterir.

$$\text{Finansman Oranı} = (\text{Yabancı Kaynaklar} * 100) / \text{Öz Kaynaklar}$$

- Borçların Aktif Toplamına Oranı: Firmanın varlıklarının % kaçının yabancı kaynaklar ile finanse edildiğini göstermektedir.

$$\text{Finansal Kaldıraç Oranı} = \text{Yabancı Kaynaklar Toplamı} / \text{Aktif Toplamı}$$

- Toplam Mali Borçlar / Pasif Toplamı: Toplam kaynakların % kaçının, mali borçlardan oluştuğunu ifade eder. Oranın yüksekliği firmanın işletme dışı kaynak olarak daha çok banka kredisi ve diğer mali borçlara başvurduğunu göstermektedir.

$$(\text{Kısa Vadeli Mali Borçlar} + \text{Uzun Vadeli Mali Borçlar}) * 100 / \text{Pasif Toplamı}$$

- Duran Varlıkların Devamlı Sermayeye Oranı: Bulunan oran; öz kaynak ve uzun vadeli yabancı kaynakların duran varlıklara bağlanmış olan kısmını verir. Diğer bir deyimle, duran varlıkların ne oranda firmanın kendi kaynakları ve uzun vadeli yabancı kaynak olanaklarıyla finanse edildiğini gösterir.

$$\text{Duran Varlıklar} * 100 / (\text{Uzun Vadeli Mali Borçlar} + \text{Öz Kaynaklar})$$

- Kısa Vadeli Yabancı Kaynakların Toplam Kaynaklara Oranı: Bulunan oran; işletmenin varlıklarının ne kadarlık bir kısmının kısa vadeli yabancı kaynaklarla finansa edildiğini gösterir.

Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar Toplamı / Toplam Kaynaklar (Pasif Toplamı)

Karlılık Oranları;

- Faaliyet Karının Net Satış Tutarına Oranı: Firmanın esas faaliyetlerinin ne ölçüde karlı olduğunu ortaya koyar.

Faaliyet Karlılığı = (Faaliyet Karı / Net Satışlar) * 100

- Bilanço Karlılığı: Bu oran; net satışların yüzde kaçının işletmenin vergi öncesi karını oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

Bilanço Karlılığı = (Vergi Öncesi Kar / Net Satışlar) * 100

- Faizleri Karşılama Oranı: Firmanın faizleri karşılama gücünü gösterir.

Faiz Karşılama Oranı = Faaliyet Karı / Finansman Gideri

- Öz sermaye Karlılığı: (Net Kar / Öz Sermaye) * 100
- Aktif Karlılığı: (Net Kar / Aktif Toplamı) * 100

2.5.2 Finansal Olmayan Analiz (İstihbarat Analizi)

İstihbarat, bankacılıkta, kredi değerliliğinin tespiti ve riskin azaltılması amacıyla, gizlilik ve tarafsızlık içinde, bankalar tarafından şahıslar veya firmaların ahlaki ve mali durumlarını doğru olarak tespit için çeşitli kaynaklardan yapılan bilgi toplama ve değerlendirme sürecidir[52].

Bankalar tarafından yapılan istihbarat çalışmalarının temel amacı; kredi talebinde bulunan müşterilerin, krediyi geri ödeme gücüne (kapasitesine) ve karakterine (kişisel nitelikleri ve moralitesine) sahip olup olmadıklarının bankalarca saptanması ve bu saptama doğrultusunda müşterilerin ihtiyaçlarına uygun şekilde (uygun tür, limit ve vadelerde) kredilendirilerek; kredilerin güvenli, verimli ve akışkan olarak kullandırılmasını sağlamaktır[31].

Firma yöneticisi ve ortaklarının karakterleri, ödeme ahlakları, yönetim tarzı, firmanın iştiraklerinin analizi, firma ortaklarının varlık bilgilerinin analizi, rekabet gücü analizi, firmanın diğer banka ve finans kurumları ile ilişkilerini analizi, firmanın finansal tablolarına yansımamış olan kayıt dışı faaliyetlerinin analizi, ortakların/yöneticilerin sektördeki deneyimleri, itibarlarının araştırılması finansal olmayan analizi oluşturur[53].

İstihbaratın kaynakları, genel olarak, niteliksel ve niceliksel kaynaklardır. İstihbaratın birkaç kaynağa dayandırılarak ve sınırlı kaynaklarla yapılması sağlıklı olmamaktadır. Kredi talep edenlerin moralitesi, cari mali gücü, özvarlığı, gelir yaratma kapasitesi hakkında bilgi sağlayan, kredi taleplerinin değerlendirilmesinde büyük öneme sahip bu faktörlerin daha iyi anlaşılmasına olanak sağlayan çeşitli kaynaklar vardır. Bu kaynaklardan en önemlileri; özel, resmi ve yarı resmi kaynaklardır[45]. Şekil 2.2’de kaynaklar gösterilmektedir.

Özel Kaynaklar	Resmi Kaynaklar	Yarı Resmi Kaynaklar
• Şirket Ana Sözleşmesi • Hesap Durum Belgesi ve Mali Hesapların Açıklayıcı Notları • Karşılıklı Görüşme • Piyasadan Toplanan Bilgiler • Müşterilerin Bankalarla Olan İlişkileri • Destek Hizmet Kuruluşlarından Alınan Bilgiler • Diğer Rapor ve Belgeler	• Ticaret Sicili Kayıtları ve Ticaret Sicili Gazetesi • Tapu Sicili Kayıtları ve Vergi Beyannameleri • İmza Sirküleri ve Onaylı İmza Örneği • T.C Merkez Bankası Risk Kayıtları • İcra-İflas Dairesi Kayıtları • Kanun, Kararname ve Tebliğler	• Noterler • Ticaret ve Sanayi Odaları • Esnaf ve Zanaatkar Dernekleri • Mesleki Kuruluşlar • Borsa ve Araştırma Kurumları Verileri

Şekil 2.2 İstihbarat kaynakları[45]

2.5.2.1 Özel Kaynaklar

Şirket Ana Sözleşmesi: Bankaların, şirket hakkında bu ana sözleşmeden edinebileceği bilgiler; şirketin ticaret unvanı, adresi, ortaklığın türü, süresi, kuruluş tarihi, faaliyet konusu, sermaye durumu, kâr ve zararının dağılımı, yöneticilerinin ve ortaklarının yetkileri, ikametgâhı, hukuki ehliyeti ile ilgili bilgilerdir.

Hesap Durum Belgesi ve Mali Hesapların Açıklayıcı Notları: Bankalar tarafından açılacak krediler ve verilecek kefalet ya da teminatlar için kredi talebinde bulunanlardan, Bankalar Kanunu’nun 11. Maddesine göre Türkiye Bankalar Birliği tarafından saptanan örneğe uygun olarak düzenlenmiş hesap durum belgesi alınması zorunludur[53].

Karşılıklı Görüşme: Daha önce kredilendirilmiş olsun ya da olmasın, kredi talebinde bulunan müşteriler ile firma ziyaretleri ya da bankadaki görüşmeler yoluyla gerçekleştirilecek olan karşılıklı diyaloglar, ilgili müşteriler hakkında bilgi sağlayıcı ana istihbarat kaynaklarından birisidir.

Piyasadan Toplanan Bilgiler: Kredi talep eden müşteriler ile ilgili olarak, diğer tacirlerden, ticari ilişkide bulunduğu kuruluşlardan, borçlu ve alacaklılardan bilgi almak olanaklıdır[45].

Müşterinin Bankalarla Olan İlişkileri: Kaynakların en güvenilir olanı, firmanın bankalarla olan ilişkileridir. İşletmelerin özellikle kredi ilişkisine girmeyi düşündüğü banka ile yaptığı işlemleri belgelemek mümkündür. Tahsil ve teminattaki senetleri, bunların tahsil hızı, mevduatı, kredisinin akışkanlığı ve verimi gibi işlemleri banka kayıtlarında görülebilmektedir[53].

Diğer Rapor ve Belgeler: Bankaların istihbarat çalışmalarında başvurduğu ve önemli görülen diğer rapor ve belgeler; dış denetim raporu, Yeminli Mali Müşavir raporu, Serbest Muhasebeci Mali Müşavir raporu, firma faaliyet raporları, kapasite raporu, hakediş belgesi, iş bitirme belgesi, iş sözleşmesi, gümrük çıkış beyannameleri, yatırım teşvik belgesi, ihracatçı ithalatçı belgesi, vergi beyannamesidir[36].

2.5.2.2 Resmi Kaynaklar

Ticaret Sicil Kayıtları ve Ticaret Sicili Gazetesi: Kredi talebinde bulunan ve ticaret ile meşgul olan müşterilere kredi kullandırılabilmesi için, bu müşterilerin “Ticaret Sicili”ne kayıtlı olması gerekmektedir. Bu durumun belgelendirilmesi için; “Ticaret Sicil Memurlukları”ndan, “Ticaret ve Sanayi Odaları” veya bu odaların bulunmadığı yerlerde il belediyelerinden sicil kaydı temin edilir.

Tapu Sicili Kayıtları ve Vergi Beyannameleri: Tapu sicili kayıtlarının incelenmesi ile kredi talebinde bulunan kişi ya da firmanın bilanço içi ve bilanço dışı taşınmazları ve bu taşınmaz mallar üzerinde herhangi bir ipotek bulunup bulunmadığı öğrenilir. Vergi beyannamesinin onaylanmış örneğinin incelenmesi, kredi müşterisinin vergi dairesine verdiği mali tablolar ile bankalara sunduğu tablolar arasında farklar olup olmadığını ortaya koymaktadır.

İmza Sirküleri ve Onaylı İmza Örneği: İmza sirküleri, bir firmayı temsil eden ve yöneten kişilerin yetki derecelerini, yetkilerinin kapsamını ve bu yetkileri kullanırken tek tek ya da birlikte atacakları imzaların örneklerini gösteren belgelerdir.

T.C. Merkez Bankası Risk Kayıtları: Bankalar, kredi kullandırdıkları ya da kullandıracakları müşterilerinin, gerek ilgili bankadan gerekse Türkiye'deki tüm bankalardan nakit, gayri nakit TL / yabancı para cinsinden kullandıkları kredilerin; limit ve risk bilgilerini, eğer varsa, sorunlu kredileri hakkında bilgileri, protestolu senet ve karşılıksız çek bilgilerini ve kredi faiz ve/veya komisyonundan dolayı borcu olup olmadığına dair tüm bilgileri kredi ve risk bildiri cetvellerinden öğrenebilmektedirler.

İcra-İflas Dairesi Kayıtları: Borçlunun kendi rızası ile ödemediği borçların zorla ödenmesinden sorumlu resmî makam olan İcra-İflas Dairesinde kaydı bulunan müşterilere kredi kullandırılması, riskli bir durumdur. Bu nedenle bankalar için önemli bir istihbarat kaynağıdır.

Kanun, Kararname ve Tebliğler: Firmaların faaliyet alanlarını belirleyen veya ticari faaliyetlerine sınırlama getiren kanun, kararname, tebliğler ve bunların yayımlandığı resmi gazetelerde bankalarca yararlanılması gereken önemli istihbarat kaynakları arasında yer almaktadır.

2.5.2.3 Yarı Resmi Kaynaklar

Noterler, ticaret ve sanayi odaları ile esnaf ve sanatkâr dernekleri ve her çeşit mesleki kuruluşlar (ihracatçı birlikleri, mühendis ve mimar odaları, kooperatif birlikleri, serbest muhasebeci mali müşavirler ve yeminli mali müşavirler odaları vb.), anonim şirket statüsünde olan müşteriler için menkul kıymetler borsasında mevcut bilgiler, halka açık firmaların hisse senetlerinin borsa fiyatlarındaki gelişmeler ve araştırma kurumlarının

verileri istihbarat çalışmalarında bankalarca yararlanılan yarı resmî kaynaklar arasındadır[31].

2.6 Kredi Kararının Verilmesi

Kredilendirme sürecinde, gerekli değerlendirmelerin yapılması sonrasında iki yol vardır. Kredi talep eden firmanın talebi onaylanır veya reddedilir. Kredi talebi yasal nedenlerden, kredi talep eden firmanın mali ve mali olmayan durumundaki olumsuzluklardan ve bankanın kredi politikalarından reddedilebilir. Talebi reddedilen firma için kredilendirme süreci bu aşamada bitmiş olur.

Yapılan görüşmeler ve analizler sonrasında banka tarafından kredi tahsis edilmesine karar verilmiş ise kredi oluşturma aşamasına gelmiş olur. Kredinin oluşturulması; uygun kredi türü, vade, teminat, fiyat ve diğer özel şartların bankanın ve firmanın karşılıklı çıkar ve hedefleri doğrultusunda belirlemesidir. Kredi oluşturulmasının başarılı olabilmesi için uygulanacak temel ilke müşterinin finansman ihtiyaçları ile kredi imkanlarını uyumlu bir şekilde birleştirmek, müşterinin ihtiyaçlarına cevap verecek kredi imkanlarını sunmaktır. Müşterinin kredi değerliliği yüksek olsa bile doğru şartlarda oluşturulmayan kredinin geri ödenmesinde problemler yaşanabilir[54].

BULANIK MANTIK TEMELLİ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

3.1 Çok Kriterli Karar Verme

İşletmeler ayakta kalabilmek ve hayatlarını sürdürebilmek için birçok seviyede farklı kararlar almak zorundadırlar. Bu kararları alırken, karar vericiler doğru ve güvenilir verilere ve değerlendirme süreçlerine ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden karar verme süreçlerine bilimsel tekniklerin dâhil edilmesi sonuçların daha güvenilir olmasına ve subjektif kararlardan uzaklaşılmasına yardımcı olur. Çeşitli karar problemleri ile karşı karşıya kalan yöneticiler için zor problemlerden biri de, alternatifler kümesinden uygun alternatifin seçilmesidir. Bu seçim prosedürüne çelişen ve fazla sayıda kriter dâhil olduğundan geleneksel seçim prosedürlerinin kullanılması gerçekçi bir çözüm sunmaz. Bu nedenle, Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri günümüzde birçok çalışmada kullanılmaktadır[55].

ÇKKV yöntemleri, 1960'lı yıllarda karar vermeye yardımcı olacak bir takım araçların gerekli görülmesiyle geliştirilmeye başlanmıştır. ÇKKV, sonlu sayıda seçeneğin seçilme, sıralanma, sınıflandırma, önceliklendirme veya elenme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, birbirleri ile çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda ölçüt kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir[56].

ÇKKV ile ilgili bazı temel kavramları şöyle tanımlayabiliriz;

Alternatifler: Genellikle alternatifler, karar vericiye sunulan değişik faaliyet seçeneklerini temsil ederler. Sonlu sayıdaki alternatifler, birkaç tane olabileceği gibi binlerce de olabilmektedir.

Kriterler: Kriter; söz konusu probleme bağlı olarak birkaç tane yada çok daha fazla sayıda olabilir. Kriterlerin sayısının fazla olduğu pek çok problemde, kriterler hiyerarşik bir yapıya sahiptirler. Bazı kriterler temel kriter niteliğini taşıırken, diğerleri bunların alt kriterleri; hatta bir ağaç yapısında alt kriterlerin de alt kriterleri şeklinde tanımlanabilmektedirler.

Karar Ağırlıkları: Hemen hemen her ÇKKV problemini çözebilmek için, her bir kriterin göreceli önemini gösteren bir bilgiye gereksinim duyulur. Kriterlerin göreceli önemi genellikle toplamı “bir” olacak şekilde normalize edilmiş bir ağırlıklar kümesi şeklinde verilir. N tane kriter olması durumunda, ağırlık kümesi aşağıdaki gibidir.

$$W_t = (W_1, W_2, \dots, W_N) \text{ ve } \sum_{j=1}^N W_j = 1 \quad (3.1)$$

Karar Matrisi: Bir ÇKKV problemi, matris formatında kolayca ifade edilebilir. Herhangi bir karar matrisi D, m x n boyutunda bir matristir ve elemanları olan x_{ij} ’ ler; genellikle A_i ile gösterilen i seçeneğinin, x_j ile gösterilen j kriterine göre performans değerlendirmesini göstermektedir.

Bir ÇKKV problemi, Şekil 3.1’de gösterilen matris formatında özlü olarak ifade edilebilir.

		X_1	X_2	...	X_n
D=	A_1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}
	A_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}
	...	...	...	...	...
	A_m	X_{m1}	X_{m2}	...	X_{mn}

Şekil 3.1 Bir ÇKKV problemini ifade etmek için bir matris formatı

Burada; A_i , $i = 1, \dots, m$, alternatifleri ifade eder; X_j , $j = 1, \dots, n$, alternatif performanslarının ölçülmesinde kullanılan kriterler; ve X_{ij} ise X_j kriterine göre A_i alternatifinin performansdır[57].

ÇKKV' nin aşamaları şunlardır [58];

1. Alternatiflerin tanımlanması,
2. Kriterlerin belirlenmesi,
3. Kriterlerin kıyaslanması ve alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi,
4. Uygun bir ÇKKV yönteminin kullanılması,
5. Optimal çözümün bulunması,
6. Nihai çözüm uygun değilse yeni bilgilerin toplanması ve adımların tekrar gerçekleştirilmesi.

3.2 Bulanık Mantık

Bulanık mantık kavramı, ilk kez 1965 yılında Zadeh[65] tarafından "Information and Control" dergisinde yayınlanan "Bulanık Kümeler" adlı makale ile ortaya atılmıştır. Bu makalede bulanık kümelerin tanımı, temel işlemleri, kavramları ve özellikleri verilmiştir. Zadeh [65], gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelenmeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geleceğini ifade etmiştir. Çünkü bilgi kaynaklarının tümünü insan aynı anda ve etkileşimli olarak kavrayamaz ve bunlardan kesin sonuçlar çıkaramaz. Burada bilgi kaynaklarının temel ve kesin bilgilere ilave olarak, özellikle sözel olan bilgileri de içerdiği vurgulanmalıdır. İnsan sözel düşünebildiğine ve bildiklerini başkalarına sözel ifadelerle aktarabildiğine göre bu ifadelerin kesin olması beklenemez[59].

Bulanık mantığın en geçerli olduğu durumlardan ilki, incelenen olayın çok karmaşık olması ve bununla ilgili yeterli bilginin bulunmaması durumunda kişilerin görüş ve yargılarına yer verilmesi, ikincisi ise insan kavrayış ve yargısına gerek duyan hallerdir[60].

Bulanık mantık, sadece doğru ve yanlıştan oluşan (0, 1 mantığı) klasik mantığın genelleştirilmiş halidir. Klasik mantıkta kısmi doğrular yoktur. Söz konusu olan ya

“tamamen doğru” dur, ya da “tamamen yanlış” tır. Hâlbuki kısmi doğru olarak nitelendirebileceğimiz ifadeler ne “tamamen doğru” dur, ne de “tamamen yanlış” tır. Bu tür ifadelerin tanımlanmasında klasik mantık yetersizdir. Oysaki bulanık mantıkta her şey bir değerle ifade edilebilir. Bulanık mantık ile ilgili en önemli özellik, insanın sağduyusuna dayanarak akıl yürüttüğü durumları matematiksel olarak modellemeye imkan tanımasıdır. Niçin böyle bir modellemeye ihtiyaç vardır? Makineler rutin işleri yapmada son derece başarılıdır. Ancak, yeterli bilgi mevcut değilse veya bilgi belirsiz ise bir makinenin başarısından söz etmek mümkün olmaz. Bu tarz işlerde insan emeğinden yararlanır, çünkü insanlar kendi gözlemlerinden, tecrübelerinden yararlanarak karar verebilme yeteneğine sahiptirler. İşte bu noktada bulanık mantık ön plana çıkmaktadır[61].

Dilsel değişkenlerin kullanımı açısından bulanık mantık diğer mantık sistemlerinden ayrılır. Dilsel değişkenlere sözel değişkenler de denir. İnsanlar, günlük hayatta; tam olarak tanımlanmamış ve nümerik olmayan dilsel niteleyiciler kullanarak; karar verirler ve problemleri çözümlerler. Örneğin, evimizin bulunacağı yerleşim yerini seçerken, kolay ulaşılabilirlik, ucuzluk, iyi halk hizmetlerine sahip olmak, az oranda karmaşanın olması gibi kriterleri göz önüne alırız. Yada bir ulaşım sistemini tercih ederken; ekonomik olması, konforlu olması, iyi hizmet vermesi, düşük kaza oranına sahip olması gibi unsurları dikkate alırız. Yine bir dükkânı seçerken; çok uzak olmayanı, yüksek kaliteli ürünler satanı ve kabul edilebilir fiyatlar sunanı tercih ederiz. İşte göz önünde bulundurduğumuz bu dilsel değişkenlerin hepsi bulanıklık arz etmektedir. Çünkü, örneğin; fiyatların yüksek olmaması söz konusu olduğunda; bunun için herhangi bir sınır mevcut değildir[62].

Bulanık mantığın genel özellikleri şu şekilde özetlenebilir[63]:

- Bulanık mantıkta kesin nedenlere dayalı düşünme yerine yaklaşık değerlere dayanan düşünme kullanılır.
- Bulanık mantıkta her şey $[0, 1]$ aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi sözel ifadeler şeklindedir.
- Bulanık çıkarım işlemi sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.

- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur.

3.3 Bulanık Küme

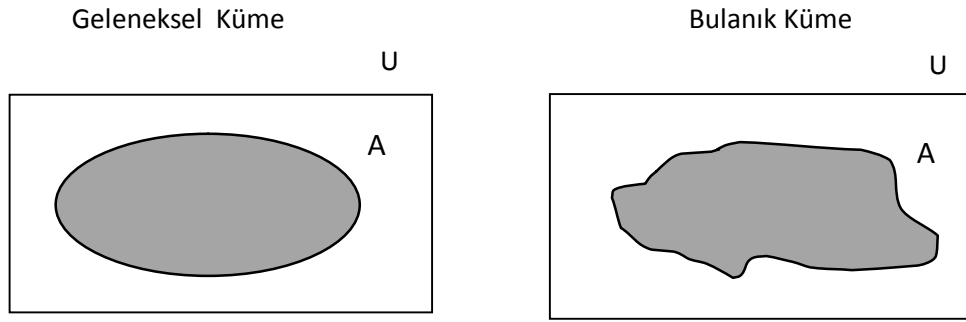
İnsan düşünce ve algılarındaki belirsizlik ve bu belirsizliğin sayısallaştırılması ile ilgilenmek amacıyla Zadeh[65] tarafından Bulanık Küme Teorisi geliştirilmiştir. Bu teori, kesin olmayan ve şüpheli kaynaklar ışığında insanların tutarlı ve doğru kararlar vermelerini sağlayan düşünme ve karar verme mekanizmalarının modellenmesi ile ilgilenmektedir[64].

Zadeh'e göre klasik sistem kuramının matematiksel yöntemleri, gerçek dünyadaki özellikle insanları içeren karmaşık sistemlerle uğraşırken yetersiz kalmaktadır. Bu durumun üstesinden gelebilmek için Zadeh[65], niteliklerin üyelik fonksiyonlarıyla ifade edildiği bulanık kümeler tanımlamasını önermiştir. Bulanık küme, devamlı üyelik derecesine sahip nesneler kümesidir. Bulanık küme, her nesneyi 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesine sahip üyelik fonksiyonu ile nitelendirmektedir[65].

Bu teoride, her bir elemana üyelik fonksiyonu aracılığı ile bir üyelik derecesi atanır. Üyelik dereceleri $[0, 1]$ kapalı aralığında değerler alabilmektedirler. Herhangi bir eleman için üyelik derecesi 1 ise bu eleman kesinlikle kümenin elemanıdır; üyelik derecesi 0 ise bu eleman kesinlikle kümenin elemanı değildir. Yani 0 kümeye ait olmamayı, 1 ise kesin olarak o kümenin üyesi olmayı gösterir[66].

Klasik küme teorisinde bir eleman kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Bir nesne bir kümeye kısmi olarak ait olamaz. Bulanık küme teorisi, az, sık, orta, düşük, çok, birçok gibi dilsel değişkenleri kullanarak dereceli veri modellemesini gerçekleştirir. Böylece olayların modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçların elde edilmesini sağlar. Bulanık küme teorisinin bu özelliği geleneksel küme teorisinden ayrılmasını ve bu esnekliği ile avantaj kazanmasını sağlar.

Bulanık küme ile geleneksel küme arasındaki fark Şekil 3.2’de anlaşılmaktadır.



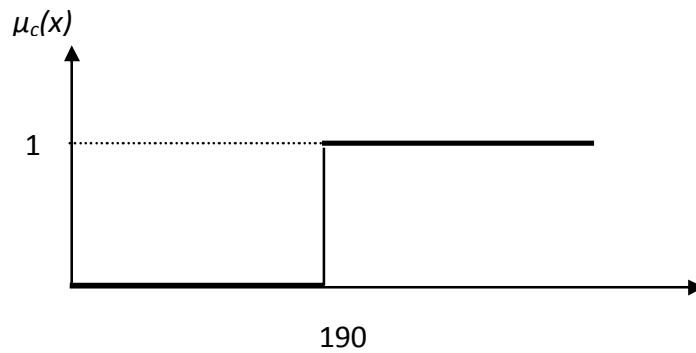
Şekil 3.2 Bulanık küme ile geleneksel küme arasındaki biçimsel fark[67]

Şekilden de anlaşıldığı gibi; geleneksel kümeler kesin sınırlara sahip kümelerdir. Bulanık kümeler ise; kesin sınırlara sahip değildir. Sınırların kesin olmayışı durumunu, bulanık kümelerdeki farklı üyelik derecelerine sahip olan elemanlar ortaya çıkarır. Geleneksel kümelerde ise; üyelik derecesi kavramı, sadece iki değere sahiptir. Eğer tam üyelik söz konusu ise; üyelik derecesi 1, üyelik söz konusu değil ise; üyelik derecesi 0’dır[67].

Örneğin klasik küme anlayışında uzun boylular kümesi (C), boyu 190 cm ve uzun olan insanlar olarak tanımlanabilir. Bu kümenin elemanları üyelik fonksiyonu $\mu_c(x)$ ile gösterimi (3.2) no’ lu eşitliğindeki gibi olacaktır.

$$\mu_c(x) = \begin{cases} 1 & \text{eğer } x \geq 190 \\ 0 & \text{diğer durumda} \end{cases} \quad (3.2)$$

Şekil 3.3’te bu kümenin üyelik fonksiyonu grafik olarak gösterilmektedir.



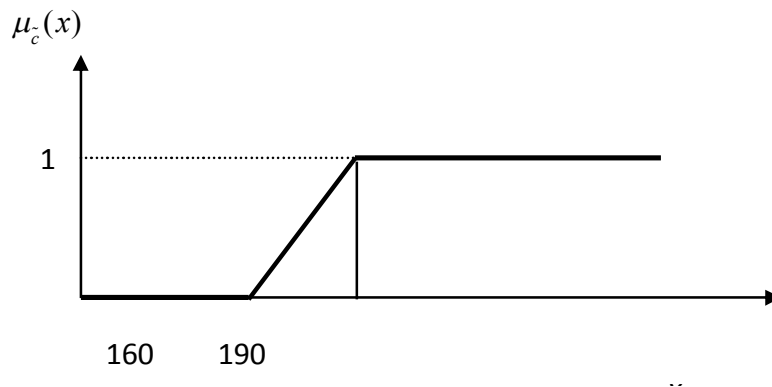
Şekil 3.3 C Kümesinin üyelik fonksiyonu

Klasik küme anlayışına göre, boyu 189 cm olan bir kişi uzun boylular kümesinin elemanı olamayacaktır. Fakat gerçekte bu kişi de uzun boylular kümesinde kısmen yer almaktadır. Bulanık küme anlayışına göre uzun boylular kümesinin elemanları için üyelik fonksiyonu (3.3) no'lu eşitlikteki gibi tanımlanabilir. Şekil 3.4'te bu kümenin üyelik fonksiyonu grafik olarak gösterilmektedir.

$$\mu_c(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 160 \\ \frac{x-160}{30} & 160 < x < 190 \\ 1 & x \geq 190 \end{cases} \quad (3.3)$$

Yukarıda açıklamalardan da anlaşılacağı gibi bulanık mantık yaklaşımının temelinde üyelik fonksiyonları bulunmakta ve tüm işlemler bu fonksiyonları kullanarak yapılmaktadır. Bulanık kümelerde bir fonksiyonun üyelik fonksiyonu olabilmesi için aşağıdaki şartları sağlaması gerekir[68]:

1. $(-\infty, a]$ aralığında $\mu_c(x) = 0$
2. $[a,b]$ aralığında monoton olarak artan
3. $[b,c]$ aralığında $\mu_c(x) = 1$ (Normallik kısıtı)
4. $[c,d]$ aralığında monoton olarak azalan
5. $[d, \infty)$ aralığında $\mu_c(x) = 0$



Şekil 3.4 C kümesinin üyelik fonksiyonu

3.4 Bulanık Sayılar

Bulanık sayılar, bulanık kümelerin özel bir alt kümesidir. Bulanık sayı terimi “10 a yakın”, “7 civarında” gibi kesin olmayan sayısal nicelikleri ele almak için kullanılır. Bulanık sayılar üyelik fonksiyonları kullanılarak tanımlanır. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ile gösterilen üyelik fonksiyonu $[0, 1]$ aralığında değer alır. $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0$ ise x sayısı kümenin elemanı değildir. $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$ ise x sayısı kesinlikle kümenin elemanıdır. Diğer durumlarda x 'in kümede olması bulanık olarak tanımlanmıştır. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ değeri 1'e yaklaştıkça x elemanının kümedeki üyeliği artar [69].

Pratik uygulamalarda genellikle üçgensel bulanık sayılar tercih edilmektedir.

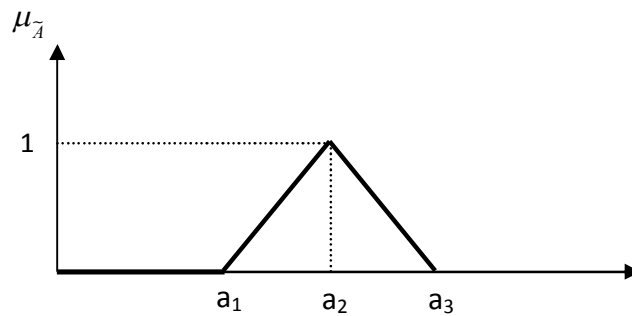
3.4.1 Üçgensel Bulanık Sayılar

Üçgen bulanık sayılar, üç tane gerçek sayılarla tanımlanmış bulanık sayıların özel bir çeşididir. (a_1, a_2, a_3) şeklinde ifade edilir a_1, a_2 ve a_3 parametreleri sırasıyla en küçük olası değeri, en olası değeri ve en büyük olası değeri göstermektedir.

$A = (a_1, a_2, a_3)$ şeklindeki bir üçgensel bulanık sayı için üyelik fonksiyonu,

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2} & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & x > a_3 \end{cases} \quad (3.4)$$

şeklinde tanımlanır [70].



Şekil 3.5 Üçgensel bulanık sayı

3.4.2 Üçgensel Bulanık Sayılarda Yaklaşık Aritmetik İşlemler

$\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ iki üçgensel bulanık sayı olup, bu iki üçgensel bulanık sayı üzerindeki bazı temel aritmetik işlemler aşağıdaki gibidir[71].

Toplama İşlemi

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) \oplus (b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (3.5)$$

$$k + (a_1, a_2, a_3) = (k + a_1, k + a_2, k + a_3) \quad (3.6)$$

Çıkarma İşlemi

$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) \ominus (b_1, b_2, b_3) = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1) \quad (3.7)$$

$$k - (a_1, a_2, a_3) = (k - a_1, k - a_2, k - a_3) \quad (3.8)$$

Çarpma İşlemi

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) \otimes (b_1, b_2, b_3) = (a_1 * b_1, a_2 * b_2, a_3 * b_3) \quad (3.9)$$

$$k * (a_1, a_2, a_3) = (ka_1, ka_2, ka_3) \quad (3.10)$$

Bölme İşlemi

$$\tilde{A} \div \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) \div (b_1, b_2, b_3) = (a_1 \div b_3, a_2 \div b_2, a_3 \div b_1) \quad (3.11)$$

İşaret Değiştirme İşlemi

$$-(a_1, a_2, a_3) = (-a_3, -a_2, -a_1) \quad (3.12)$$

Tersini Alma İşlemi

$$(a_1, a_2, a_3)^{-1} = (1/a_3, 1/a_2, 1/a_1) \quad (3.13)$$

Üçgen bulanık sayılarda işlem yaparken dikkat edilmesi gereken bazı özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- İki üçgen bulanık sayının toplama ve çıkarma işlemlerinin sonucu yine bir üçgen bulanık sayıdır.

- Üçgen bulanık sayılarda çarpma, bölme ve ters işlem, sonuç olarak her zaman üçgen bulanık sayı vermez.
- Üçgen bulanık sayılarda maksimum veya minimum işlemleri de sonuç olarak her zaman üçgen bulanık sayı vermez. Fakat bu işlemlerin sonuçları, yaklaşık üçgen bulanık sayı olarak kabul edilebilir[71].

3.5 Bulanık Çok Kriterli Karar Verme

Bulanık küme teorisinin kullanımına en uygun alanlardan biri karar analizidir. Genellikle çok kriterli karar problemleri içerdikleri karmaşık, değerleri sözel olabilen ancak çok iyi tanımlanamayan kriterler nedeniyle bulanık küme teorisi kullanılarak modellenmeye çok uygundur. Son yıllarda bulanık kümelerin, çok kriterli karar verme sürecine dâhil edilmesiyle Çok Kriterli Karar Verme'nin (ÇKKV) alanı genişletilmiş ve bulanık ÇKKV ortaya çıkmıştır [72].

Klasik ÇKKV yöntemlerinde, kriterlerin ağırlıklarının ve önem derecelerinin kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır. Fakat kesin veriler gerçekte karşılaşılan problemleri modellemede yetersiz kalmaktadır. Bulanık ÇKKV yöntemleri ise kriterleri ve alternatifleri değerlendirmede sözel değişkenleri kullanma olanağı sunmanın yanında, kesin olmayan verileri sayısallaştırarak etkin sonuçlar vermektedir[60].

3.6 Bulanık AHP

Çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biri olan BAHP yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. İnsani düşünme stilini yansıtmak için AHP prosesinden yola çıkılarak geliştirilmiştir.

BAHP tekniğinde, bütün alternatiflerin öznel ve nesnel kriterlere göre değerlendirme değerlerini göstermek amacıyla, genellikle bulanık sayılar ile karakterize edilen sözlü ifadeler kullanılmaktadır. Net olmayan nicel kriter değerlerinin net olmayan değerlendirmeleri, yine bu bulanık sayılar ile ifade edilebilmektedirler [73].

BAHP oranlama tekniği ile yerel öncelikleri saptamakta ve bunları toplayarak global öncelikleri çıkarmaktadır. Bulanık aritmetiğin kullanılması ile teknik, her bir kriter için elde edilen puanları birleştiren ağırlık vektör serisini oluşturmaktadır. Buna uygun bir

puanlar kümesi hesaplandıktan sonra bu puanların ortalaması olan bütünleşik bir puan oluşturulmaktadır[70].

BAHP' nin en önemli avantajlarından biri çoklu kriterlerin karşılaştırılmasında sağladığı kolaylıktır. Algı tabanlı yargı aralıklarının kullanılabilmesi, deterministik tercihlerin oluşturulmasına gerek kalmaması bu yöntemi avantajlı kılmaktadır. Karar vericilerin yargılarına dayanan bir yaklaşımın kullanılması bulanık sayıları kullanmayı gerektirmektedir. Bulanık sayılar karar verme sürecini daha iyi temsil edebilmektedirler[73].

Literatürde, çok sayıda yazar tarafından ileriye sürülmüş birçok BAHP yöntemi mevcuttur. Bu yöntemler hiyerarşik yapının analizini ve bulanık küme teorisini kullanarak alternatif seçimine sistematik bir yaklaşım getirmişlerdir. Çizelge 3.1’de literatürde çeşitli yazarlar tarafından ileri sürülen BAHP yöntemlerinin karşılaştırılması görülmektedir[70].

Çizelge 3.1 BAHP yöntemlerinin karşılaştırılması

KAYNAKLAR	YÖNTEMİN TEMEL ÖZELLİKLERİ	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Van Laarhoven ve Pedrycz (1983)	1. Saaty'nin AHP yöntemi üçgensel bulanık sayılarla doğrudan uygulanır. 2. Bulanık ağırlıkları ve performans puanlarını elde etmek için Lootsma'nın logaritmik en küçük kareler yöntemi kullanılır.	Karşılık matriste birden çok karar vericinin fikirleri modellenmektedir.	1. Lineer denklemlerin her zaman çözümü yoktur 2. Küçük bir problem için bile çok fazla hesaplama gerektirmektedir. 3. Sadece üçgensel bulanık sayılar kullanılabilir.
Buckley (1985)	1. Saaty'nin AHP yöntemi, yamuk bulanık sayılarla doğrudan uygulanır. 2. Bulanık ağırlıkları ve performans puanlarını elde etmek için geometrik ortalama yöntemi kullanılır.	1. Bulanık uyarlaması kolaydır. 2. Karşılık kıyaslama matrisi için tek bir çözüm garanti eder.	Çok fazla hesaplama gerektirmektedir.

Çizelge 3.1 BAHP yöntemlerinin karşılaştırılması (devam)

KAYNAKLAR	YÖNTEMİN TEMEL ÖZELLİKLERİ	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Boender ve diğerleri (1989)	1. Laarhoven ve Pedrycz yönteminin geliştirilmiştir. 2. Yerel önceliklerin normalize edilmesi için daha sağlam bir yaklaşım sunulur.	Birden çok karar vericinin fikirleri modellenebilmektedir.	Çok fazla hesaplama gerektirmektedir.
Chang (1996)	1. Sentetik derece değerleri 2. Basit seviye sıralaması 3. Birleşik toplam sıralama	1. Hesaplama gereksinimi diğer yöntemlere göre azdır. 2. Klasik AHP yönteminin adımları takip edilir, ek bir işlem gerektirmez.	Sadece üçgensel bulanık sayılar kullanılabilir. Sadece üçgensel bulanık sayılar kullanılabilir.
Cheng (1996)	1. Bulanık standartlar geliştirir. 2. Performans puanları üyelik fonksiyonları ile gösterilir. 3. Birleşik ağırlıkları hesaplamak için entropi kullanılır.	Hesaplama gereksinimi çok değildir.	Entropi olasılık dağılımı bilindiği zaman kullanılır. Yöntem olasılık/olabilirlik ölçülerine dayanmaktadır.

Bu tez çalışmasında Buckley (1985) tarafından ileri sürülen yöntem ele alınmıştır.

3.6.1 Buckley Yaklaşımı

Buckley 1985 yılında Saaty'nin Analitik Hiyerarşi Prosesinin genişleterek a_{ij} bulanık karşılaştırma oranları üzerinde çalışmıştır. Buckley, Laarhoven ve Pedrycz' in metodunu iki yönden eleştirmiştir. Bunlardan ilki Laarhoven ve Pedrycz'in metodunda yer alan lineer denklemlerin her zaman tek çözümünün olmaması, ikincisi de ağırlıkların bulunmasında üçgensel bulanık sayıların kullanılmasında ısrar etmeleridir.

Bunun üzerine Buckley, bulanık ağırlıkları ve performans skorlarını elde edebilmek için geometrik ortalama metodunu kullanmıştır. Bu metodun kullanılmasının nedeni bulanık durumlara kolayca genelleştirilebilmesi ve karşılaştırma matrislerinden tek çözüm elde edilmesini garantilemesidir.

Bu metod aşağıda ayrıntıları ile açıklanmıştır;

Karar vericinin görüşüyle A karşılaştırma matrisi elde edilir. Bulanık pozitif karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi verilirse;

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

W_i bulanık ağırlıklarını hesaplamak için önce her satır için geometrik ortalamalar bulunur.

$$z_i = \left[\prod_{j=1}^n a_{ij} \right]^{1/n} \quad (3.15)$$

Her satırın geometrik ortalaması bulunduktan sonra buna göre, W_i bulanık ağırlığı (3.16) denklemi kullanılarak hesaplanır.

$$w_i = z_i / (z_i + \dots + z_n), \forall i. \quad (3.16)$$

Her satırın en küçük olası değeri, en olası değeri ve en büyük olası değeri (Lw_i , Mw_i , Uw_i) elde edilir. Buckley metoduna göre; bulanık ağırlık faktörleri w_i elde edildikten sonra, sonuç her bir kriterin performans değeri ile kriter ağırlıklarından oluşmaktadır. Son olarak bulanık ağırlık değerleri aşağıdaki formül ile durulaştırılır[74].

$$Fi [(Uw_i - Lw_i) + (Mw_i - Lw_i) / 3 + Lw_i] \quad (3.17)$$

YAPAY SİNİR AĞLARI

4.1 Yapay Sinir Ağları

İnsan beyninin öğrenme kabiliyetiyle yeni bilgileri oluşturabilme, üretebilme ve ortaya çıkarabilme gibi yeteneklerinin taklidi olan yapay sinir ağları, çok sayıda nöron kombinasyonunun oluşumu olan bir modeldir. Model sistemi herhangi bir yardım almadan doğrudan olarak öğrenme, hatırlama, genelleme yapma gibi özellikleri kendinde oluşturan bir ağ yapısıdır.

Haykin (1999), yapay sinir ağlarını şu şekilde tanımlamıştır [75]:

Bir sinir ağı, tecrübe ettiği bilgiyi kendiliğinden depolama eğilimi olan ve bu bilgiyi kullanabilir hale getiren, muazzam şekilde paralel olarak dağıtılmış bir işlemcidir. Bu işlemci iki şekilde beyin ile benzerlik gösterir: 1. Bilgi, ağ tarafından bir öğrenme süreciyle çevreden elde edilir. 2. Elde edilen bilgileri biriktirmek için sinaptik ağırlıklar olarak da bilinen nöronlar arası bağlantı güçleri kullanılır.

Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, bir yapay zekâ teknolojisi olan yapay sinir ağlarının kullanımını mümkün kılmıştır. Yapay sinir ağı teknolojisinin temeli biyolojik sinir hücresinin bilgisayar ortamında taklit edilmesine dayanmaktadır. En genel tanımıyla yapay sinir ağları, birbiri ile bağlantılı, paralel çalışan, her biri kendi bilgi işleme yeteneği ve belleği bulunan, dağıtılmış bilgi işlem teknolojisi olarak ifade edilebilmektedir. Yapay sinir ağı teknolojisinin en önemli özelliği olarak öğrenebilme yeteneğinin olması gelmektedir. İnsan beyni ile karşılaştırıldığında oldukça sınırlı kalan

bu öğrenme yeteneği, yapay sinir ağlarına, eldeki örnekler arasındaki ilişkileri öğrenebilme ve belirli kapsam ve sınırlar içerisinde de olsa çözüm getirebilme imkânı sunmaktadır[76].

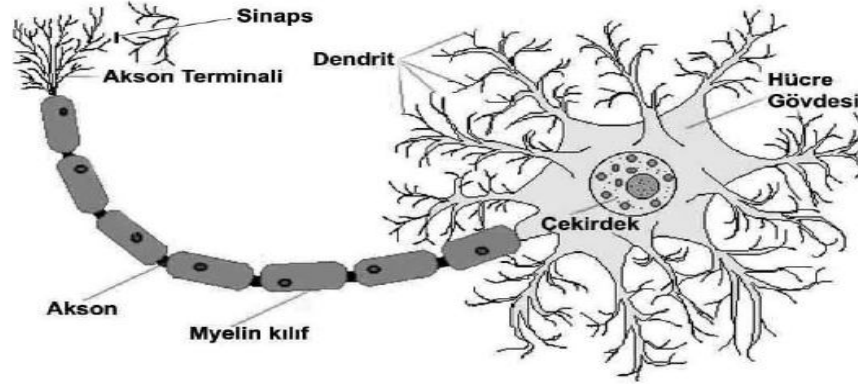
Yapay sinir ağları şu amaçlar için kullanılabilir [77]:

- Tarihsel çalışma verilerinin gözlemlerine dayanarak gelecekteki olaylarla ilgili kestirimler yapmayı öğrenmek,
- Çalışma verilerinde gözlemlenmiş olan öncelikli tanımlanmış grupların karakteristiklerini gruplandırmayı öğrenmek,
- Çalışma verileriyle doğal grup arasındaki benzerlikleri kümelemeyi öğrenmek.

4.1.1 Biyolojik Sinir Ağlarının Fizyolojik Yapısı

Yapay sinir ağlarının daha iyi anlaşılabilmesi için örnek teşkil eden doğal sinir ağı olan biyolojik sinir ağlarının yapısının ve çalışma ilkelerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Biyolojik sinir sistemi, merkezde sürekli olarak bilgiyi alan, yorumlayan ve uygun bir karar üreten beynin bulunduğu üç katmanlı bir sistem olarak açıklanır. Bunlar; çevreden gelen girdileri elektriksel sinyallere dönüştürerek beyine ileten alıcı sinirler, beynin ürettiği elektriksel sinyalleri çıktı olarak uygun tepkilere dönüştüren tepki sinirleri ile alıcı ve tepki sinirleri arasında ileri geri besleme yaparak uygun tepkiler üreten merkezi sinir ağıdır[75].

Bir sinir hücresi, bir hücre gövdesi ile dendrit ve akson adı verilen uzantılardan meydana gelir. Sinir hücresi, dendrit adı verilen bir kısım uzantılarla diğer sinir hücrelerinden aldığı işaretleri hücre gövdesine taşır ve hücre gövdesinde toplanan bu işaretler değerlendirilerek bir çıkış işareti üretilir ve bu işaretler akson adı verilen uzantılar vasıtasıyla diğer sinir hücresine gönderilir. Bir sinir hücresinde birçok dendrit olmasına karşın tek bir akson vardır. Yani bir sinir hücresinde birçok giriş bulunmasına rağmen tek bir çıkış vardır. İki sinir hücresi arasında birinin dendriti ile diğerinin aksonu arasında bir bağlantı vardır ve bu bağlantı yerine sinaps adı verilir. Bu bağlantı yerinde sinirler birbirine bağlı değildir. İki hücre arasında küçük bir bağlantı bulunmamasına rağmen iki sinir hücresi darbeleri iletmek için birbirine yeterince yakındır. Canlı bir sinir sisteminin temelini oluşturan bir sinir hücresi Şekil 4.1’de görülmektedir[78].



Şekil 4.1 Biyolojik sinir hücresinin temel yapısı [79]

İnsan beyinde yaklaşık 10^{10} adet sinir hücresi ve bu sinir hücrelerinin de birbiriyle $6 \cdot 10^{23}$ ten fazla bağlantısının olduğu tahmin edilmektedir. Her bir sinir hücresi, farklı sinir hücrelerinden uyarı alırken, aldığı uyarıları da bağlantı kurduğu başka hücrelere iletmektedir. Biyolojik sinir hücreleri ve bağlantılarının sayısının çok fazla olmasından da anlaşılacağı üzere insan beyni çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu karmaşık yapı içinde insan gördüklerini öğrenir ve olaylara tepki gösterir. Beynin bu çalışma yapısından etkilenilmesiyle yapay sinir ağları ortaya çıkmıştır[80].

Biyolojik sinir sisteminin yapısı ile YSA arasındaki benzerlikler Çizelge 4.1'deki gibi gösterilebilir.

Çizelge 4.1 Biyolojik sinir sistemi ile YSA arasındaki benzerlikler [81].

Biyolojik Sinir Ağı	YSA
Nöron	İşlem Elemanı (Düğüm) (X)
Sinaps	İşlem Elemanları Arasındaki Bağlantı Ağırlıkları (W)
Dendrit	Birleştirme Fonksiyonu (Σ)
Hücre Gövdesi	Transfer Fonksiyonu
Akson	İşlem Elemanının Çıkışı (Y)

4.1.2 Yapay Sinir Ağlarının Temel Özellikleri

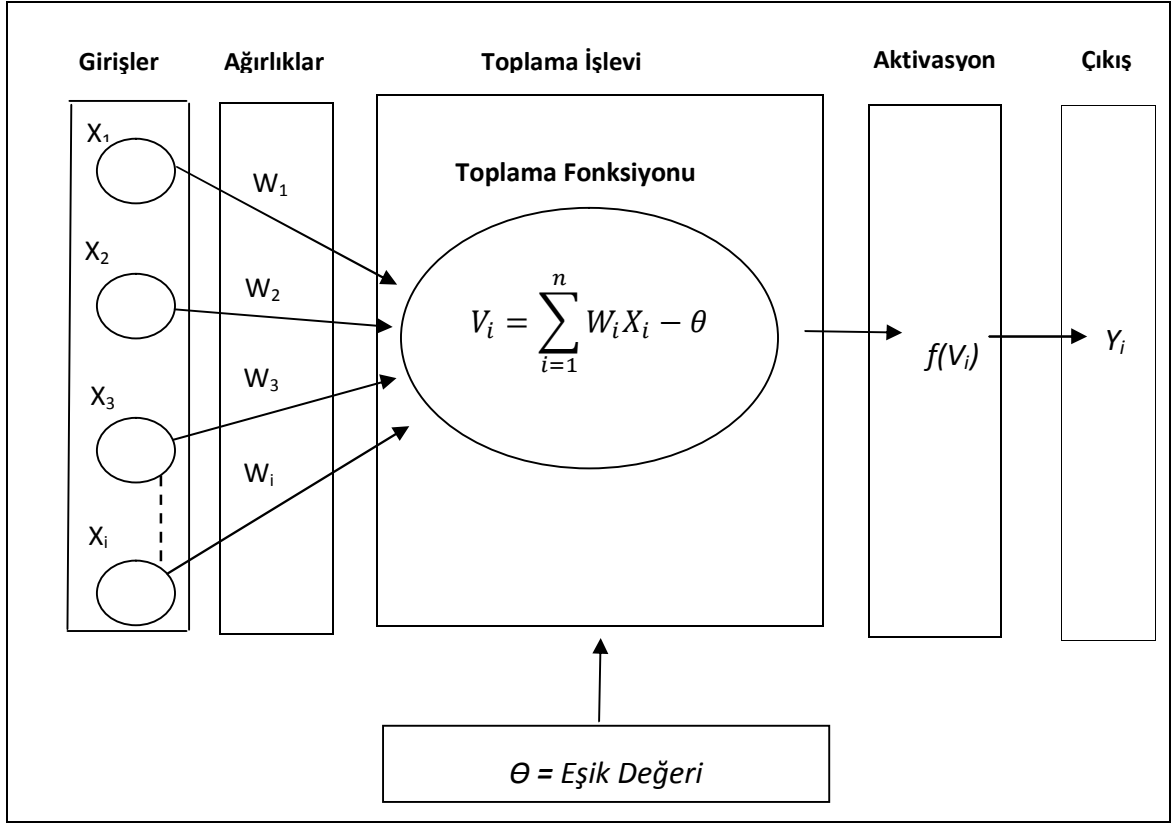
Genel anlamda yapay sinir ağları tümüyle birbirine bağlantılı pek çok sayıda sinyal ya da bilgi işleme birimlerinden oluşmuş bir hesaplama sistemidir ve aşağıdaki özelliklere sahiptir[82]:

- Paralel çalışma: Yapay sinir ağlarında tüm işlem elemanları eş zamanlı çalıştıkları için çok hızlı çıktı üretirler.
- Doğrusal olmama: Yapay sinir ağlarının temel işlem elemanı olan yapay sinir hücreleri doğrusal değildir. Dolayısıyla yapay sinir hücrelerinin bağlantılar aracılığıyla oluşturduğu yapay sinir ağı da doğrusal değildir. Bu özelliği ile yapay sinir ağları, doğrusal olmayan karmaşık problemlerin çözümünde alternatif bir yöntemdir.
- Genelleme: Yapay sinir ağları ilgilendiği problemi öğrendikten sonra eğitim sırasında karşılaşmadığı test örnekleri için de arzu edilen tepkiyi üretebilir. Örneğin, karakter tanıma amacıyla eğitilmiş bir yapay sinir ağı, bozuk karakter girişlerinde de doğru karakterleri verebilir ya da bir sistemin eğitilmiş yapay sinir ağı modeli, eğitim sürecinde verilmeyen giriş sinyalleri için de sistemle aynı davranışı gösterebilir.
- Öğrenme: Yapay sinir ağları ile bilgisayarlar ve/veya makineler öğrenebilir. Olayları öğrenerek benzer olaylar karşısında benzer kararlar vermeye çalışırlar. Böylelikle kendisine gösterilen örneklerden genellemeler yaparak daha önce görmediği örnekler hakkında bilgiler üretebilirler.
- Bilginin saklanması: Yapay sinir ağlarında bilgi ağın bağlantılarında saklanmaktadır[83].
- Hata toleransı: Yapay sinir ağları, çok sayıda işlemci elemanların bağlantısı paralel dağılmış bir yapıya sahiptir ve ağın sahip olduğu bilgi, ağdaki tüm bağlantılara dağılmıştır. Giriş verisinde bulunabilecek herhangi bir gürültü, bütün ağırlıklar üzerine dağıldığından dolayı, gürültü etkisi tolere edilebilir. Girişlerde eksik bir bilgi sistemin tamamının çalışmasını engellemez. Geleneksel yöntemlere göre hatayı tolere etme yetenekleri daha fazladır.

- Uyarlanabilirlik: Yapay sinir ağırları ağırlıkları, uygulanan probleme göre değiştirilir. Yani, belirli bir problemi çözmek amacıyla eğitilen yapay sinir ağırları, problemdeki değişimlere göre tekrar eğitilebilir. Değişimler devamlı ise gerçek zamanda da eğitime devam edilebilir. Bu özelliği ile yapay sinir ağırları, uyarlamalı örnek tanıma, işaret işleme, sistem tanımlama ve denetim gibi alanlarda etkin olarak kullanılır [82].
- Kendi ilişkisini oluşturma: Yapay sinir ağırları verilere göre kendi ilişkilerini kendisi oluşturabilir. Bünyesinde sabit bir denklem içermez .
- Algılamaya yönelik olaylarda kullanılabilirlik: Yapay sinir ağırları daha çok algılamaya dönük bilgileri işlemede kullanılırlar. Bilgiye dayalı işlemlerde genellikle uzman sistemler kullanılır. Bazı durumlarda bu iki sistem birleştirilerek daha başarılı sonuçlar üreten bir sistem elde edilebilir.
- Dereceli bozulma: Hatalara karşı toleranslı oldukları için sistemin bozulması da dereceli olur. Yani klasik programlarda sistemde bir hata var ise sistem tamamen çalışamaz duruma geçer, yorum yapamayacağı için kısmi de olsa bilgi üretemez. Fakat yapay sinir ağırları eldeki verilerle, sağlam olan hücrelerle bilgi üretmeye çalışırlar[82].

4.2 Yapay Sinir Hücresi

Yapay sinir hücresi biçimsel tanımı Mcculloch ve Pitts tarafından biyolojik sinir hücresi örnek alınarak formüle edilmiştir. Yapay sinir hücresinin 5 temel elemanı bulunmaktadır. Bu elemanlar; girdiler, ağırlık, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıkış değerleridir. Şekil 4.2' de, bir yapay sinir hücresinin bileşenlerini vermektedir[84].



Şekil 4.2 Yapay sinir hücresi [85]

Girdiler

Girdiler, bir yapay sinir hücresine dış ortamdan yada diğer hücrelerden gelen bilgilerdir. Bu girdiler, ağırlık öğrenmesi istenen örnekler tarafından belirlenir. Yapay sinir hücrelerine dış dünyadan olduğu gibi aynı zamanda başka hücrelerden veya kendi kendisinden de bilgiler gelebilir[86].

Ağırlıklar

Ağırlıklar, gelen bilgilerin hücre üzerindeki etkisini belirleyen değerlerdir. Bilgiler, bağlantılar üzerindeki ağırlıklar üzerinden hücreye girmekte ve ağırlıklar yapay sinirde girdi olarak kullanılacak değerlerin göreceli kuvvetini göstermektedirler. Yapay sinir ağı içinde girdilerin hücreler arasında iletimini sağlayan tüm bağlantıların farklı ağırlık değerleri bulunur. Böylelikle ağırlıklar her işlemci elemanın her girdisi üzerinde etki yapmış olur. Ağırlıklar değişken veya sabit değerler olabilirler.

Toplama Fonksiyonu

Biyolojik nöronda yer alan dendritlerin yaptığı görevi yapan toplama fonksiyonu aslında birleştirme fonksiyonunun en yaygın kullanılan türüdür. Bir hücreye gelen net girdileri hesaplayan bir fonksiyondur ve genellikle girişlerin ilgili ağırlıkla çarpımının toplamı şeklinde ifade edilir. Bu fonksiyon hücreye gelen net girdiyi hesaplar. Toplama fonksiyonunun farklı fonksiyonları olmakla beraber, en yaygın kullanılanı ağırlıklı toplama fonksiyonudur [83].

$$NET = \sum_i^n u_i w_i \quad (4.1)$$

Literatürde değişik toplama fonksiyonları vardır. Hangi toplama fonksiyonun kullanılacağı, deneme-yanılma yöntemine göre belirlenmektedir. Çizelge 4.2' değişik toplama fonksiyonu örnekleri verilmiştir[83].

Çizelge 4.2 Toplama fonksiyonu örnekleri

Net Giriş	Açıklama
Çarpım $Net = \prod G_i A_i$	Ağırlık değerleri girdiler ile çarpılır ve daha sonra bulunan değerler birbiri ile çarpılarak NET girdi hesaplanır.
Maksimum $NET = \text{Max}(G_i A_i), i=1...N$	N tane girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra en büyüğü yapay sinir hücresinin Net girdisi olarak kabul edilir.
Minumum $NET = \text{Min}(G_i A_i), i=1...N$	N tane girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra en küçüğü yapay sinir hücresinin Net girdisi olarak kabul edilir.
Çoğunluk $NET = \sum \text{sng}(G_i A_i)$	N tane girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra pozitif ve negatif olanların sayısı bulunur. Büyük olan sayı hücrenin NET girdisi olarak kabul edilir.
Tarihli Toplam $NET = \text{Net}(\text{eski}) + \sum (G_i A_i)$	Hücreye gelen bilgiler ağırlıklı olarak toplanır ve daha önce gelen bilgilere eklenerek hücrenin net girdisi bulunur.

Aktivasyon Fonksiyonu

Hücreye gelen net girdi, aktivasyon fonksiyonu tarafından işlenir ve hücrenin çıktı değeri üretilir. Uygulamalarda değişik aktivasyon fonksiyonları kullanılmaktadır. Toplama fonksiyonunda olduğu gibi aktivasyon fonksiyonu da deneme-yanılma yöntemi ile belirlenmektedir.

En yaygın kullanılan aktivasyon fonksiyonları; doğrusal, eşik ve sigmoid fonksiyonlardır. Çizelge 4.3' de bazı aktivasyon fonksiyonlarının formülleri açıklamalı olarak verilmiştir[83].

Çizelge 4.3 Aktivasyon fonksiyonu örnekleri

Aktivasyon Fonksiyonu	Açıklama
Doğrusal Fonksiyon $F(Net) = Net$	Gelen girdiler olduğu gibi hücrenin çıktısı olarak kabul edilir.
Step Fonksiyonu $F(Net) = \begin{cases} 1 & \text{if } Net > ED \\ 0 & \text{if } Net \leq ED \end{cases}$	Gelen NET girdi değerinin belirlenen bir eşik değerinin altında veya üstünde olmasına göre hücrenin çıktısı 1 veya 0 değerini alır.
Sinüs Fonksiyonu $F(Net) = \sin(Net)$	Öğrenilmesi düşünülen olayların sinüs fonksiyonuna uygun dağılım gösterdiği durumlarda kullanılır.
Eşik Değer (ED) Fonksiyonu $F(Net) = \begin{cases} 0 & \text{if } Net \leq 0 \\ Net & \text{if } 0 < Net < 1 \\ 1 & \text{if } Net \geq 1 \end{cases}$	Gelen bilgiler 0 veya 1'den büyük veya küçük olmasına göre bir değer alırlar. 0 ve 1 arasında değerler alabilirler. Bunların dışında değerler alamaz.
Sigmoid Fonksiyon $g(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$	Gelen NET girdi değerlerinin her biri için sıfır ile bir arasında bir değer üretir. Sürekli ve türevi alınabilinen bir fonksiyondur.
Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu $F(Net) = \frac{e^{Net} - e^{-Net}}{e^{Net} + e^{-Net}}$	Gelen NET girdi değerinin tanjant fonksiyonundan geçirilmesi ile hesaplanır.

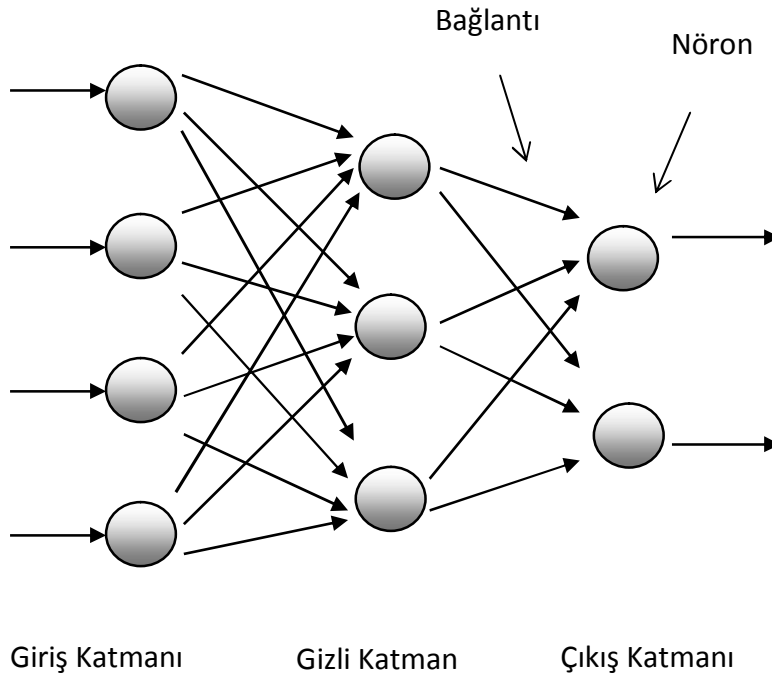
Hücre Çıktısı

Aktivasyon fonksiyonu tarafından belirlenen çıktı değeridir. Üretilen çıktı dış dünyaya veya başka bir hücreye gönderilir. Hücre kendi çıktısını kendisine girdi olarak da gönderebilir. Bir proses elemanının birden fazla çıktısı olmasına rağmen sadece bir çıktısı olmaktadır. Ağ şeklinde gösterildiğinde bir proses elemanının birden fazla çıktısı varmış gibi görülmektedir. Bu sadece gösterim amacıyladır. Aslında bir proses

elemanından çıkan tek bir çıktı değeri vardır. Aynı değer birden fazla proses elemanına girdi olarak gitmektedir [87].

4.3 Yapay Sinir Ağları Yapısı

Yapay sinir ağları, yapay nöronların bir araya gelerek oluşturdukları, girdi katmanı, ara katman ve çıktı katmanı olmak üzere 3 tabakadan oluşur. Bu tabakalar Şekil 4.3’ de görülmektedir.



Şekil 4.3 Yapay sinir ağı modeli [88]

Girdi Katmanı: Girdi katmanı en az bir girdi elemanının bulunduğu bölümdür. Bu katmanda veriler herhangi bir işleme tabi tutulmadan girdileri ile aynı değerde çıktı üretirler.

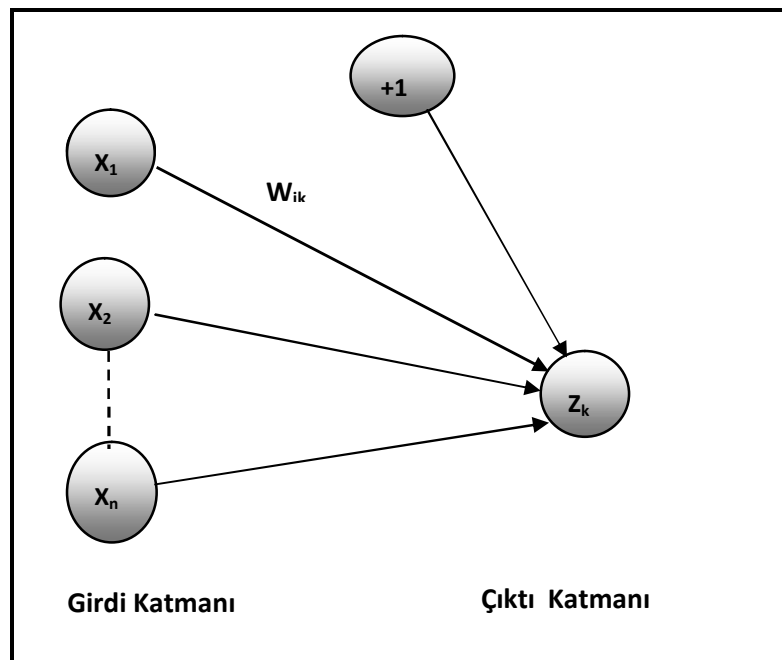
Ara Katmanlar: Girdilerin belirli işlemlere tabi tutulduğu bölgedir. Seçilen ağ yapısına göre işlem katmanının yapısı ve fonksiyonu da değişebilir. Tek bir katmandan oluşabileceği gibi birden fazla katmandan da oluşabilir.

Çıktı Katmanı: Çıktı katmanı en az bir çıktıdan oluşur ve çıktı ağ yapısında bulunan fonksiyona bağlıdır. Bu katmanda işlem gerçekleştirilir ve üretilen çıktı dış dünyaya gönderilir[89].

4.4 Yapılarına Göre Ağ Çeşitleri

4.4.1 Tek Katmanlı Ağlar

Tek katmanlı YSA, sadece girdi ve çıktı katmanlarından oluşur. Eğriselliği sağlayacak gizli tabakanın bulunmaması sebebiyle bu türden ağlar daha çok doğrusal problemler için kullanılır. Tek katmanlı ağlarda her ağın bir veya daha fazla girdisi (x_i ; $i = 1, \dots, n$) ve sadece bir çıktısı (z_k ; 1) bulunmaktadır. Çıktı birimi, bütün girdi birimlerine bağlanmaktadır. Her bağlantının bir ağırlığı (w_{ik} ; $i = 1, \dots, n$; $k = 1$) vardır [90].



Şekil 4.4 Tek katmanlı ağlar

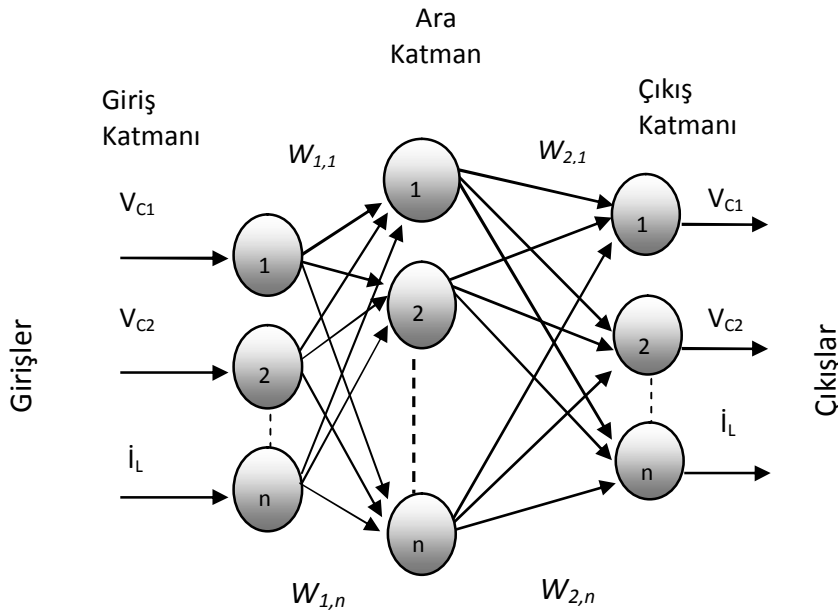
4.4.2 Çok Katmanlı Ağlar

Çok katmanlı ağların çalışma prensibi tek katmanlı ağlarla aynı şekildedir. Farklı olarak çok katmanlı ileri beslemeli ağlarda giriş ve çıkış katmanları arasında gizli katmanların bulunmasıdır. Gizli katmanların sayısı ve gizli katmanlardaki hücre sayısı problemin yapısına göre belirlenmektedir. Gizli katmanda yapılan bir dizi işlem ile ağ doğrusal olmayan bir yapıya kavuşturulabilmektedir[77].

4.4.3 İleri Beslemeli Ağlar

İleri beslemeli bir ağda işlem elemanları genellikle katmanlara ayrılmıştır. İşlemci elemanlar, bir katmandan diğer bir katmandaki tüm işlem elemanlarıyla bağlantı kurarlar ancak; işlem elemanlarının aynı katman içerisinde kendi aralarında bağlantıları bulunmaz. İleri beslemeli ağlarda bilgi akışı, girdi katmanından gizli katmana, gizli katmandan da çıktı katmanına doğru geri besleme olmaksızın tek yönde yapılmaktadır[91].

İleri beslemeli ağlar herhangi bir dinamiklik özelliği taşımazlar ve gösterdikleri özellik bakımından doğrusal ve doğrusal olmayan kararlı problem alanlarına uygulanabilirler[23].



Şekil 4.5 İleri beslemeli çok katmanlı sinir ağı

4.4.3.1 Geri Yayılım Algoritması

Geri yayılma algoritması, basitliği ve uygulamadaki görüş açısı gibi başarılarından dolayı ağ eğitiminde yaygın olarak kullanılan algoritmalardan biridir. Bu algoritma; hataları geriye doğru çıkıştan girişe azaltmaya çalışmasından dolayı geri yayılım ismini almıştır. Geri yayılmalı öğrenme kuralı ağ çıkışındaki mevcut hata düzeyine göre her bir tabakadaki ağırlıkları yeniden hesaplamak için kullanılmaktadır. Bir geri yayımlı 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 kullanılabilir. 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[92].

4.4.4 Geri Beslemeli Ağlar

Geri beslemeli yapay sinir ağları, ileri beslemeli ağların aksine dinamik bir yapıya sahiptir. Geri beslemeli yapay sinir ağlarında, çıktı veya ara katmanlardaki nöronlar çıktılarını giriş veya önceki ara katmanlardaki nöronlara tekrar girdi olarak iletirler. Böylece bilgi hem ileri hem de geri yönde aktarılmış olmaktadır. Geri beslemeli yapay sinir ağları dinamik hafızaya sahiptir ve bir andaki çıktı hem o andaki hem de önceki girdileri yansıtmaktadır[93].

Geri beslemeli ağları ileri beslemeli ağlardan ayıran temel özellik; bu tip mimariyle oluşturulan ağların dinamik doğrusal olmayan sistemleri, özellikle de doğrusal olmayan diferansiyel denklemleri modelleyebilmeleridir[94].

4.5 Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme

Yapay sinir ağlarının en temel özelliği öğrenme yeteneğidir. Bir yapay sinir ağına ait işlem elemanlarının bağlantılarının ağırlık değerlerinin belirlenmesi işlemine ağı eğitilmesi adı verilir. Bu ağırlık değerleri, başlangıçta rastgele olarak atanır ve öğrenme işlemi başlamış olur. Belirlenen örnekler ağına tanıtıldıkça ağı ağırlık değerleri de değişir. Bu süre içerisinde ağ, istenen çıktıları üretene kadar devam edilir. Sonunda ağ istenilen çıktıları üretebildiğinde, temsil ettiği olaylar ile genelleme yapabilecek duruma gelir ve bu durumda eğitim tamamlanmış olur. Bu olaya ağı öğrenmesi denilir. Problemin çözümü sırasında en iyi ağırlık kümesini bulmaya yarayan bir çok öğrenme algoritması ileri sürülmüştür. Bu algoritmalar genel olarak danışmanlı öğrenme, danışmansız ve takviyeli öğrenme olmak üzere üçe ayrılır[81].

4.5.1 Danışmanlı Öğrenme

Bu tip öğrenmede, YSA' ya örnek olarak bir doğru çıkış verilir. Bu öğrenmede ağı ürettiği çıktılar ile hedef çıktılar arasındaki fark hata olarak ele alınır ve bu hata minimize edilmeye çalışılır. Bunun için de bağlantıların ağırlıkları en uygun çıkışı verecek şekilde değiştirilir. Bu sebeple danışmanlı öğrenme algoritmasının bir “öğretmene” veya “danışmana” ihtiyacı vardır[95].

Öğrenme danışmanın kontrolündedir. Danışman, eğitim kümesini ve hata değerini belirleyerek eğitimin ne kadar devam edeceğine karar verir. Bu yöntemin en önemli özelliği eğitim esnasında gerçek giriş, çıkış değerlerin kullanılmasıdır[90].

4.5.2 Danışmansız Öğrenme

Bu öğrenme türünde sistemin öğrenmesine yardımcı olan herhangi bir danışman yoktur. Ağa sadece girdiler verilir. Ağın ulaşması gereken hedef çıktılar verilmez. Amaç, veri setindeki modelin ortaya çıkarılmasıdır. Sistemin doğru çıkış hakkında bilgisi yoktur ve girişlere göre kendi kendisini örnekler. Gözetimsiz olarak eğitilebilen ağlar, istenen ya da hedef çıkış olmadan giriş bilgilerinin özelliklerine göre ağırlık değerlerini ayarlar. Burada ağ istenen dış verilerle değil, girilen bilgilerle çalışır. Bu tür öğrenmede gizli sinirler dışarıdan yardım almaksızın kendilerini örgütlemek için bir yol bulmalıdırlar. Bu yaklaşımda, verilen giriş vektörleri için önceden bilinebilen performansını ölçebilecek ağ için hiçbir çıkış örneği sağlanmaz, yani ağ yaparak öğrenmektedir[96].

4.5.3 Takviyeli Öğrenme

Destekli öğrenme süreci de bir öğretici gerektirir. Ancak, çıktının ne olması gerektiği ağa söylenmez. Bunun yerine, üretilen çıktının doğru veya yanlış olduğu ağa söylenir. Bu öğrenme kuralı danışmanlı öğrenmeye yakın bir metottur. Denetimli öğrenmenin aksine, hedef çıktıyı vermek yerine, destekli öğrenmede bir çıkış verilmemekte fakat elde edilen çıkışın verilen girişe karşılık iyiliğini değerlendiren bir kriter kullanılmaktadır[97].

4.6 Öğrenme Algoritmalarına Göre Ağ Çeşitleri

Hebb Kuralı: Bilinen en eski ve en ünlü öğrenme algoritması olan Hebb Kuralı 1949 yılında Kanadalı psikolog Donald Hebb tarafından biyolojik temele dayalı olarak geliştirilmiştir. Bu kurala göre, bir hücre (yapay sinir ağı elemanı) diğer bir hücreden bilgi alırsa ve her iki hücre de aktif ise her iki hücrenin arasındaki bağlantı kuvvetlendirilmelidir. Diğer bir ifadeyle bir hücrenin kendisi aktifse bağlı olduğu hücreyi aktif yapmaya, pasif ise pasif yapmaya çalışmaktadır[86].

Hopfield Öğrenme Kuralı: Bu kural Hebb Kuralına benzerdir. Yapay sinir ağlarının bağlantılarının ne kadar zayıflatılması veya ne kadar kuvvetlendirilmesi gerektiği belirlenir. Eğer istenilen çıkış ve girişin her ikisi aktif veya her ikisi de aktif değilse öğrenme oranı tarafından bağlantı ağırlığı artırılır. Diğer durumlarda ise azaltılır. Ağırlıkların artırılması veya azaltılması öğrenme katsayısı ile gerçekleştirilir. Genellikle bu katsayı 0 ile 1 arasında değerler almaktadır[89].

Delta Kuralı: Windrow-Hoff Öğrenmeye En Küçük Ortalamalar Karesi (Least Mean Square) Kuralı olarak da adlandırılan Delta kuralı, Hebb kuralının gelişmiş şeklidir. En çok kullanılan kurallardan biri olan Delta Kuralı, yapay sinir hücresinin gerçek çıktısı ile beklenen çıktısı arasındaki farkı azaltmak için yapay sinir ağlarının işlemci elemanları arasındaki bağlantı ağırlık değerlerinin sürekli değiştirilmesi ilkesine dayanır. Bu kuralla, gerçek çıktı ile beklenen çıktı arasındaki hatanın karesi en aza indirilmeye çalışılmaktadır[97].

Kohonen Kuralı: Kohonen tarafından ortaya atılan bu öğrenme kuralı, biyolojik sistemlerdeki öğrenmeden esinlenerek geliştirilmiştir. Kohonen kuralında ağırlıkların değiştirilmesi, hücrelerin birbirleri ile yarışması ile gerçekleştirilir. Birbirleri ile yarışan yapay sinir hücrelerinden en büyük çıktısı olan hücre kazanan hücre olarak çıktı verir ve kazanan hücrenin komşu hücreleri de ağırlıklarını yenileyerek işin içine girerler. Kohonen kuralı bir çıkış veri dizisi olmasını gerektirmeyip öğretmensiz öğrenme ile eğitimi gerçekleştirir[90].

BÖLÜM 5

UYGULAMA

5.1 Giriş

Kredi değerlendirme işlevi bankaların kredi faaliyetlerini verimli bir şekilde sürdürebilmeleri için temel faktördür. Geri dönmeme riskinin ölçümü veya firmanın kredibilitesinin tespiti, günümüz bankacılığında dikkatli, hızlı ve gerçekçi bir şekilde yapılmalıdır.

Kredi taleplerinin incelenmesinde temel amaç; krediyi talep eden kişi ve kurumların krediyi geri ödeme kapasitesini saptayarak kredi riskini, kişi ve kurumun faaliyet gösterdiği piyasayı inceleyerek de piyasa riskini azaltmak ve firmanın finansman ihtiyacını doğru tespit ederek ihtiyaca uygun düşecek tutar ve vadede kredilendirilmesini sağlamaktır.

Kredilendirme süreci, kredi talep eden firma ile yapılan ilk görüşme ile başlar. Kredi değerlendirilmesinde kullanılacak evraklar firmadan temin edilir. Ön inceleme ve istihbarat çalışması yapılır. Firmanın kredi ihtiyacı ve koşulları belirlenerek firmanın mali ve mali olmayan verileri analiz edilir. Yetkili birimlerden gerekli izinler alınır, limit tahsisi yapılır. Kredi miktarı ve fiyatlandırma ile ilgili anlaşmaya varılarak kredi kullanılır. Risk tasfiye edilip, teminatlar iade edilinceye kadar kredi aktif olarak izlenir ve gerekli kontroller yapılır.

Mali olmayan analiz ile firmanın moralitesi ve yönetim yapısı, bağlı olduğu grup, iştirakleri, firma ortaklarının varlıkları, borçları, firmanın ticari faaliyetleri, firmanın rekabet gücü, yatırımları, firmanın diğer banka ve finans kurumlarıyla ilişkileri incelenir.

Mali analiz ise firmanın bilanço ve gelir tablosunda yer alan rakamlar üzerinden finansal oranlar oluşturmak suretiyle özet bilgiler çıkarma işlemidir. Mali analizde, yatay, dikey ve oran analizi kullanılmaktadır. Firmanın birbirini izleyen iki ve daha fazla döneme ilişkin aktif, pasif ve gelir tablosu kalemlerdeki değişimlerini ortaya koyma işlemi yatay analiz, firmanın tek bir faaliyet dönemine veya birbirini izleyen birden fazla faaliyet dönemlerine ilişkin finansal tablolarında yer alan her bir kalemin, genel toplam ya da hesap grupları içerisindeki yüzdesel ağırlığını ortaya koyan analiz dikey analiz olarak adlandırılmaktadır. Oran analizi ise firmanın likidite oranları, faaliyet oranları, karlılık oranları ve mali yapı oranlarını ortaya koymaktadır.

Bankalar kendilerini güvence altına almak için, kredi taleplerini değerlendirirken mali durum başta olmak üzere bir takım hususlara dikkat etmektedirler. Kredi taleplerinin bankalar tarafından etkin bir şekilde değerlendirilmesi, karar sürecinde çok sayıda nicel ve nitel faktörü bir arada değerlendirebilen yöntemler kullanmalarına bağlıdır.

Bu çalışmada kurumsal firmaların kredi başvurularını daha sağlıklı bir şekilde değerlendirmek ve doğru kararların verilmesini sağlamak amacıyla bulanık mantık yaklaşımı ve yapay sinir ağı kullanılarak bir model geliştirilmiştir. İlk olarak örnek bankada kullanılan mevcut yapı analiz edilmiştir. Kredi değerlendirmesinde kullanılan kriterler belirlenerek, bulanık AHP yöntemi ile kriterler arasından sonuç üzerinde daha büyük öneme sahip olan kriterler seçilmiştir. 50 adet örnek firmaya ait kredi derecelendirme raporundan bulanık AHP ile seçilen kriterlere ait firma puanları alınmıştır. Yapay sinir ağı modelinde firmaların bu kriterlerden aldığı puanlar girdi olarak, derecelendirme puanı ise çıktı olarak kullanılmıştır. Oluşturulan yapay sinir ağı modeli eğitilmiş ve test edilmiştir. 5 adet örnek derecelendirme puanı geliştirilen yapay sinir ağı çıktı sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Geliştirilen model ile firma derecelendirme puanı üzerinde bulanık AHP yöntemi ile seçilen kriterlerin daha ağırlıklı olduğu sonucuna varılmıştır. Daha az kriter kullanılarak aynı sonuçlara ulaşmanın mümkün olduğu görülmüştür. Firmaların kredilendirilmesi ile ilgili karar verme

aşamasını daha etkin, kolay ve hızlı hale getirmek için seçilen bu dört kritere bakmanın yeterli olacağı ve bu dört kriter göz önüne alınarak doğru kredi kararlarının verilebileceği gösterilmiştir.

5.2 Mevcut Kredi Değerlendirme Yapısı

Mevcut yapıda firmaların kredi değerliliğini ölçmek için, kredi başvurusunda bulunan firmanın mali ve mali olmayan yapısının detaylı olarak analiz edildiği bir rapor hazırlanmaktadır. Hazırlanan bu rapor üzerinden mali ve mali olmayan kriterler göz önüne alınarak firmanın derecelendirme raporu oluşturulur. Derecelendirme raporu oluşturulmasında dikkate alınan kriterler; niceliksel ve niteliksel kriterlerdir. Niceliksel olarak, likidite oranları, finansal yapı oranları, performans oranları, karlılık oranları, büyüme oranları, niteliksel olarak ise sektör ve dışsal etkiler, ortaklar ve yönetim yapısı, firma faaliyet kalitesi, finansal kurumlar ve piyasa ile ilişkileri olmak üzere toplamda dokuz adet kriter göz önüne alınır. Her bir kritere göre firmaya puan verilir. Firmanın kriterler üzerinden aldığı puanlar kriterlerin toplam içindeki ağırlıkları ile çarpılarak firma için tek bir derecelendirme puanı elde edilir. Elde edilen puana göre firmanın kredibilitesi belirlenir. Kredibilite belirlemede kullanılan puan skalası Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 Kredibilite puan aralığı

Puan	Açıklama	Kredibilite	Not Aralığı
AAA	Çok Çok İyi	Her koşulda kredilendirilebilir	100,00-90,00
AA	Çok Çok İyi	Her koşulda kredilendirilebilir	89,99-85,00
A	Çok İyi	Kredilendirme uygun	84,99-80,00
BBB	Çok İyi	Kredilendirme uygun	79,99-75,00
BB	İyi	Kredilendirme uygun, zayıflık var	74,99-70,00
B	İyi	Kredilendirme uygun, zayıflık var	69,99-65,00
CCC	Vasat	Ödememe riski var (Düşük)	64,99-61,00
CC	Vasat	Ödememe riski var (Düşük)	60,99-55,00
C	Kötü	Ödememe riski var (Yüksek)	54,99-45,00
D	Çok Kötü	Kredi Teklifi Yapılamaz	44,99-0

Derecelendirme notu firmanın temerrüde düşme olasılığını, dolayısıyla kredi değerliliğini yansıtmaktadır. Bu itibarla, bir firmanın derecelendirme notu ne kadar yüksekse firmanın temerrüt olasılığı (kredinin geri dönmemesi) o nispette düşüktür. Derecelendirme notu yüksek olan firmalar, düşük olanlara kıyasla kullanacakları kredilere daha düşük faiz oranı ve daha az teminat verme gibi olanaklardan faydalanırlar.

Derecelendirme sisteminden elde edilen notlar, kredi sürecinde yaygın olarak şu alanlarda kullanılmaktadır;

- Kredilerin onaylanmasında,
- Kredi limitlerinin belirlenmesinde,
- Faiz oranı ve nihai fiyatlamamanın tespitinde,
- Alınacak teminatların yapısında,
- Kredilerin izlenmesi ve sorunlu kredilerin erken tespiti sürecinde,
- Kredi riski karşılığında ayrılacak sermayenin hesaplanmasında.

5.3 Bulanık AHP

Çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde sıklıkla kullanılan klasik AHP yönteminde insan yargılarındaki belirsizlikler dikkate alınmadığı için karar vericinin kararı bundan etkilenmemektedir. AHP' nin bu dezavantajı göz önünde bulundurularak problem Bulanık AHP yöntemi ile çözülmüştür. Öncelikle kullanılacak kriterler belirlenmiştir. Hiyerarşik yapı kurularak uzman görüşlerine dayalı ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Problem Buckley Yöntemi kullanılarak çözülmüştür. Çalışmada üçgensel bulanık sayılar tercih edilmiş ve Davood Golmohammadi[98]'nin "Neural Network Application For Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Problems" isimli makalesinde yer alan skala kullanılmıştır.

Çizelge 5.2 Bulanık karşılaştırma dereceleri

Dilsel Ölçek	Üçgensel Bulanık Ölçek
Eşit	(1,1,1)
Biraz Önemli	(1,2,3)
Çok Daha Önemli	(2,3,4)
Pek Çok Önemli	(3,4,5)
Tamamen Önemli	(4,5,5)

5.3.1. Kriterlerin Belirlenmesi

Çalışmada mevcut kredi uygulamasında yer alan derecelendirme raporunda kullanılan iki adet ana kriter, dokuz adet alt kriter ele alınmıştır. Ana kriterler olarak, mali veriler ve mali olmayan veriler kullanılacaktır. Alt kriterler ise mali veriler için; firmaların likidite oranları, finansal yapı oranları, performans oranları, karlılık oranları ve büyüme oranları, mali olmayan veriler için ise sektör ve dışsal etkiler, ortaklar ve yönetim yapısı, firma faaliyet kalitesi, finansal kurumlar ve piyasa ile ilişkileridir.

Mali Veriler Ana Kriteri

Finansal analiz aşamasında, firmaların mali verilerinden yararlanılmaktadır. Finansal analiz, finansal tablo hesap kalemleri arasındaki ilişkilerin kurulması, ölçülmesi ve yorumu ile işletmenin mevcut durumunun değerlendirilip, geleceğe ilişkin kararlar alınmasıdır. Bu finansal oranlar, firmanın gelir tablosu ve bilançosu kullanılarak elde edilen işletmenin likidite durumunu, karlılık durumunu, sermaye yapısını ve aktiflerinin kullanım durumunu gösteren değerlerdir. Oranlar detaylı olarak Bölüm 2.5.1’de anlatılmıştır.

- Likidite oranları; firmanın net işletme sermayesi, cari oran, likidite oranı ve nakit oranını kapsamaktadır.
- Finansal yapı oranları; finansman oranı, borçların aktif toplamına oranı (finansal kaldıraç), toplam mali borçlar/pasif toplamı, duran varlıkların devamlı sermayeye oranı, kısa vadeli yabancı kaynakların toplam kaynaklara oranını kapsamaktadır.

- Performans oranları; ticari alacakların ortalama tahsil süresi, ticari borçların ortalama tediye süresi, stok devir (tutma) süresi, finansman süresi, aktif devir hızı, öz kaynak devir hızını kapsamaktadır.
- Karlılık oranları; faaliyet karlılığı, bilanço karlılığı, faizleri karşılama oranı, öz sermaye karlılığı, aktif karlılığını kapsamaktadır.
- Büyüme oranları; net kar büyüme oranı, net satışlar büyüme oranı, net işletme sermayesi büyüme oranı, aktif büyüme oranı, öz sermaye büyüme oranını kapsamaktadır.

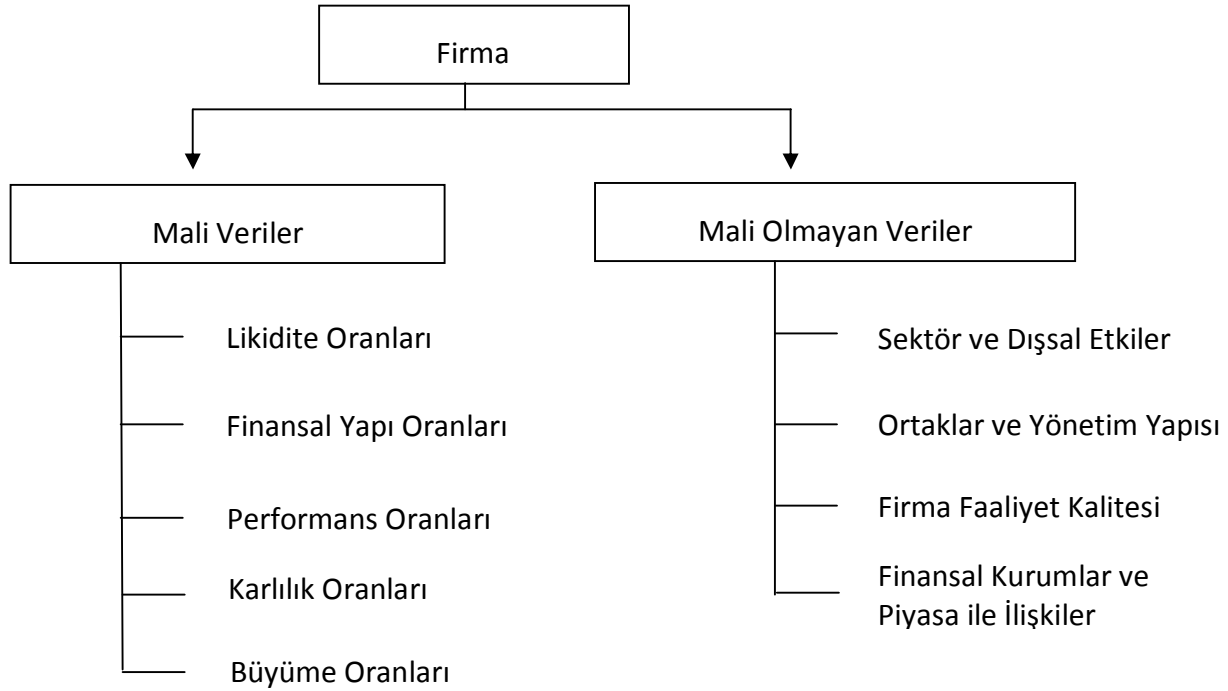
Mali Olmayan Veriler Ana Kriteri

Firma ve ortaklarının ahlaki ve mali durumlarını doğru olarak tespit için çeşitli kaynaklardan bilgi toplanır ve firmaya ilişkin mali olmayan verilere ulaşılır.

- Sektör ve dışsal etkiler; firmanın içinde bulunduğu sektörün durumu, işyerinin mülkiyeti, konumu, firmanın gelişme kapasitesi, teknoloji ve personel durumu, sigorta bilgilerini kapsamaktadır.
- Ortaklar ve yönetim yapısı; firmanın etkin yönetimi, ortakların iş deneyimi, mevcut iş kolunda çalışma süreleri, istihbarat bilgisi, yaş ve sağlık durumları bilgilerini kapsamaktadır. Firmanın idaresinde ortakların deneyimi en önemli kalemdir. Bununla birlikte bu ortakların mal varlıkları bilgisi de önemlidir. Firmanın krediyi geri ödeyememe, temerrüde düşme durumlarında geri dönülecek şahısların krediyi ödeyebilecek güçleri olup olmadığı en önemli unsurlardan biridir.
- Firma faaliyet kalitesi; firmanın ticari faaliyet süresi, alıcı satıcı kuruluşları nezdinde yapılan istihbaratı, protestolu senet ve karşılıksız çek kayıtları ile negatif nitelikli ferdi kredi kaydı sorgulamaları, sektördeki pazar payı, ürünlerin satış kabiliyetini kapsamaktadır.
- Finansal kurumlar ve piyasa ilişkileri; firmanın finansal kurumlar ve diğer bankalardaki limit, risk ve teminat bilgileri, ödemelerini aksatıp aksatmadığı, verimli bir müşteri olup olmadığı hakkında yapılan araştırmaları kapsar.

5.3.2 Hiyerarşinin Oluşturulması

Kullanılan ana kriter ve alt kriterlere ilişkin hiyerarşik yapı aşağıdaki Şekil 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1 Hiyerarşik yapı

5.3.3 İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Örnek bankanın kredi tahsis departmanında çalışan uzmanların görüşüne dayanarak ana kriterler ve alt kriterler için Golmohammadi [98]’ nin makalesinde kullandığı skala ile bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Ana kriterlere ait bulanık karşılaştırma matrisi Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3 Ana kriterler için bulanık karşılaştırma matrisi

Kriter	Mali Veriler			Mali Olmayan Veriler		
Mali Veriler	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00
Mali Olamayan Veriler	0,33	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00

Mali veriler ile ilgili alt kriterlere ilişkin bulanık karşılaştırma matrisi Çizelge 5.4’ de oluşturulmuştur.

Çizelge 5.4 Mali verilerin alt kriterlerine ilişkin bulanık karşılaştırma matrisi

Kriterler	Likidite Oranları			Finansal Yapı Oranları			Performans Oranları			Karlılık Oranları			Büyüme Oranları		
Likidite Oranları	1,00	1,00	1,00	0,25	0,33	0,50	0,20	0,25	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00
Finansal Yapı Oranları	2,00	3,00	4,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	3,00	4,00	5,00
Performans Oranları	3,00	4,00	5,00	1,00	2,00	3,00	1,00	1,00	1,00	3,00	4,00	5,00	4,00	5,00	5,00
Karlılık Oranları	1,00	1,00	1,00	0,25	0,33	0,50	0,20	0,25	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00
Büyüme oranları	0,33	0,50	1,00	0,20	0,25	0,33	0,20	0,20	0,25	0,33	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00

Mali olmayan veriler ile ilgili alt kriterlere ilişkin bulanık karşılaştırma matrisi ise Çizelge 5.5 ‘de verilmiştir.

Çizelge 5.5 Mali olmayan verilerin alt kriterlerine ilişkin bulanık karşılaştırma matrisi

Kriterler	Sektör ve Dışsal Etkiler			Ortaklar ve Yönetim Yapısı			Firma Faaliyet Kalitesi			Finansal Kurumlar ve Piyasa İlişkileri		
Sektör ve Dışsal Etkiler	1,00	1,00	1,00	0,20	0,20	0,33	0,20	0,20	0,25	0,33	0,50	1,00
Ortaklar ve Yönetim Yapısı	4,00	5,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00
Firma Faaliyet Kalitesi	4,00	5,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	4,00	5,00
Finansal Kurumlar ve Piyasa İlişkileri	1,00	2,00	3,00	0,33	0,50	1,00	0,20	0,25	0,33	1,00	1,00	1,00

5.3.4 Buckley Yöntemi

İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra, W_i bulanık ağırlıklarını hesaplamak için önce her satır için geometrik ortalamalar bulunmuştur. Her satırın geometrik ortalaması bulunduktan sonra her bir kriterin geometrik ortalaması toplam değerlere bölünerek W_i bulanık ağırlıklar hesaplanmıştır. Bölüm 3’ de verilen (3.15) ve (3.16) denklemler kullanılarak bulanık ağırlık değerleri hesaplanmıştır.

Ana kriterler ve alt kriterlere ilişkin bulanık ağırlık değerleri aşağıdaki Çizelge 5.6’da verilmiştir.

Çizelge 5.6 Kriterlerin bulanık ağırlık değerleri

Ana Kriterler	L	M	U
Mali Veriler	0,3660	0,6667	1,0980
Mali Olmayan Veriler	0,2113	0,3333	0,6339
Alt Kriterler	L	M	U
Likidite Oranları	0,0685	0,1099	0,1812
Finansal Yapı Oranları	0,1645	0,2805	0,5000
Performans Oranları	0,2552	0,4342	0,6811
Karlılık Oranları	0,0685	0,1099	0,1812
Büyüme oranları	0,0422	0,0655	0,1266
Sektör ve Dışsal Etkiler	0,0592	0,0756	0,1303
Ortaklar ve Yönetim Yapısı	0,2464	0,3574	0,4773
Firma Faaliyet Kalitesi	0,3243	0,4250	0,5423
Finansal Kurumlar ve Piyasa İlişkileri	0,0885	0,1421	0,2419

Ana kriterler ile alt kriterlerin bulanık ağırlık değerleri birbiri ile çarpıldıktan sonra Bölüm 3’de verilen (3.17) Buckley formülü ile tek bir ağırlık değeri bulunmuştur.

Çizelge 5.7 Buckley ile hesaplanan ağırlık değerleri

Kriterler	L	M	U	Buckley ile Hesaplanan Ağırlık Değeri
Likidite Oranları	0,0251	0,0733	0,1990	0,0821
Finansal Yapı Oranları	0,0602	0,1870	0,5491	0,2654
Performans Oranları	0,0934	0,2894	0,7478	0,3769
Karlılık Oranları	0,0251	0,0733	0,1990	0,0821
Büyüme oranları	0,0154	0,0437	0,1391	0,0661
Sektör ve Dışsal Etkiler	0,0125	0,0252	0,0826	0,0401
Ortaklar ve Yönetim Yapısı	0,0521	0,1191	0,3026	0,1579
Firma Faaliyet Kalitesi	0,0685	0,1417	0,3438	0,1847
Finansal Kurumlar ve Piyasa İlişkileri	0,0187	0,0474	0,1534	0,0731

Buckley yöntemi ile hesaplanan ağırlık değerleri arasından en büyük ağırlığa sahip dört kriter yapay sinir ağı modeli için girdi olarak seçilmiştir. Bu dört kriterin ağırlık puanı yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi diğer beş kritere ait ağırlık puanına göre çok daha yüksek çıkmıştır. Bu kriterlerin derecelendirme puanı yani firma kredibilitesi üzerinde daha etkili olduğu sonucuna varabiliriz. Bu kriterler finansal yapı oranları, performans oranları, ortaklar ve yönetim yapısı ve firma faaliyet kalitesidir.

5.4 Yapay Sinir Ağı Modeli

5.4.1 Verilerin Toplanması

Yapay sinir ağı modeli geçmiş verilerden öğrenmektedir. Örnek bir bankadan 50 tane firmaya ait kurumsal kredi değerlendirme raporu temin edilmiştir. Kurumsal kredi değerlendirme raporu firmaların mali ve mali olmayan verilerinin birlikte değerlendirildiği ve genel bir kredi skoru ile sonucun ifade edildiği bir rapordur. İncelenen raporlardan bulanık AHP ile seçilen dört kritere ait puanlar ile firma derecelendirme puanı alınmıştır. Seçilen veriler daha sonra eğitim ve test verisi olarak ikiye ayrılmıştır.

5.4.2 Yapay Sinir Ağı Girdi ve Çıktı Verilerinin Belirlenmesi

Modelde, bağımlı değişken olarak derecelendirme puanı kullanılmıştır. Modeldeki bağımsız değişkenler ise, bulanık AHP yöntemi ile belirlenen finansal yapı oranları, performans oranları, ortaklar ve yönetim yapısı ve firma faaliyet kalitesidir. Yani model, dört girdi değişkenine ve bir çıktı değişkenine sahiptir. 50 adet örnek veriden 35 tane veri eğitim verisi olarak geriye kalan 15 veri ise test verisi olarak ayrılmıştır.

5.4.3 Verilerin Normalleştirilmesi

Yapay sinir ağlarının en önemli özelliklerinden olan doğrusal olmama özelliğini anlamlı kılan yaklaşım, verilerin normalleştirme işlemine tabi tutulmasıdır. Verilerin normalleştirilmesi için seçilen yöntem, yapay sinir ağının performansını doğrudan etkileyecektir. Veri normalleştirme, işlem süreci sırasında kullanılan verilerin kümülatif toplamının oluşturacağı olumsuzlukların engellenmesini sağlar. Bu çalışmada firmaların kriterlerden aldığı puanları normalize etmek için puanlar aynı sütun içindeki en yüksek puana bölünmüştür.

5.4.4 Yapay Sinir Ağı Yapısı

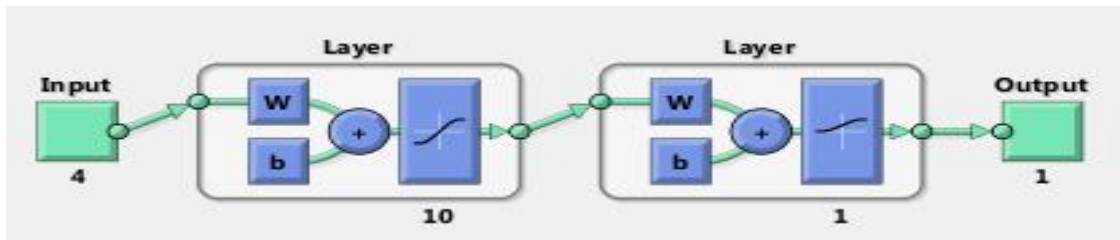
Ağın yapısını, kullanılan girdi, ara katman ve çıktı katmanlarının sayısı ve her katmanda bulunan yapay nöron sayısı belirler. Ağın tasarımı için, girdi katmanı-ara katman-çıkı katmanı şeklinde 3 katmanlı bir yapı oluşturulmuştur. Yapay sinir ağlarında en iyi

topolojik yapıya ulaşmak için geliştirilmiş herhangi bir kural bulunmadığından, bu aşamada deneme-yanılma yöntemi kullanılmaktadır. Modeldeki üç katmanlı yapıda ara katmandaki nöron sayısına karar vermek için çok sayıda deneme yapılmıştır.

Uygulamada kullanılan yapay sinir ağı modeli, 4.4.3.1’de ayrıntılı olarak anlatılan ileri beslemeli geri yayılım yapay sinir ağıdır. Danışmanlı öğrenme metodunu kullanan ileri beslemeli geri yayılım yapay sinir ağının bu çalışmada tercih edilmesinin nedeni, verilerin modellenmesi ve öngörü çalışmalarında en çok kullanılan yöntem olması ve hem doğrusal hem de doğrusal olmayan yapıların modellenmesinde gösterdiği öngörü başarısıdır. Ayrıca kullanım kolaylığı da diğer bir tercih edilme nedenidir.

Ağın tasarımında ve çalıştırılmasında Mathworks firmasının MATLAB yazılımı ve beraberinde gelen Neural Network Toolbox kullanılmıştır. Uygulama, Matlab programlama dili kullanılarak oluşturulmuş bir algoritma yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu dört girdi değişkeni ve bir çıktı değişkenine sahip modeli tahmin etmek için iki ara katmana sahip bir ileri beslemeli geri yayılım yapay sinir ağı oluşturulmuştur. Şekil 5.2’de görülen bu mimarinin girdi katmanında girdi değişkenlerinin ağa sunulmasını sağlayan 4 adet işlemci eleman ve çıktı tabakasında ise bağımlı değişkene ait ağ çıktısının alındığı 1 adet işlemci eleman bulunmaktadır. Ara katmanlardaki işlemci eleman sayısı için ise herhangi bir kısıt kullanılmamıştır. Ancak değişik sayıdaki işlemci elemanlarla yapılan denemeler sonucunda, 1 gizli katman ve 10 nöron sayısına karar verilmiştir.



Şekil 5.2 Yapay sinir ağı mimarisi

5.4.5 Ağın Parametrelerinin Belirlenmesi

En iyi yapay sinir ağı modelinin geliştirilmesinde rol oynayan çeşitli parametreler bulunmaktadır. Bunlar öğrenme katsayısı, momentum katsayısı, toplama ve geçiş fonksiyonlarıdır. En iyi parametrelerin belirlenmesi yine deneme yanılma yolu ile bulunmuştur. En iyi ağı geliştirmek için yapılan deneme yanılmalar ve hata oranları EK-A'da verilmiştir.

Toplama ve Aktivasyon Fonksiyonunun Belirlenmesi

Ağı eğitilmesi sırasında, bir hücreye gelen net girdiyi hesaplamak için bir toplama fonksiyonunun, hücreye gelen net girdiyi işleyerek hücrenin bu girdiye karşı üreteceği çıktıyı belirlemek içinde bir geçiş fonksiyonunun belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, oluşturulan yapay sinir ağı modelinde işlemci elemanların kullandığı toplama fonksiyonu olarak doğrusal toplama fonksiyonu kullanılmıştır. Katmanların çıktı değerlerini hesaplayan aktivasyon fonksiyonu olarak ise hem ara katmanda hem de çıktı katmanında tanjant sigmoid aktivasyon fonksiyonu tercih edilmiştir. Bu tercihler yapılırken, ara katmandaki işlemci eleman sayısının belirlenmesinde olduğu gibi bir performans değerlendirmesinin sonuçları göz önüne alınmıştır.

Öğrenme Katsayısının Belirlenmesi

Öğrenme katsayısı bağlantı aralıklarının değişim miktarını belirlemektedir. Büyük değerler seçildiğinde ağı oldukça hızlı öğrenmektedir, fakat bu durumda ağı yerel çözümler arasında dolaşması söz konusu olabilmektedir. Küçük değerler seçildiğinde ise ağı öğrenme zamanı artmaktadır. Bu çalışmada çeşitli değerler denenerek ağı performansı değerlendirilmiştir. Bu denemeler sonucunda öğrenme katsayısının 0,6 olduğu modellerin diğerlerine göre daha az hata ürettiği görülmüştür.

Momentum Katsayısının Belirlenmesi

Ağı eğitilmesi sırasında, bir iterasyondaki değişimin belirli bir oranı bir sonraki değişim miktarına eklenmektedir. Momentum katsayısı, eklenecek değişim miktarının oranını ifade etmektedir. Bu katsayı özellikle yerel çözümlere takılan ağların daha iyi sonuçlar

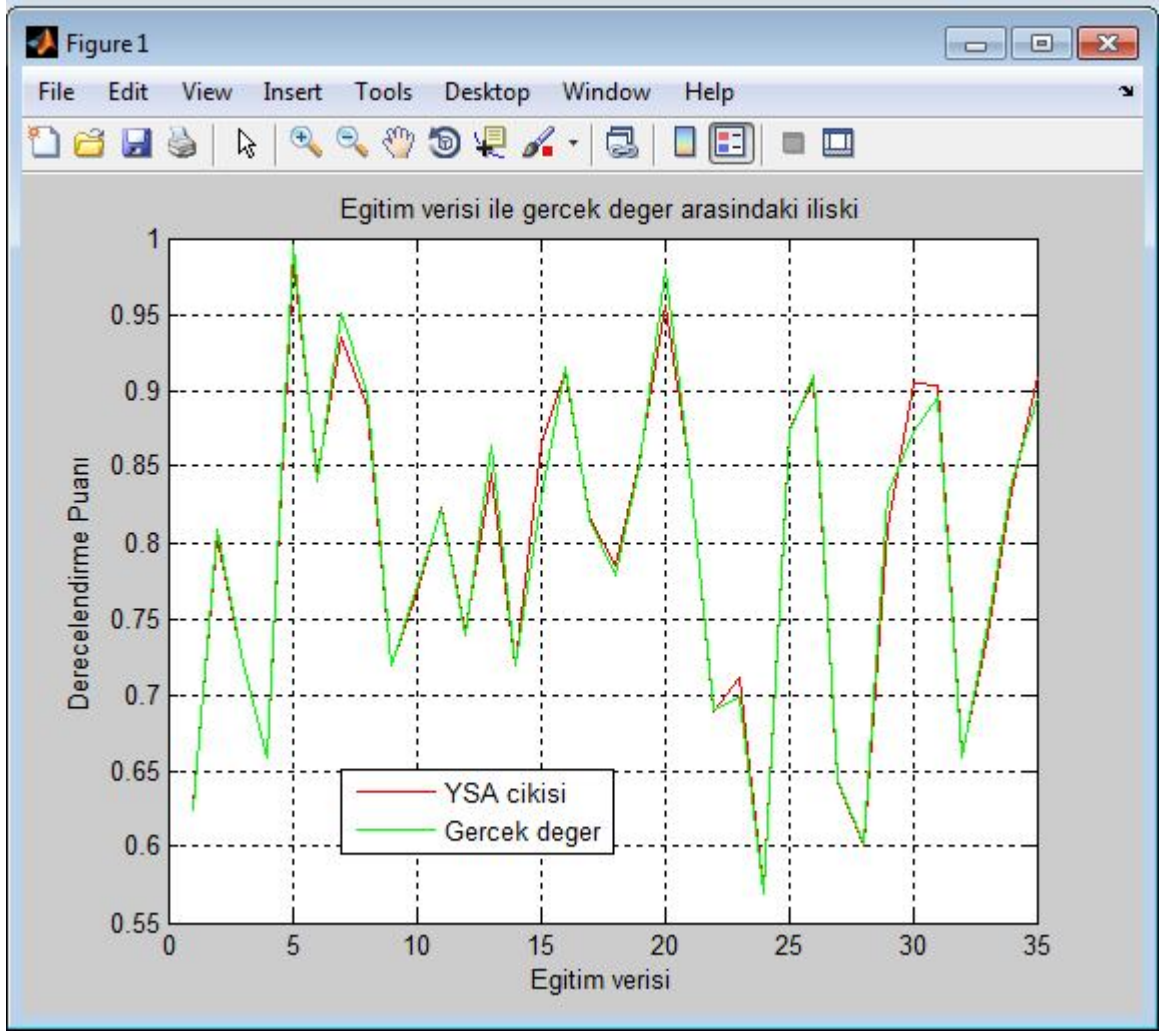
bulmasını sağlamaktadır. Bu değerin küçük olması yerel çözümlerden kurtulmayı zorlaştırmaktadır. Çok büyük değerlerde ise tek bir çözüme ulaşmada sorunlar yaşanabilmektedir. Burada geliştirilen modelde momentum katsayısı daha iyi sonuçlar ürettiği için 0,4 olarak alınmıştır.

5.4.6 Yapay Sinir Ağı Modelinin Eğitilmesi

Modelin mimarisinin oluşturulmasının ardından, eğitme sürecine geçilmiştir. Eğitme sürecinin başlangıcında ağıın bağlantı ağırlıkları rassal olarak atanmıştır. Daha sonra Ortalama Hata Kareleri Toplamı (Mean Squared Error – MSE) değerlerinin minimize edilebilmesi için bağlantı ağırlıklarının ayarlanması (öğrenme) işlemi gerçekleştirilmiştir. Eğitme süreci için eğitim seti olarak 35 veri kullanılmıştır. Geriye kalan 15 veri ise test verisi olarak ayrılmıştır.

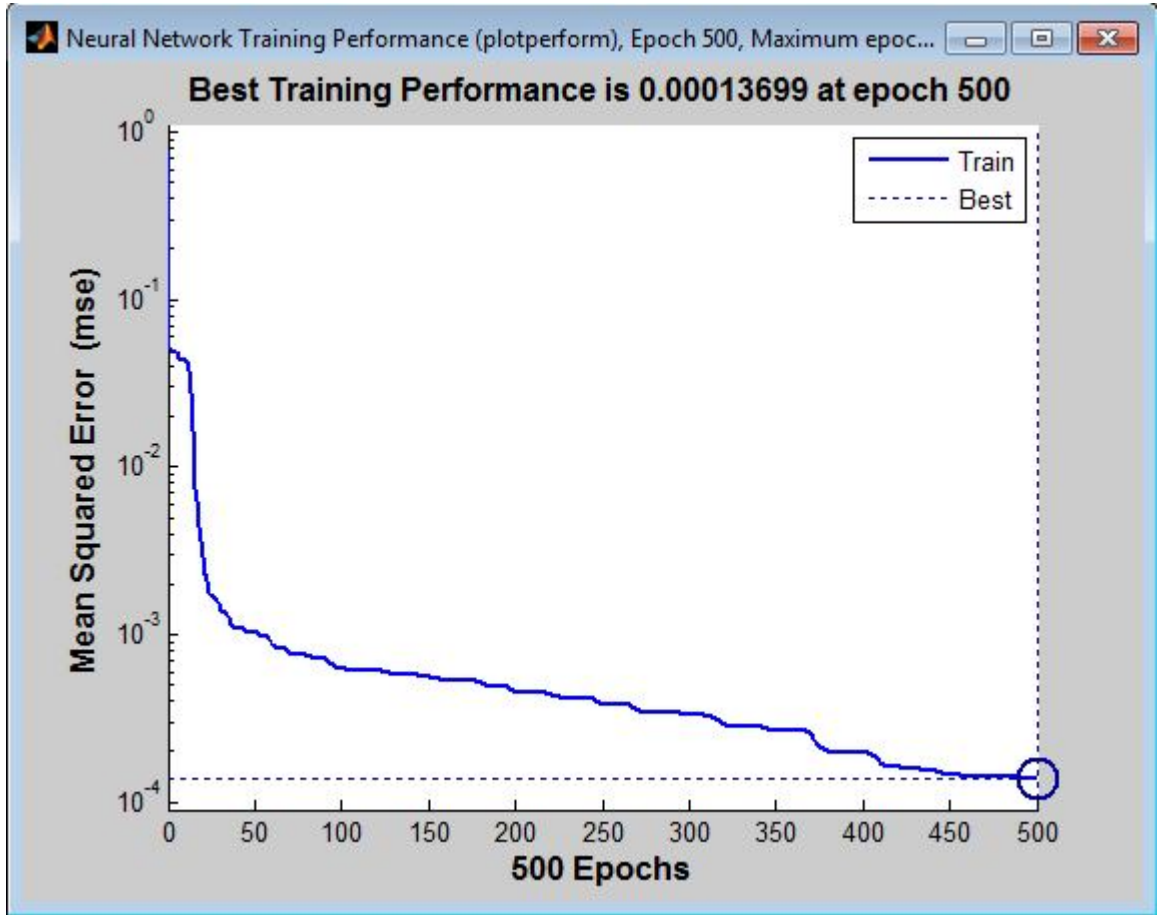
Model, 500 döngü (epoch) kullanılarak eğitilmiştir. Hata oranı olarak 0 hata hedeflenmiştir.

Yapılan denemeler sonucu en minimum hata elde edilmiştir. Eğitme işlemi çok küçük bir hata oranı ile tamamlandığı için, gerçek değerler ve elde edilen tahmini değerler aynı grafikte gösterildiğinde, değerler hemen hemen üst üste gelmektedir. Bunun durum, eğitme işleminin oldukça minimum hata ile tamamlandığı şeklinde yorumlanabilir. Şekil 5.3' de eğitim verisi ile gerçek değer arasındaki ilişki gösterilmektedir.



Şekil 5.3 Eğitim verisi ile gerçek değer arasındaki ilişki

MSE fonksiyonunun bu eğitme işlemi boyunca nasıl minimize edildiği Şekil 5.4'deki grafikte gösterilmiştir. Grafikten görüldüğü gibi, eğitim sürecinde ortalama hata kareleri toplamı değerleri ilk döngülerde hızlı olmak üzere giderek azalmıştır. Hata grafiği incelediğinde öğrenme işleminin iyi bir şekilde tamamlandığı görülmektedir.

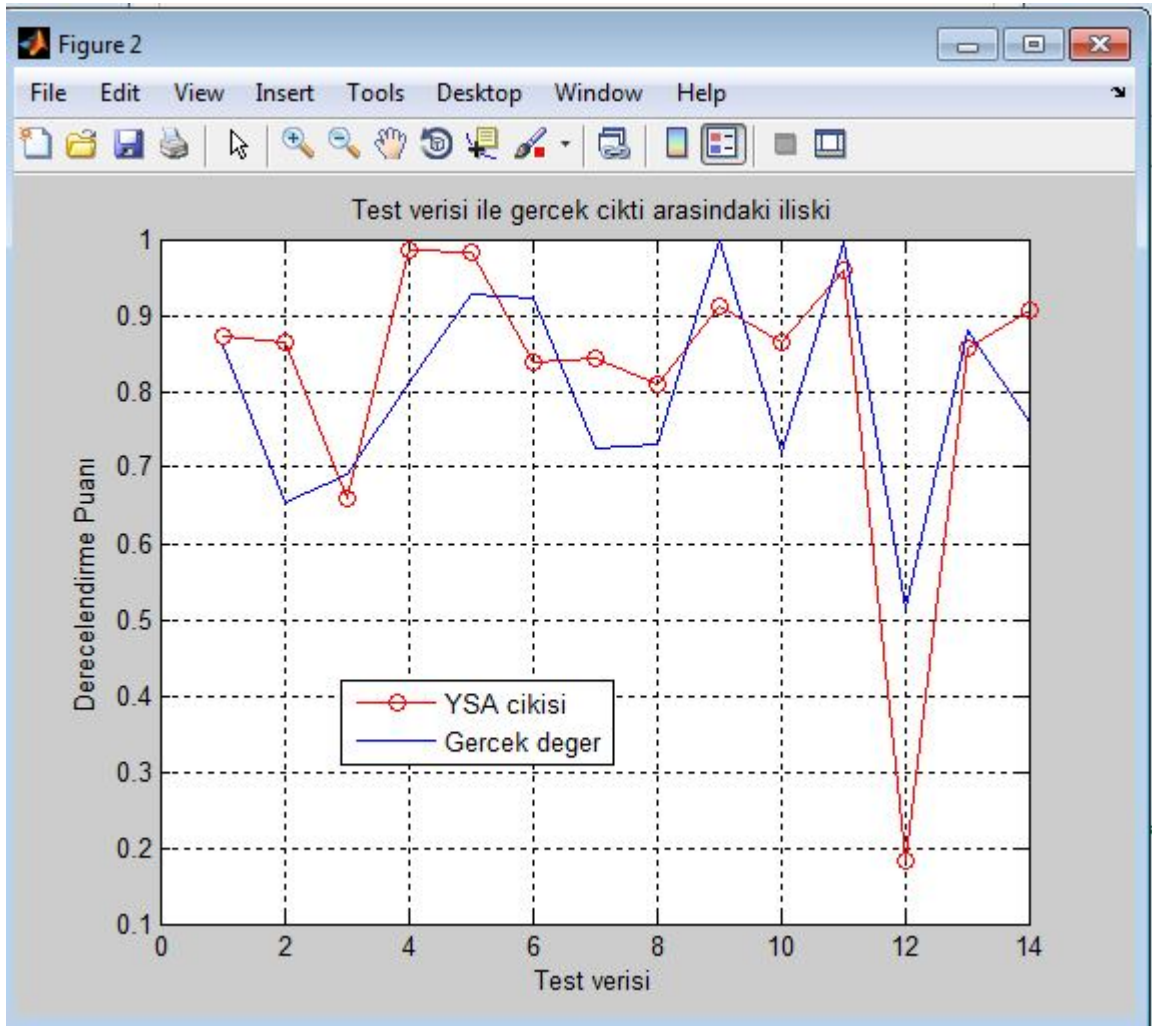


Şekil 5.4 Hata değerin minimize edilmesi

5.4.7 Yapay Sinir Ağı Modelinin Test Edilmesi

Eğitim aşaması sonucunda elde edilen yapay sinir ağına ait ağırlıklar ve daha önce ağa gösterilmemiş yani test veri seti olarak ayrılan değerler kullanılarak, oluşturulan yapay sinir ağı test edilir.

Test kümesinin amacı, ağın öğrenmesinin yeterli ya da doğru olup yeterliliği değerlendirilmiş olur. Test dönemi içerisinde; gerçek değerlerin yapay sinir ağı ile belirlenen tahmini değerleri Şekil 5.5’de verilmektedir.



Şekil 5.5 Test verisi ile gerçek değer arasındaki ilişki

Verilen eğitim ve test grafiklerinden de görüldüğü üzere hem eğitim aşaması hem de test aşaması tamamlandıktan sonra oldukça iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Özellikle ağı eğitimi sırasında hata payı oldukça küçüktür. Kullanılan yapay sinir ağı gerçek değerlerdeki kırılmaları dahi iyi bir şekilde öğrenerek eğitimini tamamlamıştır. Hem örneklem içi hem de örneklem dışı dönemde oldukça iyi performans elde edilmiştir.

Son olarak yapay sinir ağından daha önce görmediği 5 girdi değişkeni için sonuç verileri üretmesi istenmiştir. Gerçek veriler ve yapay sinir ağının ürettiği sonuçlar Çizelge 5.8’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.8 Yapay sinir ağı çıktısı ile gerçek değerlerin karşılaştırılması

	Gerçek Değer	Yapay Sinir Ağı Çıktısı	Fark
1	57,25	57,4013	-0,1513
2	64,98	64,2982	0,6818
3	73,10	72,5422	0,5578
4	77,93	79,1497	-1,2197
5	74,83	75,7986	-0,9686

Çizelge 5.8’de de görüldüğü gibi yapay sinir ağı gerçek değerlere oldukça yaklaşmıştır ve gerçek değerler ile uyumlu sonuçlar üretmiştir. Firmaların değerlendirilmesinde daha az kriter kullanılarak benzer sonuçlara ulaşmanın mümkün olduğu görülmektedir. Yapay sinir ağı ile kredi karar sürecini destekleyici alternatif bir model oluşturulmuştur.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bankacılık sisteminde genel amaç kredi başvurusu ile başlayan ve kredinin geri ödenmesi ile sonuçlanan kredi sürecinin sağlıklı bir şekilde işlemesidir.

Bankacılık sektöründe kredinin verilmesi yeterli olmayıp, verilen kredilerin sorunsuz olarak geri dönüşünün sağlanması asıl amaçtır. Kredinin maliyetinin yüksekliği dikkate alındığında, kredinin verilmesi kadar tahsilini sağlamak, verimli ve düşük risk seviyesinde bir kredi portföyünün oluşturulmasını gerekli kılmaktadır. Bu durum, kredilerin veya kredilendirilmesi düşünülen firmaların kredi değerliliğinin tespitinin yapılmasını zorunlu hale getirmektedir.

Bu çalışmada, bankalara kredi talebinde bulunan ticari firmaları daha iyi değerlendirmek, verilecek olan kredinin geri dönmeme riskini en az seviyeye indirmek ve en doğru kararın alınarak kredi değerlendirme işlevini pratikleştirmeye yönelik Bulanık AHP ve Yapay Sinir Ağı kullanılarak bir model önerilmektedir.

Seçilen örnek bankadaki mevcut yapıda, firmanın kredi değerliliği niceliksel ve niteliksel kriterler bir arada değerlendirilerek belirlenmektedir. Her bir kriter için firmaya puan verilmekte ve kriter puanları önceden belirlenmiş olan kriter ağırlıkları ile çarpılarak sonuçta firmaya ait tek bir kredi skoru elde edilmektedir. Çıkan kredi skoruna göre firmanın kredibilitesi tespit edilmektedir.

Çalışmada önce mevcut yapıda kullanılan kriterler ele alınmış ve Bulanık AHP yöntemi ile bu kriterler arasından sonuç üzerinden daha büyük öneme sahip olan kriterler seçilmiştir. Mevcut yapı iki adet ana kriter ve dokuz adet alt kriterden oluşmaktadır.

Ana kriterler; mali veriler ve mali olmayan veriler, alt kriterler ise mali veriler için; firmaların likidite oranları, finansal yapı oranları, performans oranları, karlılık oranları ve büyüme oranları, mali olmayan veriler için ise sektör ve dışsal etkiler, ortaklar ve yönetim yapısı, firma faaliyet kalitesi, finansal kurumlar ve piyasa ile ilişkileridir. Uzman görüşlerine dayanarak ana kriterler ve alt kriterler için bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş ve Buckley yöntemi ile her bir kriter için bulanık ağırlık değerleri bulunmuştur.

Buckley yöntemi ile hesaplanan ağırlık değerleri arasından en büyük ağırlığa sahip dört kriter seçilmiştir ve bu seçilen kriterler yapay sinir ağı modelinde girdi olarak kullanılmıştır.

Örnek bankadan, firmaların mali ve mali olmayan verilerinin beraber değerlendirilerek firma kredibilitesinin tespit edildiği 50 adet kurumsal kredi derecelendirme raporu temin edilmiştir. İncelenen raporlardan Bulanık AHP ile seçilen dört kritere ait puanlar ile firma derecelendirme puanı alınmıştır. Modelde girdi değişkeni olarak Bulanık AHP yöntemi ile belirlenen finansal yapı oranları, performans oranları, ortaklar ve yönetim yapısı ve firma faaliyet kalitesi kriterleri, çıktı değişkeni olarak ise derecelendirme puanı alınmıştır. Veriler normalize edilerek 35 tane veri eğitim için 15 tane veri test için ayrılmıştır.

Yapay sinir ağlarının pek çok modelleri arasından, yaygın olarak kullanılması ve başarılı sonuçlar veren bir model olması nedeniyle ileri beslemeli geri yayılım ağı seçilmiştir ve oluşan hatanın minimum olması sağlanmıştır.

Modelin dört girdi, bir çıktı değişkeni ve 10 elemanlı bir tek gizli katmanı vardır. Toplama fonksiyonu olarak doğrusal toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu olarak ise sigmoid fonksiyon seçilmiştir. Model 500 döngü ile eğitilmiş ve hata oranı 0 olarak hedeflenmiştir. Yapılan denemeler sonucunda ağı öğrenme katsayısının 0,6, momentum katsayısının ise 0,4 olduğu durumda en iyi performansı gösterdiği görülmüştür. Ağı eğitilmesi sonucunda ortalama hata kareleri toplamı (MSE) değeri 0,000137 olarak elde edilmiştir. Bu değerlere göre, modelin yaptığı tahminlerin güvenilir ve tutarlı, gerçek değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Son olarak yapay sinir ağı modelinin daha önce görmediği 5 adet girdi değişken kullanılarak yeni sonuçlar üretilmiş ve elde edilen çıktılar gerçek değerler ile karşılaştırılmıştır. Kurulan yapay sinir ağı modeli gerçek değerler ile uyumlu sonuçlar üretmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda daha az kriter kullanılarak aynı sonuçlara ulaşmanın mümkün olduğu görülmüştür. Firmaların dört kriterden aldığı puanlar yapay sinir ağında girdi olarak kullanılarak gerçek derecelendirme puanları ile benzer puanlar elde edilmiştir. Firmaların kredilendirilmesi ile ilgili karar verme aşamasını daha etkin, kolay ve hızlı hale getirmek için seçilen bu dört kritere bakmanın yeterli olacağı ve bu dört kriter göz önüne alınarak doğru kredi kararlarının verilebileceği gösterilmiştir.

Öne sürülen model kredi değerlendirmelerinde nesnelliği optimum düzeye çıkarabilmek, hataları en aza indirmek ve kredi değerlendirme sürelerini kısaltarak kredi süreçlerini daha etkin hale getirmek için bir yapı sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Chen, L.H. ve Chiou, T.W., (1999). "A Fuzzy Credit-Rating Approach For Commercial Loans: A Taiwan Case", *Omega*, 27(4):407-419
- [2] Chuang, C., Wang, H.S. ve Che, Z.H., (2010). "A Fuzzy AHP and DEA Approach For Making Bank Loan Decisions For Small and Medium Enterprises in Taiwan", *Expert Systems with Applications*, 37(10):7189–7199
- [3] Liang,W., Zuowei,W. ve Ying, Z., (2010). "Research on Credit Evaluation of 3PL Enterprises Based on FAHP", *Logistics and Supply Chain Research in China - Proceedings of The 3rd International Conference on Logistics and Supply Chain Management* , July 2010, China
- [4] Yeh, T.Y. ve Chang S., Y., (2012). "An Artificial Immune Classifier for Credit Scoring Analysis" , *Applied Soft Computing*, 12(2): 611–618
- [5] Yua, L., Wanga, S. ve Laib, K.K., (2009). "An Intelligent-Agent-Based Fuzzy Group Decision Making Model For Financial Multicriteria Decision Support: The Case Of Credit Scoring", *European Journal of Operational Research*, 195(3): 942–959
- [6] Chen, M. ve Huang, S.H., (2003). "Credit Scoring and Rejected Instances Reassigning Through Evolutionary Computation Techniques", *Expert Systems with Applications*, 24(4): 433–441
- [7] Jensen, H.L. ve Ph.,D., (1992). "Using Neural Networks for Credit", *Managerial Finance*, 18(6):15-26
- [8] Tsai, C.F. ve Wu, J.W., (2007). "Using Neural Network Ensembles For Bankruptcy Prediction and Credit Scoring", *Expert Systems with Applications*, 34(4):2639–2649
- [9] Yobas, M. B., Crook, J. N. and Ross, P., (1999). "Credit Scoring Using Neural and Evolutionary Techniques", *IMA J Management Math*, 11(2): 111-125
- [10] Zekic-Susac, M., (2004). "Small Business Credit Scoring: A Comparison Of Logistic Regression, Neural Network, And Decision Tree Models ", 26th International Conference on Information Technology Interfaces, June 2004, Osijek
- [11] Pang, S.L., Wang, Y.M. ve Bai, Y.H., (2002). "Credit Scoring Model Based on Neural Network", *International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, November 2002, China

- [12] Kumar, K. ve Bhattacharya, S., (2006). "Artificial Neural Network vs Linear Discriminant Analysis in Credit Ratings Forecast: A Comparative Study Of Prediction Performances" *Review of Accounting and Finance*, 5(3):216-227
- [13] Capotorti, A. ve Barbanera, E., (2011). "Credit Scoring Analysis Using a Fuzzy Probabilistic Rough Set Model", *Computational Statistics & Data Analysis*, 56(4):981-994
- [14] Kima, K.J ve Ahn, H., (2012). "A Corporate Credit Rating Model Using Multi-Class Support Vector Machines With an Ordinal Pairwise Partitioning Approach", *Computers and Operations Research*, 39(8):1800-1811
- [15] Ertuğrul, İ. ve Karakaşoğlu, N., (2011). "Finans Sektöründe Kredi Taleplerinin Belirlenmesinde Bulanık Mantık Yaklaşımı", *İkdisat İşletme ve Finans İnceleme Araştırma*, 22:95-114
- [16] İç, Y.T ve Yurdakul, M., (2009). "Fuzzy Topsis Kullanarak Hızlı Kredi Değerlendirme Karar Destek Sistemi Geliştirilmesi" , *Expert Systems With Applications*, 39:5309-5316
- [17] Güngör, S., (2007). Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi Ve Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
- [18] Emel, A.B, Oral, M., Reisman, A. ve Yolalan, R., (2003). "Ticari Bankacılık Sektörü için Bir Kredi Değerlendirme Yaklaşımı", *Socio-Economic Planning Sciences*, 37:103-123
- [19] Akkaya, G.C. ve Demireli, E., (2010). "Analitik Hiyerarşi Süreci ile Kredi Derecelendirme Analizi Üzerine Bir Model Önerisi", *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(1):319-335
- [20] İç, Y.T ve Yurdakul, M., (2000). "Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemini Kullanan Bir Kredi Değerlendirme Sistemi", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15(1):1-14
- [21] İltir, O.C, (2006). Analitik Ağ Süreci ile Ticari Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- [22] Tekindağ, F.C., (2010). Kredi Risk Yönetim Aracı Olarak Kobi Kredileri İçin Alternatif Kredi Skorlama Model Önerisi ve Uygulama, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir
- [23] Vupo, Ö. ve Çavaş , Ç.K., (2009). "Kredi Değerlendirilmesinde Lojistik Regresyon Ve Yapay Sinir Ağları Yaklaşımları", *TÜİK İstatistik Araştırma Dergisi*, 17:293-303
- [24] Yazıcı, M., (2007). Bankalarda Kobi Kredilerini Değerlendirmeye İlişkin Bir Yaklaşım : Yapay Sinir Ağları, Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- [25] Şanlı, O., (2008). Yapay Sinir Ağları ile Kredibilite Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [26] Alpay, M., (2010). Kredi Değerliliğinin Ölçülmesinde TOPSİS Yöntemi Ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir

- [27] Şener, G., (2010). Kredi Talepleri Değerlendirilmesinde Analitik Hiyerarşi Prosesi , Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [28] Donel, B., (2012). Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Kredi Skorlama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [29] Yiğit, P., (2011). Yapay Sinir Ağları Ve Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- [30] Zarakolu, A., (1989). Bankacılar için Para ve Kredi Bilgisi, 9.Basım, Banka ve Ticaret Hukuku Araştırma Enstitüsü, Ankara
- [31] Özden, Ö.Ö., (2010). Ticari Bankalarda Kredilendirme Süreci ve Kredi Riski Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
- [32] Şakar, H., (2002). Bankalarda Kredilendirme Teknikleri, Akdeniz Yayıncılık, 2.Basım, İstanbul
- [33] Aras, G., (1996). Ticari Bankalarda Kredi Portföyünün Yönetimi, Sermaye Piyasası Kurulu, Ankara
- [34] Güldoğan, Ö., (2002). Kredi Fiyatlama Tekniklerinin Ticari Bankacılık Açısından Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
- [35] Sakar, B., (2006). Banka Kredileri ve Yönetimi, Beta Basım Yayın, İstanbul
- [36] Öker, A., (2007). Ticari Bankalarda Kredi ve Kredi Risk Yönetimi, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- [37] Ganbat, T., (2007). Ticari Bankacılıkta Kaynak Maliyetlerinin Belirlenmesi ve Kredi Fiyatlandırma Tekniklerinin Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
- [38] Akgüç, Ö., (2007). Banka Yönetimi ve Performans Analizi, Arayış Yayıncılık, İstanbul
- [39] Katırcıoğlu, H., (2006). Basel-II Standartlarına Göre Ticari Bankalarda Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- [40] Takan, M., (2002). Bankacılık, Teori, Uygulama ve Yönetim, Nobel Yayınları, Ankara
- [41] Berk, N., (2011). Bankacılıkta Pazara Yönelik Kredi Yönetimi, 3.Baskı, Beta Basım Dağıtım A.Ş, İstanbul
- [42] Aydın, N., (2004). Sermaye Piyasaları ve Finansal Kurumlar, Eskişehir T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını, İstanbul
- [43] Poyraz, O., (2010). Kredi Talebinde Bulunan İşletmelerin Finansal Tablolarında Yapılan Düzeltme ve Arındırma İşlemleri Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
- [44] Yüksel, A.S., (2002). Banka Yönetimi El Kitabı, Alfa Yayınevi, İstanbul
- [45] Akgüç, Ö., (2006). Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi, Arayış Yayıncılık, İstanbul

- [46] Teker, S. ve Bodur, Ç., (2005). "Ticari Firmaların Kredi Derecelendirmesi: İMKB Firmalarına Uygulanması", İTÜ Dergisi, 2(1):25-36
- [47] Akdoğan, N. ve Tenker, N., (2003). Finansal Tablolar ve Mali Analiz Teknikleri, Gazi Kitabevi, İstanbul
- [48] Aytekin, Y. H., (2008). Bankacılık ve Finansal Terimler Sözlüğü, Palme Yayıncılık, Ankara
- [49] Gürsoy, C.T., (2007). Finansal Yönetim İlkeleri, 1.Baskı, Doğu Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- [50] Söyler, H., (2003), Bilançonun Tahlile Hazırlanması, Tahlil Yöntemleri ve Eleştirileri, http://www.alomaliye.com/halil_soyler_bilanco_tahlile.htm, 20.07.2012
- [51] Ziraat Bankası Eğitim Notları
- [52] Altuğ, O., (2000). Banka İşlemleri ve Muhasebesi, Türkmen Kitabevi, İstanbul
- [53] Öztürk, İ., (2005). Bankalardaki Ticari Kredi Uygulamalarında Mali Tahlil Ve İstihbaratın Etkinliği, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep
- [54] Yılmaz, S., (2008). Ticari Bankalarda Kredi Portföyü ve Kredi Riski Yönetimi – Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- [55] Soner, S. ve Önüt, S. (2006). "Multi-Criteria Supplier Selection: An ELECTRE-AHP Application", Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 4:23-28
- [56] Yoon, K.P. ve Hwang, C-L., (1995). Multiple Attribute Decision Making: An Introduction, Sage University Paper Series On Quantitative Applications in The Social Sciences, Thousand Oaks, California
- [57] Lai, Y.J. ve Hwang, C.L., (1994). Fuzzy Multiple Objective Decision Making, Methods and Application, Springer-Verlag, Berlin
- [58] Opricovic, S. ve Tzeng, G., (2003). "Defuzzification Within a Multicriteria Decision Model", International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 11(5):635-652
- [59] Şen Z., (2004). Mühendislikte Bulanık Mantık ile Modelleme Prensipleri, Su Vakfı, İstanbul.
- [60] Karakaşoğlu N., (2008). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli
- [61] Öz, A.H., (2007). Yük Helikopteri Seçiminde Bulanık Çok Amaçlı Karar Verme Modeli, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [62] Leung, Y., (1983). "Fuzzy Sets Approach to Spatial Analysis and Planning, A Nontechnical Evaluation", Geografiska Annaler Series B Human Geography, 65(2):65-75.
- [63] Baykal N. ve Beyan T. (2004). Bulanık Mantık İlke ve Temelleri, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.

- [64] Türkbey, O., (2003). “Çok Amaçlı Makine Sıralama Problemi için Bir Bulanık Güçlü Metod”, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 5(3):81-98
- [65] Zadeh, L. A. (1965). “Fuzzy Sets”, Information and Control, 8:338-353.
- [66] Chen, C.T., (2000). “Extensions of The Topsis For Group Decision – Making Under Fuzzy Environment”, Fuzzy Sets and Systems, 114:1-9
- [67] Göktürk, İ.F., (2008). Tedarikçi Performans Değerlendirmesinde Bulanık AHP Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli
- [68] Güner, H., (2005). Bulanık AHP ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli
- [69] Aksoy, Y., Özkan, E.M. ve Karanfil, S., (2003). Bulanık Mantığa Giriş, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- [70] Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ruan, D., (2004). “Multi-Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey”, International Journal of Production Economics, 87:171–184.
- [71] Kaufman, A. ve Gupta, M.M., (1988), Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science, Elsevier Science Publishers B.V., The Netherlands
- [72] Gültaş İ., (2007). Endüstri Mühendisliği Eğitiminde Matematik Ders İçeriklerinin Belirlenmesinde BAHF Yöntemi ile Çözüm Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [73] Kuo, M.S., Liang, G.S. ve Huang W.C., (2006). “Extensions Of The Multicriteria Analysiswith Pairwise Comparison Under A Fuzzy Environment”, International Journal of Approximate Reasoning, 7:268-285
- [74] Hsieh,T., Lu,S.T. ve Tzeng,G.H., (2004). “Fuzzy MCDM Approach for Planning and Design Tenders Selection in Public Office Buildings”, International Journal of Project Management
- [75] Haykin,S., (1999). Neural Networks: A Comprehensive Foundation ,Prentice Hall, New Jersey
- [76] Yıldız, B., (2009). Finansal Analizde Yapay Zeka, Detay Yayıncılık, Ankara
- [77] Smith, K. A., (2002), Neural Networks for Business: An Introduction, Neural Networks in Business: Techniques and Applications, Idea Group Publishing, USA
- [78] Efe, Ö. ve Kaynak, O. (2000). Yapay Sinir Ağları Ve Uygulamaları, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- [79] Diamantaras, K. I. ve Kung, S. Y., (1996). Principal Component Neural Networks: Theory and Applications, John Wiley and Sons Inc., New York, USA
- [80] Güngör, E., (2007). Yapay Sinir Ağları Yardımı İle Makine Arızalarının Önceden Tahmin Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli
- [81] Elmas, Ç., (2003). Yapay Sinir Ağları, Seçkin Yayıncılık, Ankara

- [82] Yılmaz, Ü., (2010). Altı Sigma Ve Yapay Sinir Ağlarının Tekstil Sektöründe Karşılaştırmalı Bir Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa
- [83] Öztemel, E., (2003). Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık, İstanbul
- [84] Akdağ, Y., (2010). Vadeli İşlem Ve Opsiyon Borsası'nda TL-Dolar Vadeli İşlem Sözleşmelerinin Gün Sonu Uzlaşma Fiyatının Yapay Sinir Ağları İle Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Bankacılık Ve Sigortacılık Enstitüsü, İstanbul
- [85] Elmas, Ç., (2007). Yapay Zeka Uygulamaları: Yapay sinir Ağı, Bulanık Mantık, Genetik Algoritma, Seçkin Yayıncılık, Ankara
- [86] Çanakcı, A., (2006), Yapay Sinir Ağlarının Makroekonomik Bir Model Üzerine Uygulanması: Bir Türkiye Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara
- [87] Ataseven, B., (2007). Satış Öngörü Modellemesi Tekniği Olarak Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı: Petkim' de Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Manisa
- [88] Hindawi Publishing Corporation, Adaptive Predistortions Based on Neural Networks Associated with Levenberg-Marquardt Algorithm for Satellite Down Links, <http://www.hindawi.com/journals/wcn/2008/132729.fig9.html>, 01.12.2011
- [89] Adıyaman, F., (2007). Talep Tahmininde YSA, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [90] Şen, Z., (2004), Yapay Sinir Ağları İlkeleri, Su Vakfı Yayınları, İstanbul
- [91] Zhang, P. G., (2003), Business Forecasting with Artificial Neural Networks: An Overview, Neural Networks in Business Forecasting, Idea Group Publishing, USA
- [92] Bayır, F., (2006), Yapay Sinir Ağları ve Tahmin Modellemesi Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- [93] Cichocki, A. ve Unbehaven. ,R., (1993). Neural Networks for Optimization and Signal Processing, John Wiley and Sons, England
- [94] Keçe, A., (2006). Yapay Sinir Ağları ile Plastik Enjeksiyon Süreci Başlangıç Parametrelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa
- [95] Hanssens D. M. ve Parsons, L.J., (2001). Market Response Models Econometric and Time Series Analysis, Kluwer Academic Pub, New York
- [96] Hinton, G. E. ve Sejnowski, T. J., (1986). Learning and Relearning in Boltzmann Machines, Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, MIT Press, Cambridge
- [97] Baş, N., (2006). Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [98] Golmohammadi, D.,(2010)., "Neural Network Application For Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Problems, Int. J. Production Economics, 131:490–504

YAPAY SİNİR AĞI ÇIKTILARI

Çizelge EK - A.1 Yapay Sinir Ağı Çıktıları

Deneme Sayısı	Gizli Katman Sayısı	Nöron Sayısı	Öğrenme Katsayısı	Momentum Katsayısı	Epoch	Hata	1. Aktivasyon Fonk	2. Aktivasyon Fonk.
1	1	7	0,6	0,53	500	0,00347	tansig	tansig
2	1	3	0,65	0,45	200	0,00234	logsig	tansig
3	1	9	0,8	0,5	200	0,00213	tansig	tansig
4	1	2	0,5	0,5	200	0,00212	tansig	logsig
5	1	2	0,7	0,3	300	0,00212	tansig	logsig
6	1	4	0,8	0,25	200	0,00171	tansig	logsig
7	1	3	0,65	0,45	100	0,00158	tansig	tansig
8	1	4	0,8	0,2	200	0,00157	logsig	tansig
9	1	7	0,8	0	100	0,00148	logsig	tansig
10	1	4	0,7	0	200	0,00141	logsig	tansig
11	1	5	0,8	0,25	100	0,0014	logsig	logsig
12	1	5	0,7	0,15	100	0,00138	logsig	logsig
13	1	6	0,7	0	100	0,00134	logsig	logsig
14	1	5	0,75	0,45	100	0,00129	logsig	logsig
15	1	10	0,75	0,2	100	0,00128	logsig	tansig
16	1	5	0,6	0	100	0,00127	logsig	logsig
17	1	5	0,8	0,25	100	0,00125	tansig	tansig
18	1	5	0,8	0,15	200	0,00123	tansig	tansig
19	1	4	0,6	0,4	200	0,00119	logsig	tansig
20	1	10	0,5	0,3	100	0,00117	logsig	tansig
21	1	6	0,7	0,5	200	0,00111	logsig	tansig
22	1	8	0,55	0,15	100	0,00109	logsig	logsig
23	1	5	0,57	0,5	100	0,00108	logsig	logsig

Çizelge EK - A.1 Yapay Sinir Ağı Çıktıları (devam)

Deneme Sayısı	Gizli Katman Sayısı	Nöron Sayısı	Öğrenme Katsayısı	Momentum Katsayısı	Epoch	Hata	1. Aktivasyon Fonk	2. Aktivasyon Fonk.
24	1	7	0,7	0,32	300	0,00106	logsig	tansig
25	1	3	0,5	0,5	200	0,00105	logsig	tansig
26	1	7	0,5	0,5	200	0,00104	logsig	tansig
27	1	8	0,65	0,35	100	0,00103	tansig	logsig
28	1	3	0,5	0,58	300	0,00102	tansig	logsig
29	1	2	0,7	0,3	200	0,00101	logsig	tansig
30	1	4	0,84	0,2	100	0,001	tansig	tansig
31	1	9	0,8	0,1	200	0,000984	tansig	tansig
32	1	5	0,6	0,4	200	0,000969	tansig	tansig
33	1	3	0,7	0,3	200	0,000941	tansig	logsig
34	1	9	0,65	0,45	200	0,00093	logsig	tansig
35	1	7	0,7	0,3	200	0,000914	tansig	logsig
36	1	10	0,8	0,4	200	0,000883	tansig	tansig
37	1	10	0,8	0,35	200	0,000871	logsig	logsig
38	1	5	0,6	0	200	0,000858	logsig	tansig
39	1	5	0,8	0,3	200	0,000853	tansig	tansig
40	1	4	0,7	0,2	200	0,000838	logsig	tansig
41	1	10	0,5	0,4	100	0,000833	tansig	logsig
42	1	10	0,85	0,2	100	0,000815	logsig	logsig
43	1	7	0,7	0	300	0,000797	logsig	logsig
44	1	5	0,8	0,25	200	0,000794	logsig	tansig
45	1	9	0,65	0	200	0,000793	logsig	tansig
46	1	8	0,6	0,45	200	0,000787	tansig	tansig
47	1	4	0,74	0	300	0,000783	tansig	logsig
48	1	6	0,64	0	300	0,000781	logsig	tansig
49	1	6	0,7	0,57	500	0,000779	tansig	tansig
50	1	8	0,7	0,5	200	0,000778	tansig	tansig
51	1	9	0,75	0,23	200	0,000768	tansig	logsig
52	1	8	0,7	0,25	200	0,000767	logsig	logsig
53	1	3	0,6	0,4	200	0,000764	logsig	tansig
54	1	7	0,6	0,2	200	0,000761	tansig	tansig
55	1	10	0,8	0,2	200	0,000747	tansig	tansig
56	1	9	0,8	0,1	300	0,000747	logsig	logsig
57	1	6	0,5	0,5	200	0,000743	tansig	logsig
58	1	10	0,8	0	200	0,000738	logsig	logsig

Çizelge EK - A.1 Yapay Sinir Ağı Çıktıları (devam)

Deneme Sayısı	Gizli Katman Sayısı	Nöron Sayısı	Öğrenme Katsayısı	Momentum Katsayısı	Epoch	Hata	1. Aktivasyon Fonk	2. Aktivasyon Fonk.
59	1	5	0,6	0,45	300	0,000737	logsig	tansig
60	1	9	0,8	0,4	300	0,000734	logsig	logsig
61	1	5	0,5	0,5	200	0,000732	tansig	tansig
62	1	6	0,6	0	200	0,00073	logsig	tansig
63	1	7	0,5	0,1	300	0,000727	logsig	logsig
64	1	6	0,8	0,4	200	0,00072	tansig	logsig
65	1	8	0,65	0,35	200	0,000715	logsig	tansig
66	1	7	0,7	0	200	0,000708	logsig	tansig
67	1	5	0,75	0,45	200	0,000702	tansig	logsig
68	1	10	0,7	0,3	200	0,000701	tansig	tansig
69	1	6	0,6	0,4	200	0,000697	tansig	tansig
70	1	5	0,75	0,4	200	0,000689	tansig	tansig
71	1	10	0,75	0	200	0,000687	tansig	logsig
72	1	8	0,7	0,35	200	0,000685	tansig	logsig
73	1	9	0,8	0,2	200	0,00068	tansig	tansig
74	1	8	0,5	0,5	200	0,000676	tansig	tansig
75	1	7	0,6	0,5	200	0,000676	tansig	logsig
76	1	9	0,7	0,1	200	0,000667	tansig	tansig
77	1	7	0,8	0,4	200	0,000666	tansig	tansig
78	1	8	0,8	0	200	0,000665	logsig	tansig
79	1	8	0,7	0,25	300	0,000665	tansig	tansig
80	1	5	0,6	0,3	200	0,00066	tansig	logsig
81	1	6	0,67	0,4	300	0,00066	logsig	tansig
82	1	6	0,8	0,4	300	0,000659	logsig	tansig
83	1	9	0,8	0,4	200	0,000658	logsig	logsig
84	1	5	0,8	0,3	300	0,000639	tansig	logsig
85	1	10	0,5	0,4	200	0,000638	logsig	logsig
86	1	6	0,7	0	200	0,000626	tansig	logsig
87	1	6	0,7	0,3	200	0,000625	logsig	tansig
88	1	10	0,6	0,4	200	0,000621	tansig	tansig
89	1	6	0,8	0	500	0,000611	tansig	logsig
90	1	10	0,5	0,5	200	0,000597	tansig	logsig
91	1	4	0,6	0,4	500	0,000597	tansig	tansig
92	1	5	0,75	0,4	500	0,000595	tansig	tansig
93	1	9	0,6	0,5	200	0,000593	tansig	tansig
94	1	8	0,6	0,1	300	0,000587	logsig	tansig

Çizelge EK - A.1 Yapay Sinir Ağı Çıktıları (devam)

Deneme Sayısı	Gizli Katman Sayısı	Nöron Sayısı	Öğrenme Katsayısı	Momentum Katsayısı	Epoch	Hata	1. Aktivasyon Fonk	2. Aktivasyon Fonk.
95	1	9	0,5	0,5	200	0,000586	logsig	tansig
96	1	10	0,7	0,1	200	0,000579	logsig	logsig
97	1	10	0,7	0,35	300	0,000562	logsig	logsig
98	1	7	0,64	0	300	0,000551	tansig	tansig
99	1	10	0,6	0	200	0,000547	logsig	tansig
100	1	10	0,6	0,3	200	0,000538	tansig	tansig
101	1	6	0,5	0,45	300	0,000527	logsig	logsig
102	1	7	0,8	0,35	300	0,000527	logsig	tansig
103	1	9	0,8	0,2	500	0,000522	logsig	tansig
104	1	10	0,6	0,1	200	0,000513	tansig	tansig
105	1	8	0,5	0,32	500	0,0005	tansig	tansig
106	1	7	0,8	0	200	0,000493	tansig	tansig
107	1	10	0,8	0	300	0,000476	tansig	logsig
108	1	10	0,6	0,25	300	0,000475	tansig	logsig
109	1	9	0,6	0,5	300	0,00047	logsig	logsig
110	1	9	0,7	0	500	0,00042	tansig	tansig
111	1	10	0,63	0,3	300	0,000413	logsig	tansig
112	1	8	0,7	0,35	500	0,000376	tansig	tansig
113	1	10	0,6	0,3	500	0,000362	tansig	logsig
114	1	10	0,84	0,4	300	0,000344	logsig	logsig
115	1	9	0,75	0,25	500	0,000293	logsig	tansig
116	1	8	0,8	0	500	0,000289	tansig	tansig
117	1	8	0,8	0,4	500	0,000276	tansig	logsig
118	1	10	0,7	0,5	500	0,000265	logsig	tansig
119	1	9	0,5	0,42	500	0,000257	tansig	tansig
120	1	9	0,88	0,3	500	0,000256	tansig	logsig
121	1	10	0,8	0,35	500	0,00025	tansig	tansig
122	1	10	0,7	0,32	500	0,000201	tansig	tansig
123	1	9	0,78	0,2	500	0,000153	tansig	logsig
124	1	10	0,6	0,4	500	0,000137	tansig	tansig

Çizelge EK - A.1 Yapay Sinir Ağı Çıktıları (devam)

Deneme Sayısı	Gizli Katman Sayısı	1. Nöron Sayısı	2. Nöron Sayısı	Öğren. Kat.	Momentum Katsayısı	Epoch	Hata	1. Akt. Fonk.	2. Akt. Fonk.	3. Akt. Fonk.
125	2	2	8	0,88	0,5	300	0,0531	logsig	logsig	tansig
126	2	5	9	0,8	0	300	0,0531	logsig	logsig	tansig
127	2	5	4	0,5	0,5	200	0,0117	purelin	logsig	tansig
128	2	2	8	0,8	0	300	0,00212	tansig	purelin	logsig
129	2	3	6	0,64	0,4	200	0,00208	tansig	tansig	tansig
130	2	3	10	0,7	0,34	100	0,00206	logsig	purelin	purelin
131	2	5	7	0,6	0,15	300	0,00204	tansig	tansig	logsig
132	2	3	2	0,6	0,4	200	0,00187	tansig	logsig	logsig
133	2	3	3	0,83	0,4	300	0,00169	tansig	purelin	purelin
134	2	2	5	0,75	0,45	200	0,00167	logsig	tansig	purelin
135	2	5	4	0,67	0,4	100	0,00162	logsig	tansig	purelin
136	2	3	4	0,65	0,1	300	0,00161	logsig	logsig	tansig
137	2	5	8	0,54	0,44	200	0,00153	purelin	logsig	tansig
138	2	3	8	0,7	0,25	300	0,00152	tansig	purelin	purelin
139	2	5	3	0,7	0,3	200	0,00148	tansig	logsig	logsig
140	2	2	4	0,7	0,3	200	0,00148	tansig	tansig	tansig
141	2	2	3	0,75	0,25	500	0,0014	logsig	logsig	tansig
142	2	5	7	0,6	0	100	0,00136	tansig	tansig	logsig
143	2	3	9	0,82	0	1000	0,00134	tansig	purelin	purelin
144	2	9	5	0,65	0,35	500	0,00134	purelin	logsig	purelin
145	2	3	10	0,75	0	200	0,00133	logsig	purelin	purelin
146	2	4	4	0,7	0,3	100	0,00131	tansig	purelin	logsig
147	2	4	5	0,6	0,32	100	0,00126	logsig	purelin	logsig
148	2	4	10	0,6	0	100	0,00122	logsig	purelin	logsig
149	2	4	3	0,55	0,4	200	0,00117	tansig	tansig	tansig
150	2	4	3	0,65	0,45	200	0,00111	tansig	logsig	logsig
151	2	3	9	0,65	0,5	500	0,00102	tansig	purelin	logsig
152	2	3	3	0,6	0,4	500	0,000996	tansig	logsig	logsig
153	2	3	2	0,5	0,5	200	0,000985	tansig	tansig	tansig
154	2	5	9	0,75	0,23	200	0,000953	logsig	logsig	tansig
155	2	4	7	0,5	0,5	200	0,000952	purelin	logsig	tansig
156	2	6	5	0,5	0,5	200	0,000933	purelin	logsig	tansig
157	2	4	4	0,6	0,45	300	0,000921	tansig	purelin	purelin
158	2	4	5	0,75	0,4	200	0,000863	logsig	tansig	purelin
159	2	3	9	0,7	0	300	0,000853	tansig	tansig	tansig

Çizelge EK - A.1 Yapay Sinir Ağı Çıktıları (devam)

Deneme Sayısı	Gizli Katman Sayısı	1. Nöron Sayısı	2. Nöron Sayısı	Öğren. Kat.	Momentum Katsayısı	Epoch	Hata	1. Akt. Fonk.	2. Akt. Fonk.	3. Akt. Fonk.
160	2	6	8	0,6	0,5	200	0,000846	purelin	logsig	purelin
161	2	6	4	0,8	0,3	200	0,000837	logsig	tansig	purelin
162	2	5	10	0,5	0,44	200	0,000825	logsig	purelin	logsig
163	2	6	7	0,73	0,1	200	0,000802	tansig	purelin	logsig
164	2	8	4	0,7	0,1	200	0,000755	logsig	tansig	purelin
165	2	3	6	0,8	0	500	0,00074	logsig	purelin	logsig
166	2	5	10	0,8	0,35	300	0,000738	logsig	logsig	logsig
167	2	6	8	0,8	0,4	300	0,000696	tansig	purelin	purelin
168	2	6	5	0,6	0,4	300	0,000685	logsig	tansig	purelin
169	2	4	8	0,64	0,4	500	0,000678	logsig	purelin	purelin
170	2	3	6	0,6	0,5	300	0,000673	purelin	logsig	tansig
171	2	7	3	0,6	0	500	0,000664	purelin	logsig	purelin
172	2	3	7	0,8	0,4	300	0,00065	purelin	logsig	purelin
173	2	5	6	0,74	0,5	300	0,000642	purelin	logsig	purelin
174	2	7	4	0,8	0,4	300	0,000639	tansig	tansig	tansig
174	2	4	2	0,76	0,33	300	0,000601	tansig	logsig	logsig
176	2	6	10	0,75	0,5	200	0,000598	logsig	logsig	logsig
177	2	5	4	0,8	0,2	200	0,000579	tansig	logsig	logsig
178	2	2	10	0,5	0,4	300	0,000544	tansig	logsig	logsig
179	2	8	4	0,55	0	300	0,000536	purelin	logsig	purelin
180	2	7	7	0,8	0,25	300	0,000531	logsig	tansig	purelin
181	2	7	4	0,77	0,2	200	0,000528	logsig	tansig	purelin
182	2	8	3	0,83	0	300	0,000503	tansig	tansig	logsig
183	2	3	8	0,73	0,15	300	0,00049	logsig	purelin	logsig
184	2	4	10	0,83	0,21	300	0,000473	logsig	purelin	purelin
185	2	5	7	0,72	0,35	500	0,000452	tansig	purelin	purelin
186	2	8	9	0,75	0,35	300	0,000433	logsig	logsig	tansig
187	2	8	5	0,85	0,1	500	0,000432	logsig	tansig	tansig
188	2	5	9	0,7	0,52	500	0,000421	tansig	tansig	tansig
189	2	3	5	0,6	0,34	500	0,00041	logsig	tansig	purelin
190	2	7	7	0,8	0,21	300	0,000403	logsig	logsig	tansig
191	2	6	4	0,8	0,25	200	0,000393	tansig	logsig	logsig
192	2	9	10	0,6	0,2	300	0,000365	logsig	logsig	logsig
193	2	6	9	0,65	0,45	300	0,000355	logsig	logsig	tansig
194	2	8	10	0,8	0,4	200	0,00034	logsig	logsig	tansig
195	2	5	8	0,6	0	200	0,000329	tansig	tansig	tansig

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Duygu CEBECİ
Doğum Tarihi ve Yeri : 07.05.1987 Amasya
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : dygcebeci@gmail.com.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Endüstri Mühendisliği	Kocaeli Üniversitesi	2009
Lise	Fen Bilimleri	Gölcük İhsaniye Anadolu Lisesi	2005

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2009	Ziraat Bankası	Uzman Yardımcısı