

**YAPAY ZEKA TEKNİKLERİ
İLE
PERSONEL SEÇİMİ VE DEĞERLENDİRMESİ**

Emine BÜYÜK



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPAY ZEKA TEKNİKLERİ İLE PERSONEL SEÇİMİ VE
DEĞERLENDİRMESİ**

Emine BÜYÜK
0000-0001-9748-4741

Prof. Dr. Nursel ÖZTÜRK
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2023
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Emine BÜYÜK tarafından hazırlanan “YAPAY ZEKA TEKNİKLERİ İLE PERSONEL SEÇİMİ VE DEĞERLENDİRMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Nursel ÖZTÜRK

- Başkan** : Prof. Dr. Nursel ÖZTÜRK
0000-0002-9835-0783
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı İmza
- Üye** : Dr. Öğretim Üyesi Seval ENE YALÇIN
0000-0001-8248-8924
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı İmza
- Üye** : Dr. Öğretim Üyesi İsmail Enes PARLAK
0000-0002-0694-9220
Bursa Teknik Üniversitesi,
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali KARA
Enstitü Müdürü
.././.....

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

20/07/2023

Emine BÜYÜK

TEZ YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Danışman Adı-Soyadı
Tarih
Prof. Dr. Nursel ÖZTÜRK
20-07-2023

Öğrencinin Adı-Soyadı
Tarih
Emine BÜYÜK
20-07-2023

İmza
Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

İmza
Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAPAY ZEKA TEKNİKLERİ İLE PERSONEL SEÇİMİ VE DEĞERLENDİRMESİ

Emine BÜYÜK

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nursel ÖZTÜRK

Personel seçim ve değerlendirmesindeki amaç iş için en doğru personelin seçilmiş olmasıdır. İşletmelerin para, zaman ve rekabet avantajı gibi kazanımlar sağlayabilmesinde doğru personel seçimi giderek önem kazanmıştır. Günümüzde doğru personel seçimi ve değerlendirmesi süreci oldukça zor ve karmaşık bir hale gelmiştir. Personel seçimi ve değerlendirmesi kararları sınırlı sayıdaki insan kaynakları personelleri tarafından yapılmaktadır. Bir işe başvuran aday sayısı ve adaylardan istenilen nitelikler artmıştır. İşe alım süreçlerinde insan kaynakları personelleri aday bilgilerini tek tek incelemek durumunda kalabilmektedir. Bu durum insan kaynakları personellerinin iş yükünü arttırmış ve personel seçimi ve değerlendirmesini çok daha zor bir süreç haline getirmiştir. Bu çalışmanın ana amaçlarından birisi doğru personel seçimi ve değerlendirmesi ile doğru personele doğru zamanda ulaşabilmek ve insan kaynakları personellerinin iş yükünü azaltabilmektir. Bu çalışmada yapay zekâ, personel seçimi ve değerlendirmesi alanında kullanılmıştır. Yapay zekâ tekniklerinden olan yapay sinir ağları ve bulanık mantık ile personel seçimi ve değerlendirmesi yapabilen üç farklı model geliştirilmiştir. Çalışmada bir tekstil firmasının mavi yaka ve beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için yapay sinir ağı modelleri oluşturulmuştur. Çalışmada ayrıca beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için bir bulanık mantık modeli oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda personel seçimi ve değerlendirmesinde yapay zekâ kullanımının başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Personel seçimi, personel değerlendirmesi, yapay zekâ, yapay sinir ağları, bulanık mantık

2023, vii + 64 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

PERSONNEL SELECTION AND EVALUATION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES

Emine BÜYÜK

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Industrial Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Nursel ÖZÜRK

The purpose of personnel selection and evaluation is to select the right personnel for the job. Choosing the right personnel has become increasingly important for businesses to provide gains such as money, time and competitive advantage. Today, the selection and evaluation of the right personnel has become quite difficult and complex. Personnel selection and evaluation decisions are made by a limited number of human resources personnel. The number of candidates applying for a job and the qualifications required from candidates have increased. During recruitment processes, human resources personnel may have to examine the candidate information one by one. This situation has increased the workload of human resources personnel and made personnel selection more difficult. One of the main purposes of this study is to reach the right personnel at the right time with the right personnel selection and evaluation and to reduce the workload of the human resources personnel. In this study, artificial intelligence was used in the field of personnel selection and evaluation. Two different models that can select and evaluate personnel with artificial neural networks and fuzzy logic which are the artificial intelligence techniques have been developed. In the study, an artificial neural network model was created for the selection and evaluation of blue-collar and white-collar personnel of a textile company. In addition, a fuzzy logic model was created for the selection and evaluation of white-collar personnel. As a result of study, it was observed that the use of artificial intelligence in personnel selection and evaluation gave successful result.

Key words: Personnel selection, personnel evaluation, Artificial intelligence, Artificial neural network, Fuzzy logic

2023, vii +64 pages.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın ana amacı personel seçimi ve değerlendirmesi süreçlerinde işletmeler için en doğru personelleri seçebilmek ve insan kaynakları personellerinin iş yükünü azaltmaktır. Çalışmanın diğer amaçlarından biri ise personel seçimi ve değerlendirmesine yapay zeka teknikleri ile yeni bir bakış açısı kazandırmaktır.

Tüm tez çalışması sürecinde bana yol gösteren ve tüm süreç boyunca beni cesaretlendiren değerli danışmanım Prof. Dr. Nursel Öztürk'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın uygulama kısmında işletme verilerini benim ile paylaşan ve çalışma sürecine destek olan Merve Oral'a teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca bana maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen babam Erol Büyük'e, annem Aysel Büyük'e ve ailemin tüm diğer üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Emine BÜYÜK
20/07/2023

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Personel Seçimi ve Değerlendirmesi	4
2.2. Personel Seçimi ve Değerlendirmesinin Amacı ve Önemi	4
2.3. Personel Seçimi ve Değerlendirmesinde Yapay Zekâ Kullanımı	5
2.4. Personel Seçimi ve Değerlendirmesinde Yapay Zekâ Kullanımı Çalışmaları ...	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	15
3.1. Yapay Zekâ	15
3.2. Yapay Sinir Ağları	15
3.2.1. Bir yapay sinir hücresinin yapı taşları.....	16
3.2.2. Yapay sinir ağının yapısı.....	18
3.2.3. Yapay sinir ağları modelleri.....	19
3.2.4. Yapay sinir ağları öğrenme stratejileri.....	20
3.2.5. Yapay sinir ağları öğrenme kuralları	21
3.3. Bulanık Mantık	22
3.3.1. Üyelik fonksiyonu.....	22
3.3.2. Bulanık çıkarım sistemi	23
4. BULGULAR.....	26
4.1. Yapay Sinir Ağları ile Personel Seçimi ve Değerlendirmesi	26
4.1.1. Yapay sinir ağının tasarımı ve oluşturulması.....	27
4.1.2. Yapay sinir ağının eğitilmesi	32
4.1.3. Yapay sinir ağının test edilmesi ve doğrulanması	33
4.2. Yapay Sinir Ağları ile Personel Seçimi ve Değerlendirmesi Uygulaması.....	33
4.3. Bulanık Mantık ile Personel Seçimi ve Değerlendirmesi	42
4.3.1. Bulanık çıkarım sisteminin değişkenlerinin (girdi ve çıktılarının) belirlenmesi	42
4.3.2. Bulanıklaştırma	44
4.3.3. Bulanık çıkarım sistemi kurallarının belirlenmesi	48
4.3.4. Bulanık çıkarım yönteminin belirlenmesi ve bulanık çıkarım yapılması	49
4.3.5. Durulama.....	49
4.3.6. Gerçek çıktı ve bulanık mantık modeli çıktı değerlerinin karşılaştırılması	49
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	53
KAYNAKLAR	56
EKLER.....	61
EK 1. Mavi yaka PSD için tasarlanan ağın test verilerinde ürettiği çıktı değerleri ...	62
EK 2. Beyaz yaka PSD için tasarlanan ağın test verilerinde ürettiği çıktı değerleri.	63
ÖZGEÇMİŞ	64

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Simgeler	Açıklama
$F(Net)$	Aktivasyon fonksiyonu tarafından belirlenen çıktı değeri
Net	Yapay sinir ağının net girdisi
R	Korelasyon katsayısı
y_i	Çıktı değeri
\hat{y}_i	Hedeflenen çıktı değeri
μ	Momentum katsayısı
η	Öğrenme oranı
w_n	n. girdinin ağırlığı

Kısaltmalar

Kısaltmalar	Açıklama
ART	Adaptif Rezonans Teorisi
BR	Bayesian Regularization Algorithm (Bayes Düzenleme Algoritması)
GDM	Gradient Descent with Momentum Algorithm (Momentumlu Eğitim Azaltma Algoritması)
LM	Levenberg- Marquardt Algorithm (Levenberg- Marquardt Algoritması)
MSE	Mean Squared Error (Ortalama Kare Hatası)
PSD	Personel Seçimi ve Değerlendirmesi
SCG	Scaled Conjugate Gradient Algorithm (Ölçeklenmiş Eşlenik Azaltma Algoritması)

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Bir yapay sinir hücresinin genel yapısı	17
Şekil 3.2. Bir yapay sinir ağının genel yapısı	18
Şekil 3.3. Bulanık çıkarım sistemi modeli	24
Şekil 4.1. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modelinin girdileri ve çıktıları	29
Şekil 4.2. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modelinin girdileri ve çıktıları	31
Şekil 4.3. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modeli.....	36
Şekil 4.4. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modelinin MATLAB görüntüsü.....	36
Şekil 4.5. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağının performans grafiği.....	37
Şekil 4.6. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modeli.....	40
Şekil 4.7. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modelinin MATLAB görüntüsü.....	40
Şekil 4.8. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı performans grafiği.....	40
Şekil 4.9. Beyaz yaka personel seçim ve değerlendirmesi için oluşturulan bulanık mantık modelinin girdileri ve çıktılar	43
Şekil 4.10. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirilmesi için oluşturulan bulanık mantık modeli MATLAB görüntüsü.....	43
Şekil 4.11. Öğrenim durumu girdisinin üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü..	44
Şekil 4.12. Referans durumu girdisinin üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü..	45
Şekil 4.13. Tecrübe girdisinin üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü	45
Şekil 4.14. Program bilgisi girdisinin üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü	46
Şekil 4.15. Yabancı dil girdisinin üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü.....	47
Şekil 4.16. Takım çalışmasına yatkınlık girdisinin üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü.....	47
Şekil 4.17. İşe alınma durumu çıktısının üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü	48
Şekil 4.18. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirilmesi için oluşturulan bazı kuralların MATLAB görüntüsü.....	48
Şekil 4.19. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirilmesi için seçilen durulama yöntemi MATLAB görüntüsü.....	49
Şekil 4.20. Birinci örnekteki girdi değerleri için MATLAB kural ekranı bir kısmı	50
Şekil 4.21. İkinci örnekteki girdi değerleri için MATLAB kural ekranı bir kısmı.	51
Şekil 4.22. Üçüncü örnekteki girdi değerleri için MATLAB kural ekranı bir kısmı.	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Personel seçim, değerlendirme ve insan kaynakları yönetiminde yapay zekâ kullanımı ile ilgili literatürde yapılan çalışmaların konuları	13
Çizelge 2.2. Personel seçimi ve değerlendirmesinde yapay zeka kullanımı ve diğer yöntemler ile ilgili çalışmalarda kullanılan teknikler.....	14
Çizelge 3.1. En sık kullanılan aktivasyon fonksiyonları ve özellikleri.....	17
Çizelge 4.1. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirme için oluşturulan yapay sinir ağı çıktı parametreleri ve özellikleri.....	29
Çizelge 4.2. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirme için yapay sinir ağı çıktı parametreleri ve özellikleri.....	30
Çizelge 4.3. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesinde yapay sinir ağı tasarımı için yapılan deneylerin en iyi sonuçları.....	35
Çizelge 4.4. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirme için oluşturulan yapay sinir ağının doğrulama verilerinde ağın ürettiği sonuç ile gerçek sonuç değerlerinin karşılaştırılması.....	38
Çizelge 4.5. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesinde yapay sinir ağı tasarımı için yapılan deneylerin en iyi sonuçları.....	39
Çizelge 4.6. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesinde seçilen yapay sinir ağı için doğrulama verilerinde ağın ürettiği sonuç ile gerçek sonuç değerlerinin karşılaştırılması.....	41
Çizelge 4.7. Öğrenim durumu girdisinin üyelik değeri aralıkları	44
Çizelge 4.8. Referans durumu girdisinin üyelik değeri aralıkları	45
Çizelge 4.9. Tecrübe girdisinin üyelik değeri aralıkları.....	45
Çizelge 4.10. Program bilgisi girdisinin üyelik değeri aralıkları	46
Çizelge 4.11. Yabancı dil girdisinin üyelik değeri aralıkları	46
Çizelge 4.12. Takım çalışmasına yatkınlık girdisinin üyelik değeri aralıkları	47
Çizelge 4.13. İşe alınma durumu çıktısının üyelik değeri aralıkları	48
Çizelge 4.14. Beyaz yaka PSD için gerçek girdi ve çıktı değerleri	50
Çizelge 4.15. Beyaz yaka PSD için oluşturulan bulanık çıkarım sistemi çıktıları ile gerçek çıktı değerlerinin karşılaştırılması.....	52

1. GİRİŞ

İşletmelerin en önemli kaynaklarından birisi personeldir. Personel bir işletmenin gelecekteki başarısını ya da başarısızlığını belirleyen en önemli etkenlerdendir. Bu nedenle personel seçimi ve değerlendirilmesi tüm işletmeler için oldukça önem arz etmektedir (Pelit ve Ak, 2018).

Personel seçimi ve değerlendirmesi, başvuran adaylar arasından başvuru alan iş için en uygun nitelikteki personelin seçilmesidir. Personel seçimi ve değerlendirmesinde başlıca amaç, belirtilen işe en uygun adayı seçmektir. Bir iş için kriterlere uygun aday seçilmediği durumda yanlış personel seçilmiş demektir. Yanlış değerlendirilmiş ve seçilmiş bir personel işletmeler için zaman, para, kalite, prestij kaybı gibi zararlara sebep olabilmektedir. Hatalı yapılmış bir personel seçimi ve değerlendirmesi aynı zamanda personel için de kötü sonuçlar doğurabilmektedir. Hatalı seçilmiş yetkin olmayan bir personelin işe alınması, personelin işe ve takım arkadaşlarına uyum sağlamasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca yetkin bir personelin kendi yetkinliğinin altında bir işe alınması, yeteneklerinin körelmesi gibi sonuçlar da ortaya çıkartabilmektedir (Akın, 1998).

Başvuru alan iş için uygun olmayan bir personelin işe alınması sonucunda ilerleyen zamanlarda yanlış seçilmiş personellerin işten çıkarılması gibi bir durum da ortaya çıkabilmektedir. Bu durum da işletmeler açısından maddi ve manevi zararlara neden olabilmektedir (Hassani, 2017).

Doğru seçilmiş bir personel ise işletmeye zaman, verimlilik, kar, kalite, rekabet avantajı, prestij ve iş dünyasında başarı sağlar. Kısacası doğru pozisyona yerleştirilmiş doğru personeller, işletmeleri diğer işletmeler arasında bir adım öne çıkartmaktadır. Personel seçimi ve değerlendirmesi süreci genellikle işletmede bulunan insan kaynakları personelleri tarafından yapılmaktadır. Günümüzde doğru personel seçimi zor ve karmaşık hale gelmiştir. Bir işe başvuran aday sayısı artmış ve iş için seçilecek aday için istenilen kriter sayısı da artmıştır. Bu da insan kaynaklarında çalışan personellerin iş yükünü arttırmıştır. Personel seçimi ve değerlendirilmesi kararı sınırlı sayıdaki personel tarafından verilmektedir. İşe alım süreçlerinde insan kaynaklarında çalışan personeller adayların

bilgilerini tek tek incelemek durumlarında kalabilmektedir. Ayrıca personel seçimi sadece insanlar tarafından yapıldığında, seçen personelin ön yargısı ve adaletsizlik yanlış adayların seçilmesine ya da doğru adayların seçilmemesine sebebiyet verebilmektedir (Pelit ve Ak, 2018).

İncelenmesi gereken veri miktarının artmasının sonucunda insan kaynakları personellerinin iş yükünün artması, aday seçiminde ön yargılı ve adaletsiz davranabilme ihtimali gibi sebepler dolayısıyla, bu tezde yapay zekâ tekniklerinden yapay sinir ağları ve bulanık mantık teknikleri kullanılarak personel seçimi ve değerlendirmesi yapabilen modeller geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Yapay zekanın personel seçim ve değerlendirmesinde kullanılması tarafsız olacaktır ve tüm adaylara eşit ağırlık vererek adil bir seçim yapılabilecektir (Upadhyay ve Khandelwal, 2018). Yapay zekâ tabanlı insan kaynakları uygulamaları, insan kaynakları çalışanlarının çalışma potansiyelinin artması konusunda güçlü bir potansiyel taşıyabilmektedir (Gür vd., 2019). Yapay zekanın personel seçimi ve değerlendirmesi gibi insan kaynakları operasyonlarında kullanımı yenilik ve kolaylık sağlayacaktır (Bhardwaj vd., 2020). Personel seçimi ve değerlendirmesi için yapay zekâ kullanılması, hem adaylar hem de işletmeler için zaman ve maliyeti azaltabilecektir, işe alım konusunda yeni teknoloji kullanımının sonucunda özgeçmiş incelemesine daha az zaman kullanılacaktır ve potansiyel adayların seçiminde zamanın daha etkin kullanılmasına yol açabilecektir (Achhab ve Temsamani, 2021).

Günümüzde en yaygın olarak kullanılan yapay zekâ tekniklerinden biri, yapay sinir ağları tekniğidir. Bir yapay sinir ağı insan beyninin düşünme özelliğini taklit edebilmektedir (Li, 2022). Yapay sinir ağları girdi verilerini işleyerek çıktı ya da çıktılar oluşturabilirler. Bu yüzden yapay sinir ağları, personel seçimi ve değerlendirmesinde kullanılabilir en iyi yapay zekâ tekniklerinden biridir (Zhu, 2022).

Günümüzde yaygın olarak kullanılan yapay zeka tekniklerinden bir diğeri ise bulanık mantık tekniğidir. Bulanık karar verme insanın kesin olarak karar veremediği durumlarda da doğru karar verebilmeyi sağlamaktadır (Diker, 2020). Personel seçimi ve

değerlendirmesi sürecinde alınan kararlar da insanın kesin karar vermesinin zor olduğu kararlardır. Bu yüzden personel seçimi ve değerlendirmesinde kullanılabilecek en doğru yapay zeka tekniklerinden birisi de bulanık mantık tekniğidir.

Akademik literatürdeki çalışmalar sistematik olarak incelendiğinde yapay zekâ ile personel seçimi ve değerlendirmesi ile ilgili çalışmaların yeterli olmadığı gözlemlenmiştir (Qamar vd., 2021). Personel seçimi ve değerlendirmesi yapılan çalışmaların çoğunlukla araştırma boyutunda kaldığı ve uygulama kısmı olan çalışmaların oldukça az olduğu görülmüştür. Bu çalışmada mavi yaka ve beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için iki ayrı yapay sinir ağı tasarımı yapılmıştır. Ayrıca beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için bulanık mantık modeli oluşturulmuştur. Bu çalışmanın ana amacı, personel seçimi süreçlerinde yapay zekâ kullanılarak doğru personele doğru zamanda ulaşmak, bu süreçteki zaman ve maliyet kaybını en aza indirmek, ayrıca personel seçim süreçlerinde insan kaynakları personellerine yardımcı olabilmektir. Çalışmanın amaçlarından bir diğeri ise yapay zeka teknikleri kullanılarak personel seçimi ve değerlendirmesi sürecine yeni bir bakış açısı kazandırmaktır.

Tezin ikinci bölümünde personel seçim ve değerlendirmesinin tanımı yapılmış, amacı ve önemi ortaya koyulmuş, bu alanda yapay zekâ kullanımından bahsedilmiş, son olarak yapay zeka kullanımına ilişkin çalışmalar incelenmiştir. Tezin üçüncü bölümünde uygulama sırasında kullanılmış olan yapay zeka tekniklerinden yapay sinir ağları ve bulanık mantık ile ilgili bilgi verilmiştir. Tezin dördüncü bölümünde hazır giyim üretimi yapan bir tekstil firmasında personel seçimi ve değerlendirmesi için yapay sinir ağları ve bulanık mantık ile yapılan uygulama örneği anlatılmıştır. Tezin son bölümünde ise uygulamanın sonuçları verilmiştir. Sonuçlar yorumlanmış ve gelecek çalışmalar ile ilgili öneriler sunulmuştur.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde personel seçimi ve değerlendirmesinin tanımı yapılmış, personel seçim ve değerlendirmesinin amacı ve önemi ortaya koyulmuş, personel seçimi ve değerlendirmesinde yapay zekâ kullanımından bahsedilmiş, son olarak personel seçimi ve değerlendirmesinde yapay zekâ kullanımına ilişkin çalışmalar incelenmiştir.

2.1. Personel Seçimi ve Değerlendirmesi

Bir işletmenin geleceğini belirleyen en önemli kaynaklardan birisi de personeldir. Bu yüzden bir işletme için iyi değerlendirilmiş ve seçilmiş bir personel oldukça önem arz etmektedir. Personel seçimi ve değerlendirmesi boş pozisyonlar ya da yeni açılan pozisyonlar için başvuran personellerin değerlendirilmesi ve seçilmesidir. Personel seçimi ve değerlendirmesinde pozisyona en uygun adayın seçilmesi ile başarılı bir sonuç elde edilmektedir (Pelit ve Ak, 2018).

İşe alınan bir personel pozisyon için uygun nitelikleri sağlamıyorsa yanlış personel seçimi ve değerlendirilmesi yapılmış demektir. Yanlış seçilmiş bir personel işletmeleri maddi ve manevi zararlara uğratabilmektedir. Personel seçimi ve değerlendirilmesi işletmelerde genellikle insan kaynakları bölümlerinde bulunan personeller tarafından yapılmaktadır (Akın, 1998).

2.2. Personel Seçimi ve Değerlendirmesinin Amacı ve Önemi

Personel seçimi ve değerlendirmesinin en önemli amaçlarından bir tanesi çalışan ile iş arasındaki uyumu en yüksek düzeye çıkartmak ve yanlış değerlendirilerek seçilmiş bir personel ile işletmelere ağır bedeller ödetmekten kaçınmaktır (Tolan, 2006).

Personel seçimi ve değerlendirmesi sürecinde yapılan hataların sonraki süreçlerde düzeltilmesi oldukça güçleşmektedir. Yanlış seçilmiş personellerin işten çıkarılması gibi bir durum ortaya çıkabilmektedir. Personel seçimi ve değerlendirmesi sürecinde yapılan hatalar işletmelere zaman, para ve prestij kaybı olarak dönebilmektedir. Personel seçimi

ve değerlendirmesinin amaçlarından birisi de işletmenin zaman, para ve prestij kaybını en aza indirmektir (Atalay, 2007).

Personellerin işletmelerdeki yeri ve öneminin artmasının sonucunda personel seçimi ve değerlendirmesinin de önemi artmıştır. Personel bir işletmedeki işlerin yürütülebilmesi için gerekli olan ana kaynaklardan birisidir. İşletmenin başarısı ile doğru personel seçimi ve değerlendirmesi doğru orantılıdır. Hatalı personel seçimi işletmelere ve personellere ağır bedeller ödetebilmektedir. Hatalı seçilmiş bir personel işletmelere eğitim yükü getirmekte, verimliliği azaltmakta, iş kazalarına sebep olmakta, çalışan diğer personellerin iş yükünü arttırmakta ve işletmelerin para ve zaman kaybetmesine neden olmaktadır. Doğru seçilmiş bir personel ise işletmeye zaman, verimlilik, kar, kalite, rekabet avantajı ve iş dünyasında başarı sağlar. Bir işletmenin günümüz rekabet koşullarında ayakta kalabilmesi ve başarılı olup, yüksek kar elde edebilmesi için doğru seçilmiş personellere ihtiyacı vardır (Akın, 1998).

2.3. Personel Seçimi ve Değerlendirmesinde Yapay Zekâ Kullanımı

Yapay zekanın hızlı gelişimi ile son yıllarda insan kaynakları süreçlerinde de yapay zekâ teknikleri kullanılmaya başlanmıştır. İnsan kaynaklarının çalışma alanlarının en zor ve işletme başarısını etkileyen en önemli faaliyetlerinden birisi de personel seçimi ve değerlendirmesi sürecidir. Doğru adayın, doğru yerde, doğru zamanda, doğru şekilde bulunması bir işletme için oldukça önemlidir. Yapay zekâ tekniklerinin personel seçimi ve değerlendirmesi süreçlerinde kullanılması, işletmelerde karar süreçlerini hızlandırmakta ve doğru kararlar almaya yardımcı olmaktadır. Yapılan çalışmalarda insan kaynakları uzmanlarının zamanlarının yaklaşık %30'unu adayları belirlemek ve belirlenen adaylara mülakat yapmak ile harcadıkları görülmektedir. Yapay zekâ teknikleri bu süreçlerde pozisyona uygun adayları belirleyebilmekte ve potansiyel adayları seçebilmektedir (Bal vd., 2019). Ayrıca yapay zeka tekniklerinin personel seçimi ve değerlendirmesinde kullanımı insan kaynakları personellerinin olası ön yargısını ortadan kaldıracak ve adaletli bir personel seçim ve değerlendirmesi süreci sağlayabilecektir.

Yapay zekâ teknikleri personel seçim ve değerlendirme süreçleri için önemli bir araç haline gelmiştir. İlerleyen zamanlarda yapay zekanın personel seçim ve değerlendirme süreçlerinde daha fazla etkiye sahip olacağı tahmin edilmektedir. Yapay zekâ tekniklerinin personel seçimi ve değerlendirmesi süreçlerinde kullanılması ile zaman ve maliyet kazancı, verimlilik artışı, tarafsız işe alım, önyargıyı ortadan kaldırma, adayı daha iyi tanıma, iş yükünü azaltma, nitelikli çalışanların işe alınması, yeteneklerin doğru bir şekilde ortaya konulması gibi etkilere sahip olacağı tahmin edilmektedir (Kırılmaz vd., 2021).

2.4. Personel Seçimi ve Değerlendirmesinde Yapay Zekâ Kullanımı Çalışmaları

Yapay zekanın hızlı gelişimi ile son 20 yılda yapay zekâ ile ilgili çalışmalar artmıştır. Bu bölümde personel seçimi ve değerlendirmesinde yapay zekâ kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Son yıllarda insan kaynaklarında, personel seçimi ve değerlendirmesinde yapay zekâ kullanımının artış gösterdiği görülmektedir.

Huang vd. (2001) çalışmalarında üst düzey yöneticilerin, yönetici pozisyonu için potansiyel çalışanları seçmek için öğrenme ve hatırlama yeteneğine sahip bir yapay sinir ağı geliştirmişlerdir.

Huang vd. (2004) çalışmalarında işletmelerde yönetici atamalarının bulanık sinir ağı üzerinde tartışılması, yönetsel yeteneklerin değerlendirilmesine yönelik yeni bir modelin oluşturulması ve buna bağlı insan kaynağı seçimi için bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir.

Dereli vd. (2010) çalışmalarında personel seçimi ve değerlendirmesi probleminde PROMETHEE ve bulanık çıkarım tekniklerinden Mamdani yöntemini birleştirerek yeni bir çerçeve ortaya koymuşlardır.

Afshari vd. (2014) çalışmalarında personel seçimi problemini kapsamlı bir şekilde incelemişlerdir. Personel seçimi probleminde bulanık karar verme yöntemlerini önermişlerdir.

Konaçoğlu (2017) alışmasında personel seçimi problemini ele almış ve problemin çözülebilmesi amacıyla bir bulanık mantık modeli önerisinde bulunmuştur.

Geetha ve Reddy (2018) alışmalarında yapay zekâ ile işe alım süreçlerinin birleşiminin nasıl olabileceğini incelemişlerdir. Bir endüstri, bir işyeri ya da bir firmanın rekabet ortamlarında ayakta kalabilmelerinin yegâne şartının kaliteli personel olduğunu ve yapay zekanın işe alım süreçlerinde önemli bir rol oynadığını ileri sürmüşlerdir. İşe alım süreçlerinde tek başına yapay zekâ kullanımından ziyade insan ve yapay zekânın beraber kullanımının daha iyi sonuçlar verebileceğini belirtmişlerdir.

Upadhyay ve Khandelwal (2018) alışmalarında işe alım süreçlerinde yapay zekâ kullanımını ve pratik sonuçlarını incelemişlerdir. Yapay zekanın işe alım sürecinde tarafsız olacağını ve tüm adaylara eşit ağırlık vererek adil bir seçim yapabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca yapay zekanın sıkıcı ve tekrarlayan görevler ile ilgilenmesiyle işe alım görevlilerinin yaratıcı olma ve stratejik konulara odaklanmak için daha çok zamanları olabileceğini vurgulamışlardır.

Gündoğmuş vd. (2019) alışmalarında yapay zekanın insan kaynaklarında önemli bir rol oynayabileceğini ortaya koymuşlardır. Fakat yapay zekanın insan kaynaklarındaki geleceği ile çalışanlarda yapay zekanın onları işsiz bırakma endişesi ortaya çıkarabileceğini vurgulamışlardır. Dolayısıyla yapay zekanın insan kaynakları uygulamalarındaki ihtiyaç ve beklentilerinin yanında endişeyi de göz önünde bulundurarak konumlandırılması gerektiğini savunmuşlardır.

Gr vd. (2019) alışmalarının temel amacı, yapay zekanın insan kaynakları yönetimindeki rolünü incelemektir. Yapay zekâ tabanlı insan kaynakları uygulamalarının çalışan verimliği konusunda güçlü bir potansiyel taşıdıklarını ileri sürmüşlerdir. Fakat yapay zekâ uygulamalarının henüz tam potansiyeline ulaşmadığını ve yapay zekâ teknolojisinin sahip olamadığı en önemli özelliklerin empati ve insan etkileşimi eksikliği olduğunu belirtmişlerdir.

Bal vd. (2019) çalışmalarında yapay zekanın insan kaynaklarında ve işe alım süreçlerinde kullanılmasının karar vericinin işlerini kolaylaştırdığı ve doğru karar verebilmesine yardım ettiğini belirtmişlerdir. Nihai kararı insan verse bile yapay zekanın uygun adayların kriterlerini saptamakta olduğunu ve o iş için en uygun adayın seçimi için karar vericiye yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Nawaz (2019) çalışmasında Hindistan'daki seçilmiş yazılım şirketlerinde işe alım sürecinde insan katılımını değiştiren yapay zekâ kullanımını incelemiştir. Çalışmada yapay zekanın işe alım süreçlerinde insanın yerini almasının olumlu etki oluşturacağını ortaya koymuştur.

Eroğlu (2019) çalışmasında yapay sinir ağları ile makine öğrenme teknolojilerini kullanarak belli bir projede çalışabilecek yazılım uzmanını seçebilecek bir algoritma geliştirmiştir.

Karaboğa (2020) çalışmasında işletmelerin işe alım süreçlerinde yapay zekâ kullanımını araştırmıştır. Araştırmalarının sonucunda işe alım süreçlerinde henüz yapay zekanın tam olarak kullanılmadığını görmüş ve yapay zekayı kullanan işletmelerin ise yardımcı unsur olarak kullandığını belirtmiştir. Ancak çalışma kapsamında işe alım sorumluları ve yöneticiler ilerde yapay zekanın işe alım süreçlerinde daha fazla kullanılacağını öngörmüşlerdir.

Bhardway vd. (2020) çalışmalarında yapay zekâ ve insan kaynakları işlevleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada yapay zekanın insan kaynakları operasyonlarında yenilik ve kolaylık sağlayacağı hipotezi çoklu regresyon ile doğrulanmıştır.

Krichevsky ve Martynova (2020) çalışmalarında bir şirketin bilgisayar alt bölümüne personel seçimi yapabilmek amacıyla bulanık mantık tekniği kullanmışlardır.

Kırılmaz ve Ateş (2021) çalışmalarında işe alım süreçlerinde yapay zekanın tamamen insanın yaptığı işleri yapmak yerine onlara yardımcı olması ile başarı elde edilebileceğini vurgulamışlardır. Ayrıca işe alım süreçlerinde yapay zekâ kullanıldığında işe alım uzmanlarının önyargılı davranışlarının önüne geçilebileceğini belirtmişlerdir.

Rezzani vd. (2021) çalışmalarında işe alım ve personel seçimi için yapay zekâ kullanımını incelemişlerdir. Yapay zekâ ile işe alım ve personel seçimi sürecinin işletmelerde değişiklikler ile başa çıkma, maliyet, zaman kazancı ve talep-arz dengesini sağlamada önemli bir rol oynayabileceğini belirtmişlerdir. İşe alım süreçlerinde yapay zekâ kullanımının daha anlamlı aday ve işlere yoğunlaşmak için daha iyi olabileceği fakat bir yapay zekâ uygulamasının tamamıyla bir insan gibi düşünemeyeceği için bazı noktalarda eksik kalacağını belirtmişlerdir.

Achhab ve Temsamani (2021) çalışmalarında yapay zekanın insan kaynaklarına uygulanmasını incelemişlerdir. Personel seçimi için yapay zekâ kullanımının hem aday hem de şirket için zaman ve maliyeti azaltacağını, işe alım konusunda yeni teknoloji kullanımı sonucunda özgeçmiş incelemesine daha az zaman kullanarak, potansiyel adayların seçiminde zamanın daha etkin kullanılmasına yol açacağını ileri sürmüşlerdir.

Ereken (2021) çalışmasında doğru adaya ulaşabilmek için başvuru formlarını makine öğrenme algoritmaları ile değerlendirerek ön eleme yapabilen bir uygulama geliştirmiştir. Çalışmada programlama dili olarak Python kullanılmıştır.

Qamar vd. (2021) çalışmalarında insan kaynakları yönetimi alanındaki yapay zekâ uygulamalarına ilişkin akademik literatürü sistematik olarak incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda bu alan ile ilgili yeterli kaynak olmadığını belirtmişlerdir. Fakat son yıllarda yapay zekanın insan kaynaklarında kullanımındaki artışı ile bu konuya ilginin artabileceğini belirtmişlerdir.

Evseeva vd. (2021) çalışmalarında insan kaynaklarında yapay zekâ kullanımının incelenmesini amaçlamışlardır. Çalışmalarında insan kaynakları yönetim işlevleri olan işe alma, değerlendirme, eğitim ve geliştirme, yetenek yönetimi ve maaş sisteminin yapay zekâ teknolojileri ile kullanımını incelemişlerdir.

Votto vd. (2021) çalışmalarında insan kaynakları yönetiminde yapay zekâ kullanımı ile ilgili sistematik bir literatür incelemesi yapmışlardır.

Hemalata vd. (2021) çalışmalarının ana amacı yapay zekanın insan kaynakları üzerindeki etkisini araştırabilmek, ikinci amaçları ise daha özel olarak kuruluşlarda işe alım ve seçim üzerindeki etkisini analiz etmektir. Çalışmanın sonucunda yapay zekâ teknolojilerinin yeteneklerin ortaya konulması, zaman ve maliyet tasarrufu, doğruluk, ön yargıyı ortadan kaldırma, iş yükünü azaltma, artan verimlilik gibi olumlu sonuçları olabileceğini ortaya koymuşlardır.

Tiwari vd. (2021) çalışmalarında yapay zekâ ile insan kaynaklarının ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında insan kaynakları fonksiyonu olan işe alma ve seçim, eğitim ve geliştirme, performans yönetimi, rekabet ortamlarında çalışanı elde tutmada yapay zekanın kullanımını incelemişler ve yapay zekanın tekrarlayan işleri ikame edebileceğini ve yüksek performans gösterebileceğini belirtmişlerdir.

Kambur (2022) çalışmasında yapay zekanın insan kaynakları yönetiminde kullanımı ile ilgili yazılmış Türkçe makaleler üzerinde bir araştırma yapmıştır. Yapay zekanın insan kaynakları yöneticilerine yardımcı olabileceğini ve rutin işler yapmakta kolaylık sağlayabileceğini belirtmiştir. Ayrıca yapay zekanın insan kaynakları alanında az kullanıldığını fakat gelecekte daha fazla kullanılabileceğini belirtmiştir.

Gawas (2022) çalışmasında yapay zekanın insan kaynakları yönetimine uygulanmasını incelemiştir. Yapay zekanın daha iyi kararlar alma konusunda insan kaynakları personellerine yardımcı olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca yapay zeka tekniklerinin kullanımının işletmeler için uygun maliyetli olabileceğini belirtmiştir.

Gayatri ve Babu (2022) çalışmalarında insan kaynakları yönetiminde yapay zeka kullanımının başarılarını incelemişlerdir. Yapay zekanın insan kaynaklarının çeşitli rollerinde kullanımının mevcut ve anlamlı olduğunu belirtmişlerdir. İşe alım süreçlerinde yapay zeka kullanımı sonucunda sürecin iyileştirildiğini ve bireylerin daha iyi performans gösterdiğini belirtmişlerdir.

Alzyoud ve Ali (2022) çalışmalarında yeşil insan kaynakları yönetimini sürdürebilmek için insan kaynaklarında yapay zeka kullanımı ile ilgili literatür taraması yapmışlardır. Yapay zekanın işe alma, personelleri eğitim ve geliştirme yöntemlerini dönüştürerek insan kaynakları alanında önemli katkılar sağlayabileceğini, yeşil insan kaynakları yönetimi için bir an önce yapay zeka kullanımına geçilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Toprak vd. (2022) çalışmalarında insan kaynakları yönetiminde yapay zeka kullanımını incelemişlerdir. Yapay zekanın insan kaynaklarında kullanımı sonucunda iş süreçlerinin hızlanabileceğini ve insan kaynaklı hataların ortadan kaldırabileceğini belirtmişlerdir. Ancak insan kaynaklarında yapay zeka kullanımı sonucunda insanların işlerinin elinden alınması gibi endişelere kapılabileceklerini belirtmişlerdir.

Amuthan ve Arumugam (2022) çalışmalarında Hindistan hırdavat endüstrisinin istihdamında yapay zeka temelli işe alım sürecini incelemişlerdir. Çalışmalarındaki amaçları yapay zekanın işe alım süreçlerinde insan katılımının yerini alıp alamayacağını incelemektir. Çalışma sonucunda yapay zekanın işe alım süreçlerinde kullanımının uygun olabileceğini belirtmişlerdir.

Rodgers vd. (2023) çalışmalarında yapay zeka teknolojisinin insan kaynaklarında kullanımını incelemişlerdir. İşletmelerin insan kaynaklarında yapay zeka teknolojisindeki gelecek çalışmalara ayak uyduramaması durumunda çalışanları işletmeye çekme ve işe alma konusunda etkin bir şekilde rekabet edemeyeceğini belirtmişlerdir.

Chowdhury vd. (2023) çalışmalarında yapay zekanın insan kaynaklarında kullanımı ile ilgili literatürü sistematik olarak incelemişlerdir. İnsan kaynakları ile ilgili mevcut çalışmaları, yapay zeka uygulamalarını, yapay zekanın insan kaynaklarında kullanımının beklenen faydalarını ve bu durumun insan gücü ve kuruluşlar üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yapay zekanın şeffaflığının ve güveninin çalışanların üretkenliğini arttıracığını belirtmişlerdir.

Murugesan vd. (2023) çalışmalarında yapay zekanın insan kaynaklarında kullanımını incelemişlerdir. Yapay zekanın insan kaynaklarında kullanımının insan kaynakları bölümüne ve insan kaynakları çalışanlarına çok sayıda fayda sağlayacağını belirtmişlerdir. İşe alım süreçlerinde yapay zeka kullanımının yeni bir durum olduğunu, fakat yapay zekanın insan kaynaklarında kullanımı sonucunda personellerin işlerini kaybetme riskleri olabileceğini ve yapay zeka ile ilgili güven sorunları olabileceğini de belirtmişlerdir.

Personel seçim, değerlendirme ve insan kaynakları yönetiminde yapay zekâ kullanımı ile ilgili literatürde yapılan çalışmaların konuları Çizelge 2.1’de verilmiştir. Ayrıca personel seçimi ve değerlendirmesinde yapay zekâ kullanımı ve diğer yöntemler ile ilgili literatürde yapılan çalışmalarda hangi teknikler kullanıldığı Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Personel seçim, değerlendirmesi ve insan kaynakları yönetiminde yapay zekâ kullanımı ile ilgili literatürde yapılan çalışmaların konuları

Çalışmanın Yazarı/Yılı	Çalışmanın Konusu	
	Personel Seçimi ve Değerlendirmesi	İnsan Kaynakları Yönetimi
Huang vd. (2001)	✓	
Huang vd. (2004)	✓	
Dereli vd. (2010)	✓	
Afshari vd. (2014)	✓	
Konaçoğlu (2017)	✓	
Geetha ve Reddy (2018)	✓	
Upadhyay ve Khandelwal (2018)	✓	
Gündoğmuş vd. (2019)		✓
Gür vd. (2019)		✓
Bal vd. (2019)	✓	✓
Nawaz (2019)	✓	
Eroğlu (2019)	✓	
Karaboğa (2020)	✓	
Bhardway vd. (2020)		✓
Krichevsky ve Martynova (2020)	✓	
Kırılmaz ve Ateş (2021)	✓	
Rezzani vd. (2021)	✓	
Achchab ve Tamsamani (2021)	✓	✓
Ereken (2021)	✓	
Qamar vd. (2021)		✓
Evseeva vd. (2021)	✓	✓
Votto vd. (2021)		✓
Hemalata vd. (2021)		✓
Tiwari vd. (2021)	✓	✓
Kambur (2022)		✓
Gawas (2022)		✓
Gayatri ve Babu (2022)	✓	✓
Alzyoud ve Ali (2022)	✓	✓
Toprak vd. (2022)		✓
Amuthan ve Arumugam (2022)	✓	
Rodgers vd. (2023)		✓
Chowdhury vd. (2023)		✓
Murugesan vd. (2023)		✓

Çizelge 2.2. Personel seçimi ve değerlendirmesinde yapay zeka kullanımı ve diğer yöntemler ile ilgili çalışmalarda kullanılan teknikler

Çalışmanın Yazarı/Yılı	Çalışmada Kullanılan Teknik					
	Yapay Sinir Ağları	Bulanık Yapay Sinir Ağları	Makine Öğrenmesi	Bulanık Mantık	Nitel Araştırma Metodu	Çoklu Regresyon/ Anket
Huang vd. (2001)	✓					
Huang vd. (2004)		✓				
Dereli vd. (2010)				✓		
Afshari vd. (2014)				✓		
Konaçoğlu (2017)				✓		
Geetha ve Reddy (2018)					✓	
Upadhyay ve Khandelwal (2018)					✓	
Gündoğmuş vd. (2019)					✓	
Gür vd. (2019)					✓	
Bal vd. (2019)					✓	
Nawaz (2019)						✓
Eroğlu (2019)	✓					
Karaboğa (2020)					✓	
Bhardway vd. (2020)						✓
Krichevsky ve Martynova (2020)				✓		
Kırılmaz ve Ateş (2021)					✓	
Rezzani vd. (2021)					✓	
Achchab ve Tamsamani (2021)					✓	
Ereken (2021)			✓			
Qamar vd. (2021)					✓	
Evseeva vd. (2021)					✓	
Votto vd. (2021)					✓	
Hemalata vd. (2021)					✓	
Tiwari vd. (2021)					✓	
Kambur (2022)					✓	
Gawas (2022)					✓	
Gayatri ve Babu (2022)						✓
Alzyoud ve Ali (2022)					✓	
Toprak vd. (2022)					✓	
Amuthan ve Arumugam (2022)						✓
Rodgers vd. (2023)					✓	
Chowdhury vd. (2023)					✓	
Murugesan vd. (2023)					✓	

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Personel seçimi ve değerlendirmesi için yapay zekâ tekniklerinden yapay sinir ağları ve bulanık mantık tekniklerinden yararlanılmıştır. Bu bölümde yapay sinir ağları ve bulanık mantık tekniği hakkında bilgi verilmiştir.

3.1. Yapay Zekâ

Yapay zekâ, insan zekasını ve davranışlarını taklit edebilme, görüntü ve dil işleme ve karar alabilme gibi işlemleri yerine getirebilen bilgisayar sistemleridir. Yapay zekâ günümüzde tarım, sağlık, savunma sanayi, otomotiv, medya, telekomünikasyon ve finans gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Yapay zekâ içerisinde birçok farklı teknik barındırmaktadır. Yapay zekânın bazı teknikleri aşağıdaki gibidir:

- Yapay Sinir Ağları
- Bulanık Mantık
- Genetik Algoritma
- Uzman Sistemler
- Derin Öğrenme

3.2. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları canlıların sinir sisteminden ilham alınarak geliştirilmiştir. Yapay sinir ağlarının ana amacı insan beynini taklit edebilmektir. Yapay sinir ağları öğrenme, genelleme, sınıflandırma, ilişkilendirme, hatırlama, yeni bilgiler üretme ve insan gibi geçmişteki olay ve durumlardan çıkarımlar yapabilme gibi yeteneklere sahiptirler. Yapay sinir ağları zor ve karmaşık problemleri hızlı bir şekilde çözebilme özelliğine sahip olduklarından dolayı günümüzdeki birçok probleme çözüm sağlayabilme yeteneğine sahiptirler. Dolayısıyla bugün yapay sinir ağları mühendislik biliminden tıp bilimine kadar birçok alanda kullanılabilmektedir (Öztemel, 2003).

3.2.1. Bir yapay sinir hücresinin yapı taşları

Yapay sinir ağları birden fazla yapay sinir hücresinden oluşmaktadırlar. Bir yapay sinir hücresi beş temel elemandan oluşmaktadır. Bu elemanlar girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve hücrenin çıktısından oluşmaktadır. Yapay sinir hücresinin elemanlarının özellikleri aşağıda açıklanmaktadır:

- **Girdiler:** Girdiler dışarıdan aldıkları bilgileri yapay sinir hücresine getirmek ile görevlilerdir. Bilgiler bir önceki yapay sinir hücresinden, yapay sinir hücresinin kendisinden ya da dışarıdan sağlanmaktadır. Bir yapay sinir hücresi dışarıdan gelişigüzel bilgi alabilmektedir (Elmas, 2021).
- **Ağırlıklar:** Ağırlıklar, yapay sinir hücresi girdilerinin sinir hücresindeki etkilerini belirleyen katsayılarıdır. Katsayı değerinin büyüklüğü önem ile doğru orantılıdır. Büyük olması o yapay sinir hücresinde önemli olmasına, küçük olması yapay sinir hücresi için önemsiz olmasına delil teşkil etmektedir. Bir girdinin ağırlığının sıfır olması demek ise herhangi bir etki olmadığını göstermektedir (Elmas, 2021).
- **Toplama Fonksiyonu:** Hücreye gelen girdilerin ağırlıklar ile çarpılması ile net girdi hesaplanır. Toplama fonksiyonunun toplam, çarpım, maksimum, minimum, çoğunluk ve kümülatif toplam gibi çeşitleri bulunmaktadır. Bir problem için hangi toplama fonksiyonunu iyi olduğunu bulabilmek için belirli bir fonksiyon yoktur. Genellikle problem için en iyi toplama fonksiyonu deneme yanılma yöntemi ile bulunabilmektedir (Öztemel, 2003).
- **Aktivasyon Fonksiyonu:** Bu fonksiyon hücreye gelen net girdiyi işleyerek hücrenin bu girdiye karşı çıktı üretmesine yardımcı olur. Yapay sinir hücresinin üreteceği çıktıyı belirleyen faktörlerden birisi de aktivasyon fonksiyonudur. Toplama fonksiyonunun sonuçları aktivasyon fonksiyonu vasıtası ile çıktıya dönüştürülür. Aktivasyon fonksiyonunun doğrusal fonksiyon, basamak fonksiyonu, sigmoid fonksiyon, hiperbolik tanjant fonksiyonu, eşik değer fonksiyonu ve sinüs fonksiyonu gibi çeşitleri vardır. Problem için en uygun aktivasyon fonksiyonu tıpkı toplama fonksiyonunda olduğu gibi deneme yanılma yöntemi ile belirlenir. Aktivasyon fonksiyonunu belirlemek için herhangi bir formül bulunmamaktadır. Aktivasyon fonksiyonlarından en sık kullanılan

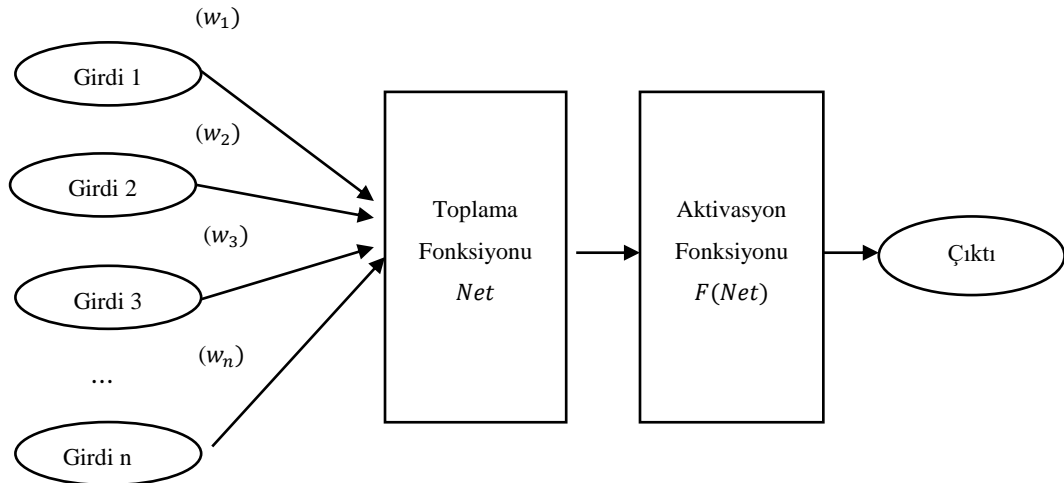
fonksiyonlar sigmoid ve hiperbolik tanjant fonksiyonudur. En sık kullanılan aktivasyon fonksiyonları Çizelge 3.1’de açıklanmıştır (Hamzaçebi, 2021).

Çizelge 3.1. En sık kullanılan aktivasyon fonksiyonları ve özellikleri

Aktivasyon Fonksiyonu	Formülü	Açıklaması
Sigmoid Fonksiyonu	$F(Net) = \frac{1}{1 + e^{-Net}}$	Sigmoid aktivasyon fonksiyonu sürekli ve türevi alınabilir bir fonksiyondur. Bu fonksiyonda girdi değerlerinin her biri 0 ile 1 arasında bir değer üretir.
Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu	$F(Net) = \frac{e^{Net} + e^{-Net}}{e^{Net} - e^{-Net}}$	Gelen net girdi değerinin tanjant fonksiyonundan geçirilmesi ile bulunur. Hiperbolik tanjant fonksiyonunun çıkış değerleri -1 ile 1 arasında değişmektedir.

- Hücrenin Çıktısı: Aktivasyon fonksiyonu sonucundan elde edilen çıktı değeridir. Üretilen çıktı dış dünyaya ya da başka bir hücreye gönderilir. Bazen hücre kendi çıktısını girdi olarak kullanabilir (Öztemel, 2003).

Bir yapay sinir hücresinin genel yapısı Şekil 3.1’de verilmiştir.



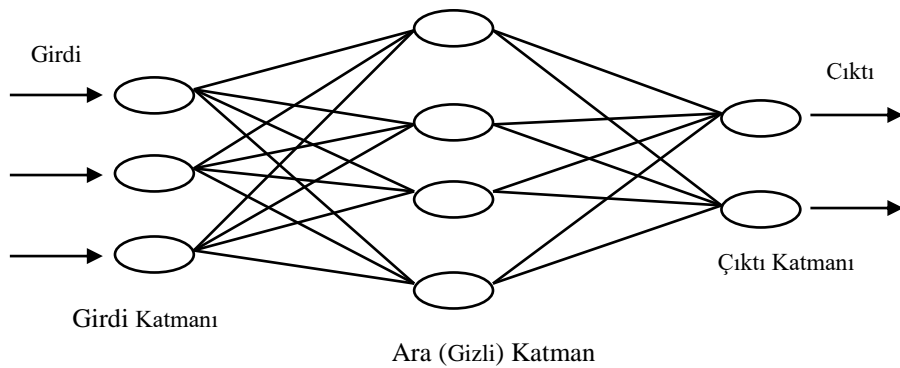
Şekil 3.1. Bir yapay sinir hücresinin genel yapısı

3.2.2. Yapay sinir ağının yapısı

Yapay sinir ağları yapay sinir hücrelerinin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Sinir hücreleri belirli bir düzen içerisinde bir araya gelirler. Sinir hücreleri 3 katman halinde paralel olarak sıralanarak bir yapay sinir ağını oluştururlar. Yapay sinir ağları 3 katmandan oluşmaktadır. Bu katmanlar sırasıyla girdi katmanı, ara (gizli) katman ve çıktı katmanıdır (Öztemel, 2003). Katmanlar ve özellikleri aşağıda açıklanmıştır (Elmas, 2021):

- Girdi katmanı: Sisteme gelen girdiler bu katmandan alınmaktadır. Alınan girdiler ara katmanlara buradan iletilmektedirler.
- Ara (gizli) katman: Girdi katmanından gelen girdiler bu katmanlarda işlenmektedirler. İşlenen girdiler çıktı katmanlarına iletilirler. Öğrenme işlemi bu katmanda gerçekleşmektedir. Bir yapay sinir ağında birden fazla ara katman bulunabilmektedir.
- Çıktı katmanı: Sisteme gelen girdilere göre öğrenilmesi istenilen çıktı değerleri burada yer almaktadır. Sistemin çıktıları bu katmandan alınmaktadır. Sistem çıktıları bu katmandan dış dünyaya gönderilmektedir.

Bir yapay sinir ağının genel yapısı Şekil 3.2' de verilmiştir.



Şekil 3.2. Bir yapay sinir ağının genel yapısı

3.2.3. Yapay sinir ağı modelleri

Bir yapay sinir ağında, ağın topolojisi, kullanılan toplama fonksiyonu, kullanılan aktivasyon fonksiyonu, kullanılan öğrenme kuralı ve kullanılan öğrenme stratejileri dikkate alınarak farklı yapay sinir ağı modelleri geliştirilmiştir (Öztemel, 2003). Bazı yapay sinir ağı modelleri aşağıda açıklanmıştır:

- Tek katmanlı algılayıcılar: Bu tür yapay sinir ağı modelleri sadece girdi ve çıktı katmanlarından oluşmaktadır. Her yapay sinir ağına bir ya da daha fazla girdi ve çıktısı bulunmaktadır. Çıktılar, girdiler ile bağlantılıdır. Her bağlantının kendine özgü bir ağırlığı bulunmaktadır. Bu yapay sinir ağı modellerinde ağı çıktısı değerinin sıfır olmasını önleyen eşik değeri bulunmaktadır. Eşik değeri girdi daima bir olarak atanmaktadır (Eşidir, 2021).
- Çok katmanlı algılayıcılar: Doğrusal olmayan problemlerin çözümü tek katmanlı algılayıcı modelleri ile mümkün olmamaktadır. Doğrusal olmayan problemlerde öğrenme gerçekleştirebilmek için daha gelişmiş modellere ihtiyaç duyulmaktadır. Çok katmanlı algılayıcılar doğrusal olmayan problemlerin çözümünde kullanılabilir. Çok katmanlı algılayıcılar girdi katmanı, ara (gizli) katman ya da katmanlar ve çıktı katmanından oluşmaktadır. Çok katmanlı algılayıcılarda bilgiler girdi katmanı aracılığı ile ağına sokulur, ara katmanlarda işlenerek çıktı katmanına gider ve çıktı katmanından ağına cevabı dış ortama verilir (Öztemel, 2003).
- İleri beslemeli yapay sinir ağı: İleri beslemeli yapay sinir ağlarında veriler ileriye doğru yani girdi katmanından çıktı katmanına doğru akmaktadır. İleri beslemeli yapay sinir ağı genellikle girdi katmanı, ara katman ya da katmanlardan ve çıktı katmanından oluşmaktadır. Bu ağlarda girdi katmanından ağırlıklandırılarak gelen girdiler probleme en uygun aktivasyon fonksiyonu ile işlenerek bir sonraki katmana gönderilir ya da doğrudan çıktı katmanına gönderilir (Aydemir, 2019).
- Geri beslemeli yapay sinir ağı: Geri beslemeli ağılar veri akışının ileri ve geri doğru yapıldığı yapay sinir ağlarıdır. Bu yapılarda isimden de anlaşılacağı gibi en azından bir tane geri besleme işlemi bulunmaktadır. Bu yapay sinir ağı, bir tampon vasıtası ile çıktıdan alınan geri besleme sinyalini ara katmana ve girdi

katmanına gönderirler. Geri besleme ağın daha iyi sonuçlar vermesine yardımcı olmaktadır (Aydemir, 2019).

3.2.4. Yapay sinir ağları öğrenme stratejileri

Yapay sinir ağlarının en temel özelliklerinden birisi de öğrenmedir. Yapay sinir ağlarının farklı öğrenme stratejileri mevcuttur. Bunlar denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme, takviyeli öğrenme ve karma stratejidir. Öğrenme stratejileri aşağıda açıklanmıştır (Hamzeçebi, 2021):

- Denetimli öğrenme: Denetimli öğrenme stratejisinde yapay sinir ağına girdiler ve çıktılar birlikte verilmektedir. Yapay sinir ağı verilen girdileri işleyerek çıktı değerleri üretmektedir. Üretilen çıktı değeri, gerçek çıktı değeri ile karşılaştırılmaktadır. Ortaya çıkan fark öğrenmendeki hata değerini ortaya çıkartmaktadır. Hata değerinin kabul edilir seviyeye ulaşması için girdilerin ağrılıklarında değişiklikler yapılmaktadır. Hata değeri kabul edilebilir seviyeye gelinceye kadar girdilerin ağrılıklarında güncelleme işlemi yapılır. Boltzmann, geri yayılım ağı ve algılayıcı en sık kullanılanlarıdır.
- Denetimsiz öğrenme: Denetimsiz öğrenme stratejisinde yapay sinir ağına girdi değerleri verilirken çıktı değerleri verilmemektedir. Danışmansız öğrenme stratejisinde öğrenmeye yardımcı veriler yoktur. Yapay sinir ağının kendi kendine öğrenmesi ve verilen girdi değerine uygun çıktı değeri üretmesi beklenilmektedir. Adaptif Rezonans Teorisi (ART), Kohonen Ağı ve Hopfield ağı en sık kullanılanlarıdır.
- Takviyeli öğrenme: Takviyeli öğrenme stratejisi denetimli öğrenme stratejisine benzerlik göstermektedir. Bu yapay sinir ağında sisteme verilen bilgilerin karşılığında yapay sinir ağının bir çıktı üretmesi beklenmektedir. Üretilen çıktının doğruluğunu ölçen bir sistem mevcuttur. Böylelikle yapay sinir ağı öğrenme işlevini devam ettirebilmektedir.
- Karma Strateji: Birden fazla öğrenme stratejisinin bir arada kullanılması ile oluşturulmuş stratejilerdir.

3.2.5. Yapay sinir ağırları öğrenme kuralları

Yapay sinir ağlarında sıklıkla kullanılan ve önemli öğrenme kuralları Hebb kuralı, Hopfield kuralı, Delta kuralı ve Kohonen kuralıdır. Öğrenme kuralları aşağıda açıklanmıştır (Elmas, 2021):

- Hebb kuralı: İlk ve en basit öğrenme kuralıdır. Donald Hebb tarafından 1949 yılında ortaya çıkartılmıştır. Hebb öğrenmesinde temel kural şu şekildedir: “Eğer birbirine bağlı iki sinirin her ikisi de etkin ise (matematiksel olarak aynı işarete sahipse), sinirler arasındaki ağırlıklar artırılır”.
- Hopfield kuralı: Hebb kuralına benzer bir kuraldır ve temelini de Hebb kuralından almaktadır. Bu kuralda bağlantı ağırlıklarına yapılacak sayısal atamalar belirlenmektedir. Eğer istenilen girdi ve çıktı değerleri aynı matematiksel işarete sahip ise bağlantı ağırlıkları, öğrenme katsayısı oranında artırılır. Aksi takdirde yani istenilen girdi ve çıktı değerleri farklı işaretlere sahip ise bağlantı ağırlıkları, öğrenme katsayısı oranında azaltılır. Öğrenme katsayısı 0 ile 1 arasında yer alan pozitif bir değerdir.
- Delta kuralı: Widrow ve Hoff tarafından ortaya çıkartılmıştır. En sık kullanılan kurallardan bir tanesidir. Bu kural için Hebb kuralının geliştirilmiş hali denilebilir. Bu kuralın temeli yapay sinir hücresinin gerçek çıktı değeri ile tahmini çıktı değerinin farkının azaltılması amacı ile işlemci elemanlarının ağırlıklarının sürekli değiştirilmesi prensibine dayanmaktadır.
- Kohonen kuralı: Tevvo Kohonen tarafından 1982 yılında ortaya atılmıştır. Bu kuralda biyolojik öğrenme sistemlerinden esinlenilmiştir. Bu kuralın temelinde yapay sinir hücreleri öğrenmek için yarışmaktadırlar. Gerçek çıktıya en yakın sonucu üreten yapay sinir hücresi kazanan ilan edilmektedir ve komşuları ile bağlantılarının güçlendirilmesi gerekmektedir.

3.3. Bulanık Mantık

Bulanık mantık en sık kullanılan yapay zeka tekniklerinden birisidir. 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından ilk defa ortaya çıkartılmıştır. Lotfi A. Zadeh, insan düşüncelerinin çoğunluğunun kesin olmadığını, bulanık olduğunu belirtmiştir. İki seviyeli olan klasik mantık sisteminin insan düşüncelerini belirtmekte yetersiz kaldığını ifade etmiştir (Başkaya, 2011). Klasik mantıkta bilgi kesin dilsel ifadeler ile ifade edilmektedir. Klasik mantıkta bilgi “açık”, “kapalı” gibi iki seviyeli olarak ifade edilir. Klasik mantıkta kısmi doğrular yoktur. Bulanık mantıkta ise bilgi “az açık”, “açık”, “az kapalı”, “kapalı”, gibi çok seviyeli olarak ifade edilmektedir. Bulanık mantık kesin değerlere dayanan düşünme yerine kısmi düşünme temeline dayanmaktadır (Elmas, 2021). Bulanık mantıkta her şey 0 ile 1 aralığında değişen üyelik dereceleri ile gösterilmektedir. Bulanık mantık günlük hayatta kullandığımız dilsel ifadeler üyelik dereceleri atayarak olayların hangi oranlarda meydana geldiğini belirleyebilmektedir. Üyelik dereceleri, üyelik fonksiyonları ile belirlenmektedir (Rençber, 2018). Bulanık mantık, matematiksel modeli zor olan problemlerin çözümü için oldukça uygundur. Ayrıca bulanık mantık eksik bilinen bilgi veya tam olarak bilinmeyen bilgilere sahip olma gibi durumlarda da işlem yapabilmektedir (Başkaya, 2011).

3.3.1. Üyelik fonksiyonu

Bir elamanın bir kümeyle ait olma derecesi üyelik fonksiyonları ile belirlenmektedir. Bir değişkenin üyelik fonksiyonlarından aldığı değerler üyelik derecesi olarak adlandırılmaktadır. Bir kümeyle ait olma derecesi 0 ile 1 arasında değerler alabilmektedir. Sisteme tanımlanan her değişken için bir üyelik fonksiyonu tanımlanması gerekmektedir (Başkaya, 2011). Üyelik fonksiyonu sayısı ve çeşitleri kurulan sisteme ve sistemi kuran kişinin tercihinine bağlıdır. Üyelik fonksiyonlarının yanlış seçimi bulanık mantık sistemleri için problem olabilmektedir (Rençber, 2018). Üyelik fonksiyonları oluşturulurken uzman kişilerin deneyimlerden faydalanılabileceği gibi yapay sinir ağları, genetik algoritmalar gibi yöntemler kullanılarak da oluşturulabilmektedir.

Bulanık mantıkta sıklıkla kullanılan üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibidir (Rençber, 2018):

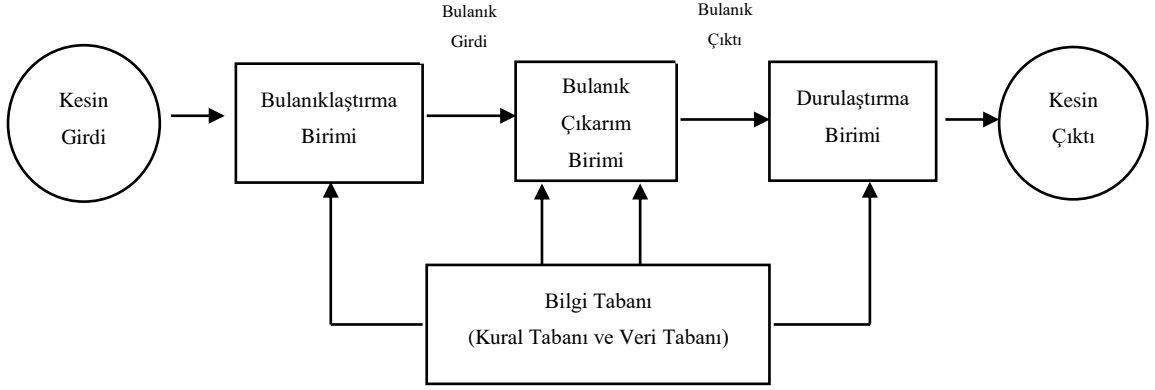
- Üçgen üyelik fonksiyonu
- Yamuk üyelik fonksiyonu
- Gaussian üyelik fonksiyonu
- Çan şekilli üyelik fonksiyonu

3.3.2. Bulanık çıkarım sistemi

Bulanık çıkarım sistemi bulanık mantığın kullanıldığı ilk alanlardan birisidir. Bir bulanık çıkarım sisteminde öncelikle sistem için belirlenen değişkenler (girdi ve çıktılar) için dilsel ifadeler, aralık değerleri ve üyelik fonksiyonları belirlenerek değişkenler bulanıklaştırılır. Ardından bulanık çıkarım sistemi için kurallar ve bir bulanık çıkarım yöntemi belirlenmesi ile bulanık çıkarım yapılır. Son olarak oluşturulan bulanık çıktı seçilen durulaştırma yöntemi ile durulaştırılır ve durulaştırma sonucunda kullanılacak gerçek bir çıktı değerine dönüştürülür. Basit bir bulanık çıkarım sistemi temel adımları aşağıdaki gibidir (Ross, 2004):

1. Bulanık çıkarım sisteminin değişkenlerinin (girdi ve çıktılarının) belirlenmesi
2. Bulanıklaştırma
3. Bulanık çıkarım sistemi kurallarının belirlenmesi
4. Bulanık çıkarım yönteminin belirlenmesi ve bulanık çıkarım yapılması
5. Net bir çıktı oluşturmak için durulama işlemi yapılması
6. Gerçek çıktı değerleri ve bulanık mantık modeli çıktı değerlerinin karşılaştırılması.

Bulanık çıkarım sistemi Şekil 3.3'te modellenmiştir.



Şekil 3.3. Bulanık çıkarım sistemi modeli

Bir bulanık çıkarım sisteminin temel adımları aşağıda açıklanmıştır:

1. Bulanık çıkarım sisteminin değişkenlerinin (girdi ve çıktılarının) belirlenmesi:
Bir bulanık çıkarım sistemi tasarımı için öncelikle sistem değişkenlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Sistem için gerekli olan değişkenler bir uzman tarafından belirlenmelidir (Lee, 2005).
2. Bulanıklaştırma:
Bulanıklaştırma bir bulanık çıkarım sisteminin ilk adımındır. Bulanıklaştırma işleminde dikkate alınması gereken, değişkenler için dilsel ifadelerin belirlenmesi, aralık değerlerinin belirlenmesi ve üyelik fonksiyonlarının seçimi gibi üç ana konu bulunmaktadır (Lee, 2005).
3. Bulanık çıkarım sistemi kurallarının belirlenmesi:
Bulanıklaştırılmış olan girdi ile çıktı arasında olan ilişki kural tabanı ile sağlanmaktadır (Elmas, 2021). Kural tabanındaki ana amaç bulanık mantık temelinde yer alan üyelik fonksiyonlarından birini kullanarak eğer- ise mantığı geliştirmek ve bir insanın düşünebileceği gibi düşünebilecek çıkarım sistemine bilgileri aktarmaktır (Rençber, 2018). Bulanık çıkarım sisteminde kurallar alanında uzman kişiler tarafından oluşturulmaktadır. Kuralların sayısı ise giriş değişkenlerinin sayısı ile belirlenmektedir (Elmas, 2021).

4. Bulanık çıkarım yönteminin belirlenmesi ve bulanık çıkarım yapılması:

Bulanık çıkarım, bulanık çıkarım sisteminin çekirdek kısmı olarak nitelendirilmektedir. Bulanık çıkarımda, bulanık kurallar ve bulanıklaştırma işlemi yapılan girdiler işlenmektedir (Elmas, 2021). Bulanık çıkarım için farklı yöntemler bulunmaktadır. Bulanık çıkarım yöntemleri aşağıdaki gibidir (Lee, 2005):

- Mamdani yöntemi
- Larsen yöntemi
- Tsukomato yöntemi
- TSK yöntemi (Takagi- Sugeno- Kang yöntemi)

5. Durulama:

Durulama bulanık çıkarım sisteminin çıktı ürettiği son adımındır (Rençber, 2018). Durulama işlemi bulanık çıktıyı en iyi şekilde temsil eden bulanık olmayan bir çıktı elde etme sürecidir. Durulama işlemi dilsel ifadenin tıpkı girdi değeri gibi sayısal bir değere dönüşmesini sağlamaktadır. Durulama yöntemi seçmek için belirli bir kural bulunmamaktadır (Lee, 2005). En sık kullanılan durulama yöntemleri aşağıdaki gibidir (Elmas, 2021):

- Maksimum üyelik yöntemi
- Ağırlık merkezi yöntemi
- Ağırlık ortalaması yöntemi
- Ortalama en büyük üyelik yöntemi

6. Gerçek çıktı değerleri ve bulanık mantık modeli çıktı değerlerinin karşılaştırılması:

Gerçek çıktı değeri ile bulanık mantık çıkarım sisteminin ürettiği çıktı değerleri karşılaştırılmaktadır ve çıktıların doğruluğu kontrol edilmektedir.

4. BULGULAR

Çalışmada personel seçimi ve değerlendirmesi için yapay zekâ tekniklerinden yapay sinir ağları ve bulanık mantık kullanılmıştır. Çalışma hazır giyim üretimi yapan bir tekstil firmasından elde edilen veriler doğrultusunda yapılmıştır. Firmada siparişe göre etek, şort, ceket ve erkek pantolonu üretimi yapılmaktadır. Firmanın bünyesinde 50'si beyaz yaka olmak üzere toplamda 927 personel çalışmaktadır. Firmanın beyaz yaka çalışanları tasarım, üretim planlama, satın alma, kalite güvence, iş etüdü ve geliştirme, bilgi teknolojileri, mali işler, sürdürülebilirlik ve sosyal uygunluk, insan kaynakları ve müşteri ilişkileri gibi bölümlerde çalışmakta iken mavi yaka çalışanları ise üretim, depo, kalite, makine bakım gibi bölümlerde çalışmaktadır. Üretim bölümünün altında kesimhane, tasnif, dikimhane ve son işlemler bölümü bulunmaktadır. Firmada farklı bölümlerde çalışan personeller için farklı özellikler aranmaktadır.

4.1. Yapay Sinir Ağları ile Personel Seçimi ve Değerlendirmesi

Çalışmada mavi ve beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için belirlenen girdiler ve çıktılar doğrultusunda iki ayrı yapay sinir ağının tasarımı yapılmıştır. Yapay sinir ağının eğitilebilmesi amacıyla firmanın veri tabanından elde edilen veriler doğrultusunda mavi yaka için 1190, beyaz yaka için ise 370 adet veri kullanılmıştır. Yapay sinir ağı tabanlı personel seçimi ve değerlendirmesi sistemi aşağıdaki temel adımları içermektedir:

1. Yapay sinir ağının tasarımı ve oluşturulması
2. Yapay sinir ağının eğitilmesi
3. Yapay sinir ağının test edilmesi ve doğrulanması.

4.1.1. Yapay sinir ağının tasarımı ve oluşturulması

Yapay sinir ağının oluşturulması için aşağıdaki adımlar takip edilmiştir;

1. Yapay sinir ağının girdi ve çıktı parametrelerinin belirlenmesi
2. Yapay sinir ağının eğitim algoritmasının belirlenmesi
3. Yapay sinir ağının ağ mimarisinin belirlenmesi
4. Yapay sinir ağının gizli katman sayısının belirlenmesi
5. Yapay sinir ağının gizli katmanında bulunan nöron sayılarının belirlenmesi
6. Yapay sinir ağının aktivasyon fonksiyonunun belirlenmesi.

Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için yapay sinir ağının tasarımı ve oluşturulması:

Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için firmanın verdiği bilgiler doğrultusunda aşağıda verilen girdiler belirlenmiştir:

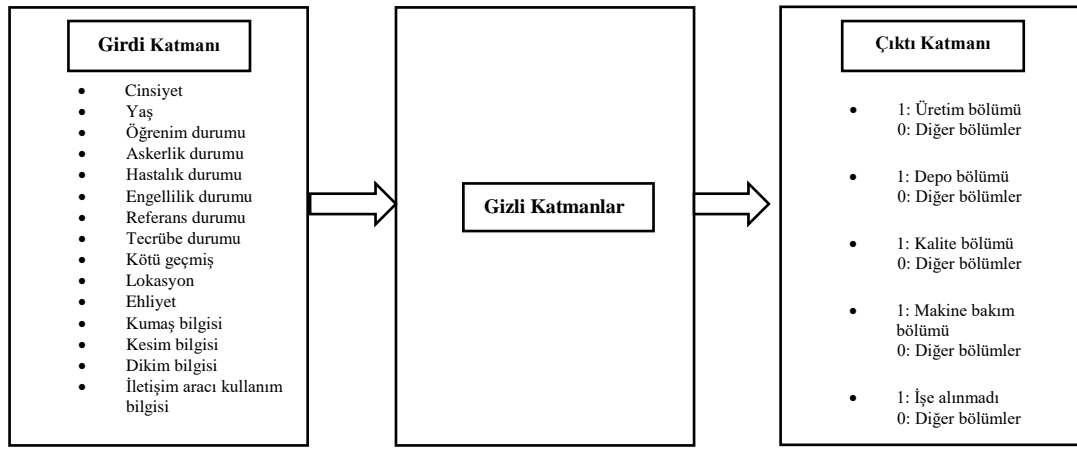
- Cinsiyet: Firmaya alınacak personelin cinsiyet bilgisini içermektedir.
- Yaş: Firmaya alınacak olan personelin hangi yaş aralığında olduğu bilgisini içermektedir.
- ğrenim Durumu: Firmaya alınacak personelin öğrenim durumu bilgisini (ilköğretim, ortaokul, lise, meslek lisesi, ön lisans, lisans) içermektedir.
- Askerlik Durumu: Firmaya alınacak personelin askerlik durumunun bilgisini içermektedir.
- Hastalık Durumu: Firmaya alınacak personelin hastalık durumunun (zellikle bel boyun rahatsızlıklarına dikkat edilmektedir) bilgisini içermektedir.
- Engellilik Durumu: Firmaya alınacak personelin engellilik durumunun bilgisini içermektedir.
- Referans Durumu: Firmaya alınacak personelin firma içerisinde ya da dışarıdan bir referans durumunun olup olmadığının bilgisini içermektedir.
- Tecrübe: Firmaya alınacak personelin geçmişte bir tecrübesinin olup olmadığının bilgisini içermektedir.

- Kötü Geçmiş: Firmaya alınacak personelin mevcut firma ya da herhangi bir firma ile sorunlu ayrılma durumunun bilgisini içermektedir.
- Lokasyon: Başvuru yapan adayın şehir içinde ya da şehir dışında yaşama durumunun bilgisini içermektedir.
- Ehliyet: Firmaya alınacak personelin B sınıfı ehliyet durumunun bilgisini içermektedir.
- Kumaş Bilgisi: Firmaya alınacak personelin kumaş kalitesi ve çeşitleri ile ilgili bilgi durumunu içermektedir.
- Kesim Bilgisi: Firmaya alınacak personelin kesim makinesi kullanma bilgisine sahip olup olmama durumunu içermektedir.
- Dikim Bilgisi: Firmaya alınacak personelin sanayi tipi dikim makinesi kullanma bilgisine sahip olup olmama durumunu içermektedir.
- İletişim Aracı Kullanım Bilgisi: Firmaya alınacak personelin (özellikle depo personelinin) firma içindeki iletişim araçlarını kullanım bilgisine sahip olup olmadığı bilgisini içermektedir.

Çıktı için firmadan elde edilen bilgiler doğrultusunda firmanın bölümlerini karşılayacak çıktılar belirlenmiştir. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için sırasıyla üretim, depo, kalite, makine bakım ve işe alınmadı çıktıları içeren 5 basamaklı bir vektör tanımlanmıştır. Çıktılar bir ya da sıfır değerini almaktadır. İlgili departmana seçildiyse 1 aksi takdirde 0 değerini almaktadır. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağının çıktı parametreleri ve özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Ayrıca Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modelinin girdi ve çıktıları Şekil 4.1’de bir arada gösterilmiştir

Çizelge 4.1. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirme için oluşturulan yapay sinir ağı çıktı parametreleri ve özellikleri

Numara	Çıktı	Değer	Açıklama
1	Üretim	0-1	Personel üretim bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
2	Depo	0-1	Personel depo bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
3	Kalite	0-1	Personel kalite bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
4	Makine bakım	0-1	Personel makine bakım bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
5	İşe alınmadı	0-1	Personel işe alınmadı ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.



Şekil 4.1. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirme için oluşturulan yapay sinir ağı modelinin girdileri ve çıktıları

Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirme için yapay sinir ağının tasarımı ve oluşturulması:

Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirme için ise firmanın verdiği bilgiler doğrultusunda cinsiyet, yaş, öğrenim durumu (mavi yakadan farklı olarak mezun olduğu bölüm bilgisini içermektedir), askerlik durumu, hastalık durumu, engellilik durumu, referans durumu, tecrübe, kötü geçmiş, lokasyon ve ehliyet girdileri mavi yaka girdileri ile ortak olmak üzere ek olarak aşağıdaki girdiler belirlenmiştir:

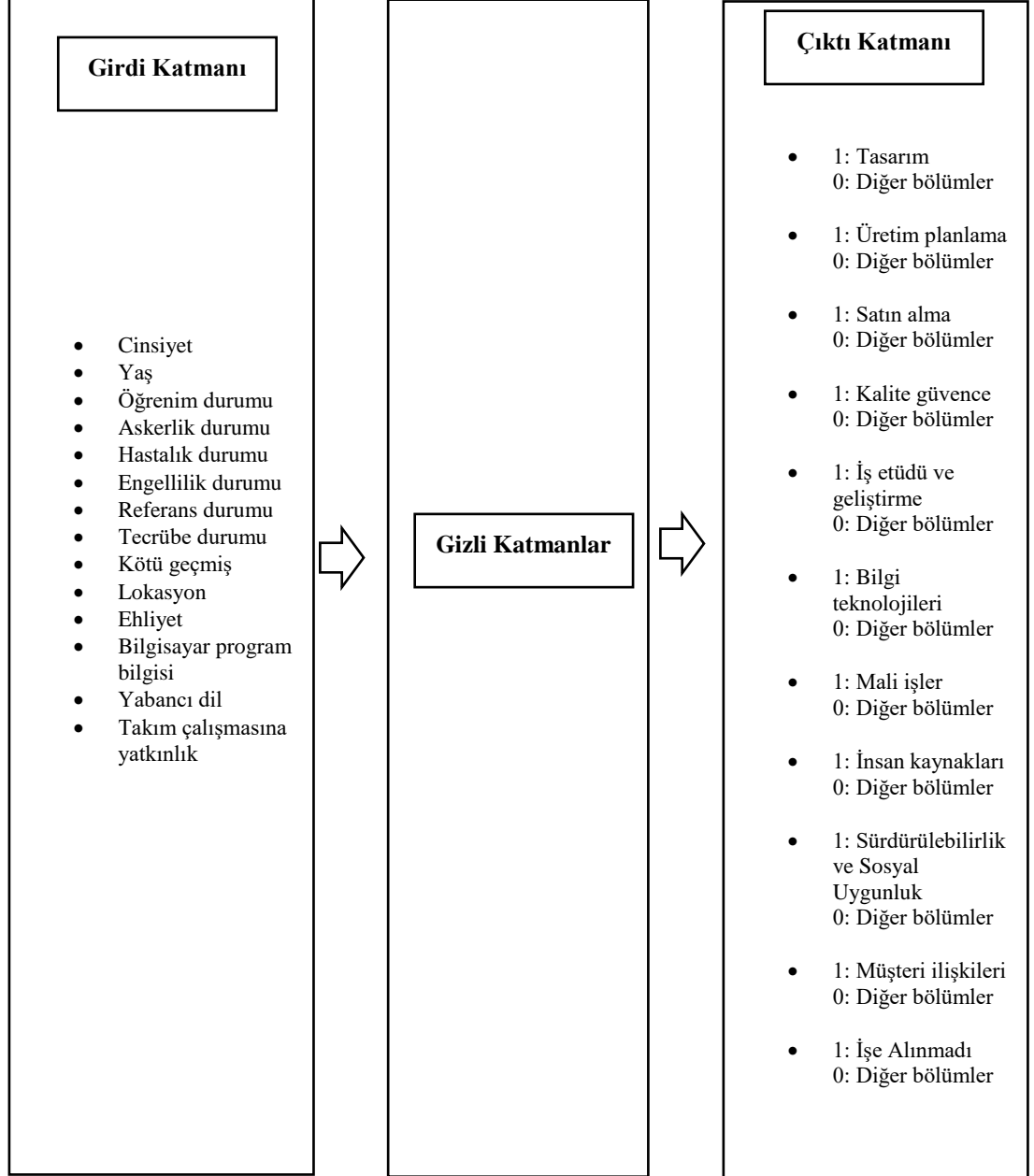
- Bilgisayar programı kullanım bilgisi: Firmaya alınacak personelin bilgisayar programı kullanım bilgisinin olup olmama bilgisini içermektedir.
- Yabancı dil: Firmaya alınacak personelin yabancı dil seviyesinin (çok iyi, iyi, orta, yok) bilgisini içermektedir.
- Takım çalışmasına yatkınlık durumu: Firmaya alınacak personelin takım arkadaşları ile çalışmaya yatkınlık durumunun bilgisini içermektedir.

Çıktı için firmadan elde edilen bilgiler doğrultusunda firmanın bölümlerini karşılayacak çıktılar belirlenmiştir. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için tasarım, üretim planlama, satın alma, kalite güvence, iş etüdü ve geliştirme, bilgi teknolojileri, mali işler, insan kaynakları, sürdürülebilirlik ve sosyal uygunluk, müşteri ilişkileri ve işe alınmadı çıktılarını içeren 11 basamaklı bir vektör tanımlanmıştır. Çıktılar sıfır ya da bir değerini almaktadır. İlgili departmana seçildiyse 1 aksi takdirde 0 değerini almaktadır. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağının çıktı parametreleri ve özellikleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için yapay sinir ağı çıktı parametreleri ve özellikleri

Numara	Çıktı	Değer	Açıklama
1	Tasarım	0-1	Personel tasarım bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
2	Üretim planlama	0-1	Personel üretim planlama bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
3	Satın alma	0-1	Personel satın alma bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
4	Kalite Güvence	0-1	Personel kalite güvence bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
5	İş etüdü ve geliştirme	0-1	Personel iş etüdü ve geliştirme bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
6	Bilgi teknolojileri	0-1	Personel bilgi teknolojileri bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
7	Mali işler	0-1	Personel mali işler bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
8	İnsan kaynakları	0-1	Personel insan kaynakları bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
9	Sürdürülebilirlik ve sosyal uygunluk	0-1	Personel sürdürülebilirlik ve sosyal uygunluk bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
10	Müşteri ilişkileri	0-1	Personel müşteri ilişkileri bölümüne seçildi ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.
11	İşe alınmadı	0-1	Personel işe alınmadı ise 1 değerini alır, aksi takdirde 0 değerini alır.

Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modelinin girdi ve çıktıları Şekil 4.2’de bir arada gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modelinin girdileri ve çıktıları

Çalışmada işletmenin mavi yaka ve beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi ile ilgili geçmişteki veriler kullanılarak bir veri seti oluşturulmuştur. Firmanın geçmişteki verileri kullanılarak ağ eğitilmiştir. Girdi ve çıktı değerleri önceden bilindiği için yapay sinir ağının eğitimi aşamasında yapay sinir ağı öğrenme mekanizmalarından denetimli öğrenme yöntemi, yapay sinir ağı eğitim algoritması olarak geri yayılım algoritması ve ağ yapısı olarak da çok katmanlı ileri beslemeli ağ yapısı kullanılmıştır.

Personel seçimi ve değerlendirmesi için gizli katmanda tek katmanlı ağ yapısı ve tek nörondan başlanarak ağda bulunan gizli katman sayıları ve nöron sayıları en iyi sonucu bulunana kadar güncellenmiştir. Personel seçimi ve değerlendirmesinde aktivasyon fonksiyonu olarak çıktı verileri [0 1] olduğu için tanjant sigmoid fonksiyonu ve log-sigmoid fonksiyonu kullanılarak içlerinden en iyi sonucu veren fonksiyon seçilmiştir.

4.1.2.Yapay sinir ağının eğitilmesi

Öğrenme parametrelerinin belirlenmesi: Geri yayılım algoritmalarında yapay sinir ağı modelinin hızı momentum katsayısı ve öğrenme oranı gibi parametreler ile belirlenmektedir.

- Momentum katsayısı (μ): Bu çalışmada yapay sinir ağı için en iyi momentum katsayısı değerini bulabilmek için 0,1 ile 0,9 arasındaki değerler ile denemeler yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen en iyi sonuçlar Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.5'te verilmiştir. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağında ve beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağında en iyi momentum katsayısı değeri 0,5 olarak belirlenmiştir.
- Öğrenme oranı (η): Bu çalışmada yapay sinir ağı için en iyi öğrenme oranı değerini bulabilmek için 0,1 ile 0,9 arasındaki değerler ile denemeler yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen en iyi sonuçlar Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.5'te verilmiştir. Mavi yaka personel seçim ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağında ve beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için

oluşturulan yapay sinir ağında en iyi öğrenme oranı değeri 0,1 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada iki ayrı durdurma kriteri belirlenmiştir: Hatanın belirli bir değerin altına düşmesi ile eğitimi durdurma veya ağın belirli sayıda iterasyon sayısını tamamlaması sonucunda ağın eğitiminin durdurulması. Mavi yaka ve beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesinde hata seviyesi eğer 0,001 yaklaşırsa veya 2000 iterasyona ulaşırsa ağın eğitimi durmaktadır.

Yapay sinir ağında performans değerlendirme kriteri olarak ortalama karesel hata (MSE, Mean Squared Error) kullanılmıştır. Ortalama karesel hata değeri denklem (4.1)'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (4.1)$$

y_i , çıktı değerini \hat{y}_i , hedeflenen çıktı değerini ifade etmektedir.

4.1.3.Yapay sinir ağının test edilmesi ve doğrulanması

Yapay sinir ağının test edilebilmesi için ağa daha önce gösterilmeyen veriler kullanılarak ağın başarılı olup olmadığı test edilmiştir. Mavi yaka için 29 adet doğrulama verisi kullanılırken beyaz yaka için ise 19 adet doğrulama verisi kullanılmıştır.

4.2. Yapay Sinir Ağları ile Personel Seçimi ve Değerlendirmesi Uygulaması

Yapay sinir ağının tasarımı, eğitilmesi ve test edilmesi için MATLAB programı kullanılmıştır. MATLAB programı içerisinde bulunan Neural Net Fitting (nftool) araç kutusu kullanılarak yapay sinir ağı oluşturulmuştur. Yapay sinir ağının eğitilebilmesi amacıyla kullanılan 1190 adet mavi yaka verisine ve 370 adet beyaz yaka verisine ön işleme yapabilmek için MATLAB programının 'mapminmax' fonksiyonundan

yararlanılmıştır. Mapminmax fonksiyonu, veri kümelerinin minimum değeri -1, maksimum değeri +1 olacak şekilde normalleştirme işlemi yapılımasını sağlamaktadır.

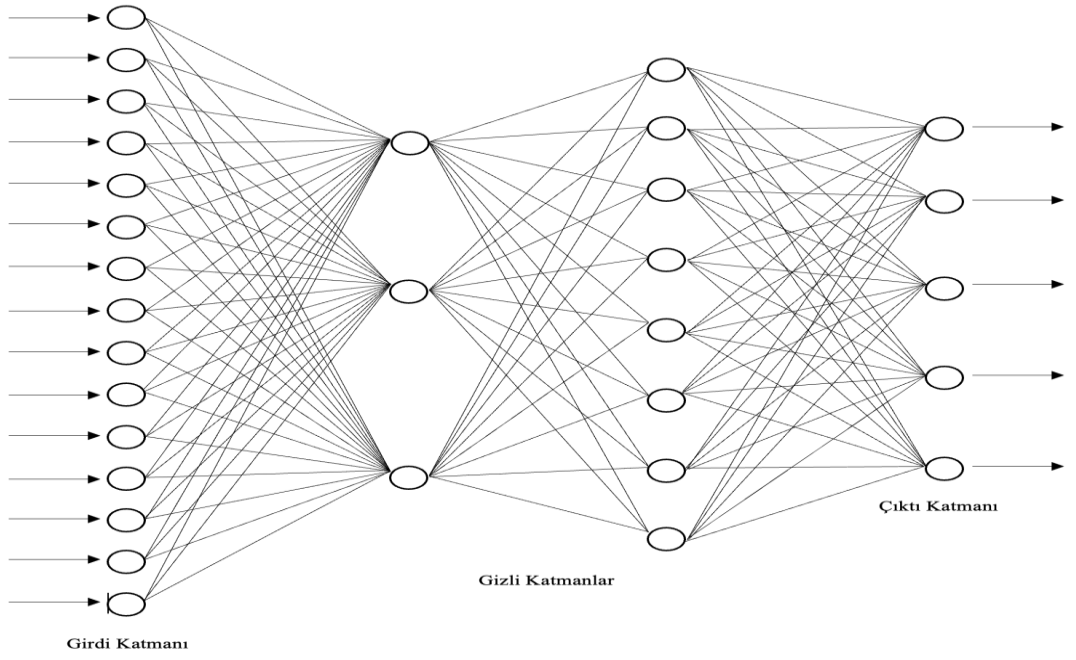
Yapay sinir ağları ile mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesinden elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Mavi yaka için personel seçimi ve değerlendirmesinde veri tabanında bulunan 1190 adet verinin %70'i eğitim, %15'i doğrulama ve %15'i ise test için kullanılmıştır. Mavi yaka personel seçim ve değerlendirmesi için geri yayılım eğitim algoritmalarından sırasıyla Levenberg-Marquardt Algoritması, Bayes Düzenleme Algoritması, Ölçeklenmiş Eşlenik Azaltma Algoritması ve Momentum Eğim Azaltma Algoritması ile denemeler yapılmıştır. En iyi yapay sinir ağı modelinin bulunabilmesi amacıyla bir gizli katmandan üç gizli katmana kadar farklı nöron sayıları, farklı aktivasyon fonksiyonları, farklı momentum katsayıları ve farklı öğrenme oranları kullanılarak 463 adet deneme yapılmıştır. Elde edilen en iyi sonuçlar Çizelge 4.3'te verilmiştir. Yapılan toplam 463 deneme sonucunda, en iyi sonucu Levenberg-Marquardt Algoritmasının verdiği gözlemlenmiştir.

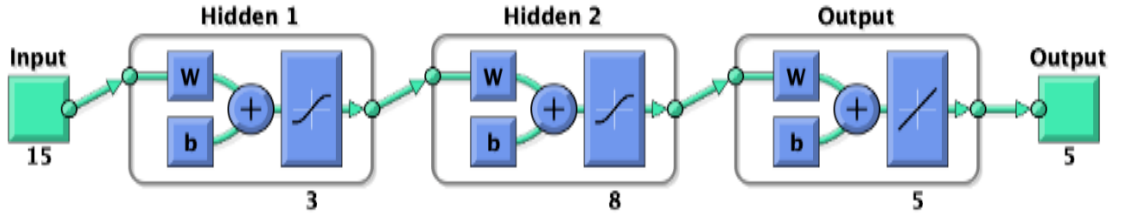
Levenberg-Marquardt Algoritmasının verdiği en iyi sonucu içeren yapay sinir ağı modeli iki gizli katmana sahiptir ve sırasıyla birinci gizli katmanda 3, ikinci gizli katmanda ise 8 adet nöron bulunmaktadır. Bu yapay sinir ağı için aktivasyon fonksiyonu tanjant sigmoid fonksiyonu, momentum katsayısı 0,5, öğrenme oranı ise 0,1 olarak belirlenmiştir. Hata değeri ise 0,0416 olarak bulunmuştur. En iyi sonucu veren yapay sinir ağının yapısı Şekil 4.3'te gösterilmiştir. En iyi sonucu veren yapay sinir ağının yapısının MATLAB görüntüsü Şekil 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesinde yapay sinir ağı tasarımı için yapılan deneylerin en iyi sonuçları

	Eğitim Algoritması	Gizli Katman Sayısı	Gizli Katman Nöron Sayısı	Aktivasyon Fonksiyonu	Momentum Katsayısı	Öğrenme Oranı	Hata Değeri
1	Trainlm	2	3-8	Tansig	0,5	0,1	0,0416
2	Trainlm	1	9	Tansig	0,5	0,1	0,0417
3	Trainlm	2	12-10	Tansig	0,4	0,1	0,0417
4	Trainlm	3	12-1-10	Tansig	0,5	0,1	0,0417
5	Trainbr	2	8-3	Logsig	0,5	0,1	0,0417
6	Trainlm	2	12-10	Tansig	0,02	0,1	0,0418
7	Trainlm	2	12-4	Tansig	0,9	0,1	0,0418
8	Trainlm	2	12-11	Logsig	0,5	0,1	0,0418
9	Trainbr	2	6-13	Logsig	0,5	0,1	0,0418
10	Trainlm	1	10	Tansig	0,5	0,1	0,0419
11	Trainbr	3	8-5-15	Tansig	0,5	0,1	0,0419
12	Trainlm	1	14	Tansig	0,5	0,1	0,0420
13	Trainlm	2	14-2	Logsig	0,7	0,1	0,0420
14	Trainlm	3	12-1-2	Tansig	0,5	0,1	0,0420
15	Trainbr	3	8-5-8	Tansig	0,5	0,1	0,0420
16	Trainlm	2	12-4	Tansig	0,5	0,4	0,0420
17	Trainbr	3	11-13-6	Tansig	0,5	0,1	0,0420
18	Trainlm	2	12-10	Tansig	0,01	0,1	0,0422
19	Trainlm	2	12-10	Tansig	0,5	0,8	0,0422
20	Trainlm	2	12-11	Logsig	0,4	0,1	0,0423
21	Trainlm	2	14-2	Logsig	0,5	0,4	0,0427

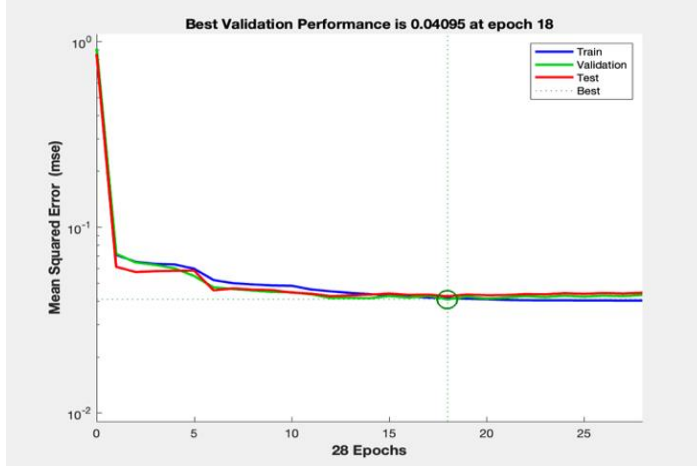


Şekil 4.3. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modeli



Şekil 4.4. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modelinin MATLAB görüntüsü

Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi problemi için oluşturulan en uygun yapay sinir ağının performans grafiği Şekil 4.5'teki gibi elde edilmiştir.



Şekil 4.5. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağının performans grafiği

Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için seçilen ağın korelasyon katsayısı (R) değerleri; eğitim (training) verileri için 0,86104, doğrulama (validation) verileri için 0,86266, test verileri için 0,85691 ve tüm veriler için ise 0,86062 olarak bulunmuştur.

Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için tasarımı yapılan ağın iyi çalışıp çalışmadığı kontrol edebilmek amacıyla ağa daha önce gösterilmemiş olan 29 adet kontrol verisi kullanılarak ağın ürettiği sonuç değerleri ile gerçek sonuç değerleri karşılaştırılmıştır. Ağın ürettiği sonuç değerleri ile gerçek sonuç değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 4.4'te verilmiştir. Mavi yaka personel seçim ve değerlendirmesi için seçilen ağa gösterilen 29 adet kontrol verisinin ağın ürettiği sonuç değerleri ile gerçek sonuç değerleri karşılaştırılması sonucunda ağın ürettiği sonuç değerlerinin, altı sonuç haricinde gerçek sonuç değerleri ile örtüştüğü görülmektedir. Örtüşmeyen altı sonuç değerinde de ağın ürettiği sonuçlar aslında verilen girdilere karşılık olması gereken sonuçlardır. Firmada başvuru yapılan bölüm için sahip olunması gereken yetkinliklere sahip olmayan personeller, insan kaynaklarında çalışan personellerin inisiyatifi ile o bölümlere alınabilmektedir. Ya da bölümdeki alımın durması sonucunda işe alınmama durumu gibi insan müdahalesi olan sebepler dolayısıyla altı sonuç değerinde ağın ürettiği sonuç değerleri ile gerçek sonuç değerlerinin uyuşmadığı görülmüştür. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi (PSD) için tasarımı yapılan ağın test verilerinde ürettiği çıktı değerleri EK 1'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağının doğrulama verilerinde ağıın ürettiği sonuç ile gerçek sonuç değerlerinin karşılaştırılması

Test No	Ağıın Ürettiği Sonuç	Gerçek Sonuç
1	Üretim	İşe Alınmadı
2	İşe Alınmadı	Üretim
3	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
4	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
5	Üretim	Üretim
6	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
7	Üretim	Üretim
8	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
9	Makine Bakım	İşe Alınmadı
10	İşe Alınmadı	Üretim
11	Depo	Depo
12	Makine Bakım	Makine Bakım
13	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
14	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
15	Makine Bakım	Üretim
16	Depo	Depo
17	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
18	Depo	İşe Alınmadı
19	Üretim	Üretim
20	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
21	Depo	Depo
22	Üretim	Üretim
23	Kalite	Kalite
24	Makine Bakım	Makine Bakım
25	Makine Bakım	Makine Bakım
26	Kalite	Kalite
27	Depo	Depo
28	Üretim	Üretim
29	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı

Yapay sinir ağları ile beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesinden elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Beyaz yaka için personel seçimi ve değerlendirmesinde veri tabanında bulunan 370 adet verinin %70'i eğitim, %15'i doğrulama ve %15'i ise test için kullanılmıştır. Mavi yaka personel seçim ve değerlendirmesi için geri yayılım eğitim algoritmalarından sırasıyla Levenberg-Marquardt Algoritması, Bayes Düzenleme Algoritması, Ölçeklenmiş Eşlenik Azaltma Algoritması ve Momentum Eğim Azaltma Algoritması ile denemeler yapılmıştır. En iyi yapay sinir ağı modelinin bulunabilmesi amacıyla bir gizli katmandan üç gizli katmana kadar farklı nöron sayıları, farklı aktivasyon fonksiyonları, farklı momentum katsayıları ve farklı öğrenme oranları kullanılarak 583 adet deneme yapılmıştır. Elde edilen en iyi sonuçlar Çizelge 4.5'te verilmiştir. Yapılan toplam 583 deneme sonucunda, en iyi sonucu Levenberg-Marquardt Algoritmasının verdiği gözlemlenmiştir. Levenberg-Marquardt Algoritmasının verdiği en iyi sonucu içeren

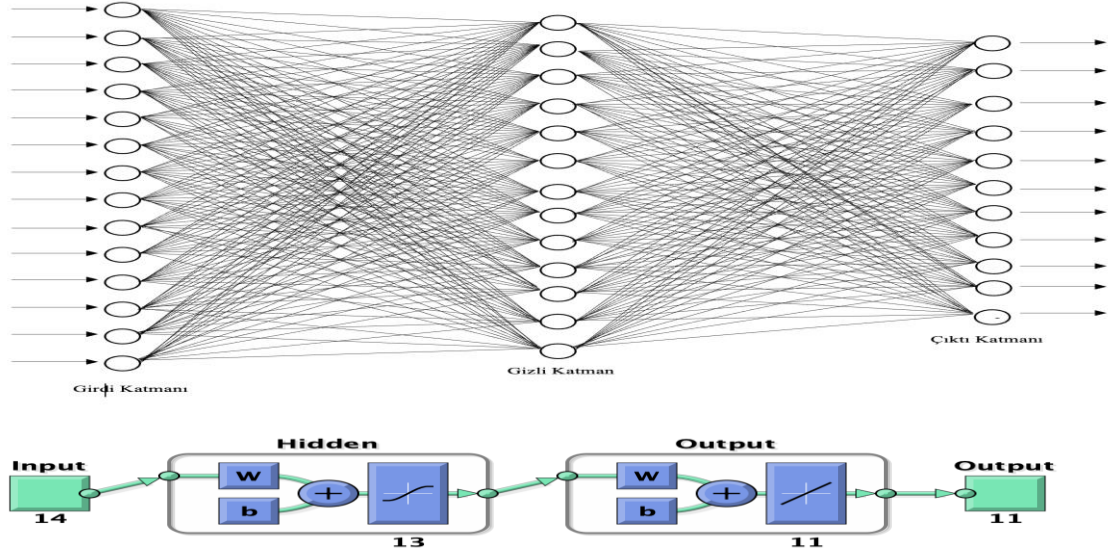
yapay sinir ağı modeli tek gizli katmana sahiptir ve gizli katmanda 13 adet nöron bulunmaktadır. Bu yapay sinir ağı için aktivasyon fonksiyonu tanjant sigmoid fonksiyonu, momentum katsayısı 0,5, öğrenme oranı ise 0,1 olarak belirlenmiştir. Hata değeri ise 0,0112 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesinde yapay sinir ağı tasarımı için yapılan deneylerin en iyi sonuçları

	Eğitim Algoritması	Gizli Katman Sayısı	Gizli Katman Nöron Sayısı	Aktivasyon Fonksiyonu	Momentum Katsayısı	Öğrenme Oranı	Hata Değeri
1	Trainlm	1	13	Tansig	0,5	0,1	0,0112
2	Trainlm	1	14	Tansig	0,5	0,1	0,0113
3	Trainlm	2	12-9	Tansig	0,5	0,1	0,0114
4	Trainlm	2	5-8	Tansig	0,5	0,1	0,0114
5	Trainlm	2	6-10	Tansig	0,5	0,8	0,0114
6	Trainlm	2	6-14	Tansig	0,02	0,1	0,0114
7	Trainlm	3	6-9-6	Tansig	0,5	0,1	0,0114
8	Trainlm	1	15	Tansig	0,5	0,1	0,0115
9	Trainlm	2	6-6	Tansig	0,5	0,1	0,0115
10	Trainlm	2	6-10	Tansig	0,5	0,6	0,0115
11	Trainlm	2	6-14	Tansig	0,6	0,1	0,0115
12	Trainlm	2	12-11	Tansig	0,5	0,11	0,0116
13	Trainbr	1	7	Tansig	0,5	0,01	0,0116
14	Trainbr	2	9-11	Tansig	0,5	0,01	0,0116
15	Trainbr	2	14-7	Tansig	0,5	0,1	0,0116
16	Trainscg	2	10-9	Tansig	0,5	0,1	0,0116
17	Trainlm	2	6-14	Tansig	0,2	0,1	0,0117
18	Trainlm	3	6-9-14	Tansig	0,9	0,1	0,0117
19	Trainbr	2	9-5	Tansig	0,5	0,01	0,0118
20	Trainlm	2	11-12	Tansig	0,6	0,1	0,0118
21	Trainlm	2	6-10	Tansig	0,3	0,1	0,0118

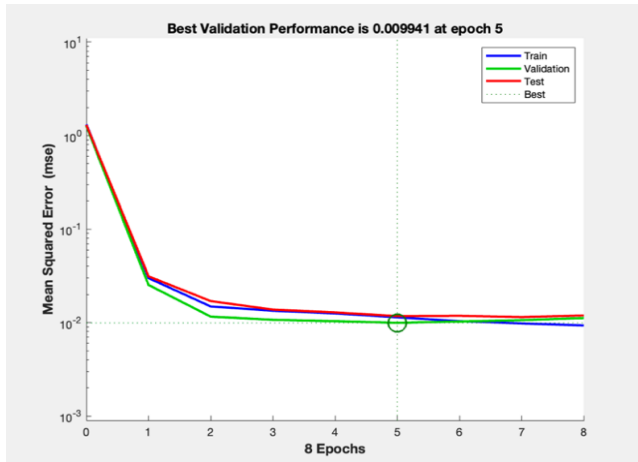
En iyi sonucu veren yapay sinir ağının yapısı Şekil 4.6'da gösterilmiştir. En iyi sonucu veren yapay sinir ağının yapısının MATLAB görüntüsü Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Şekil 4.6. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modeli



Şekil 4.7. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı modelinin MATLAB görüntüsü

Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi problemi için oluşturulan en uygun yapay sinir ağının performans grafiği Şekil 4.8'deki gibi elde edilmiştir.



Şekil 4.8. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan yapay sinir ağı performans grafiği

Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için seçilen ağın, korelasyon katsayısı (R) değerleri eğitim (training) verileri için 0,92862, doğrulama (validation) verileri için 0,93861, test verileri için 0,92628 ve tüm veriler için ise 0,92974 olarak bulunmuştur.

Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için tasarımı yapılan ağın iyi çalışıp çalışmadığını kontrol edebilmek amacıyla ağa daha önce gösterilmemiş olan 19 adet kontrol verisi kullanılarak ağın ürettiği çıktılar ile gerçek çıktı değerleri karşılaştırılmıştır. Ağın ürettiği çıktılar ile gerçek çıktı değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 4.6'da verilmiştir. Beyaz yaka personel seçim ve değerlendirmesi için seçilen ağa gösterilen 19 adet kontrol verisinin ağın ürettiği sonuç değerleri ile gerçek sonuç değerleri karşılaştırıldığında ağın ürettiği sonuç değerlerinin tamamının gerçek sonuç değerleri ile örtüştüğü görülmektedir. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi (PSD) için tasarımı yapılan ağın test verilerinde ürettiği çıktı değerleri EK 2'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesinde seçilen yapay sinir ağı için doğrulama verilerinde ağın ürettiği sonuç ile gerçek sonuç değerlerinin karşılaştırılması

Test No	Ağın Ürettiği Sonuç	Gerçek Sonuç
1	Müşteri İlişkileri	Müşteri İlişkileri
2	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
3	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
4	İş Etüdü Geliştirme	İş Etüdü Geliştirme
5	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
6	İnsan Kaynakları	İnsan Kaynakları
7	İnsan Kaynakları	İnsan Kaynakları
8	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
9	İnsan Kaynakları	İnsan Kaynakları
10	İşe Alınmadı	İşe Alınmadı
11	Tasarım	Tasarım
12	Üretim Planlama	Üretim Planlama
13	Satın Alma	Satın Alma
14	Kalite Güvence	Kalite Güvence
15	Bilgi Teknolojileri	Bilgi Teknolojileri
16	Tasarım	Tasarım
17	Üretim Planlama	Üretim Planlama
18	Satın Alma	Satın Alma
19	Kalite Güvence	Kalite Güvence

4.3. Bulanık Mantık ile Personel Seçimi ve Değerlendirmesi

Çalışmada beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirme için firmanın verdiği bilgiler doğrultusunda bir bulanık mantık çıkarım sistemi oluşturulmuştur. Bulanık mantık tabanlı personel seçimi ve değerlendirme sistemi aşağıdaki temel adımları içermektedir:

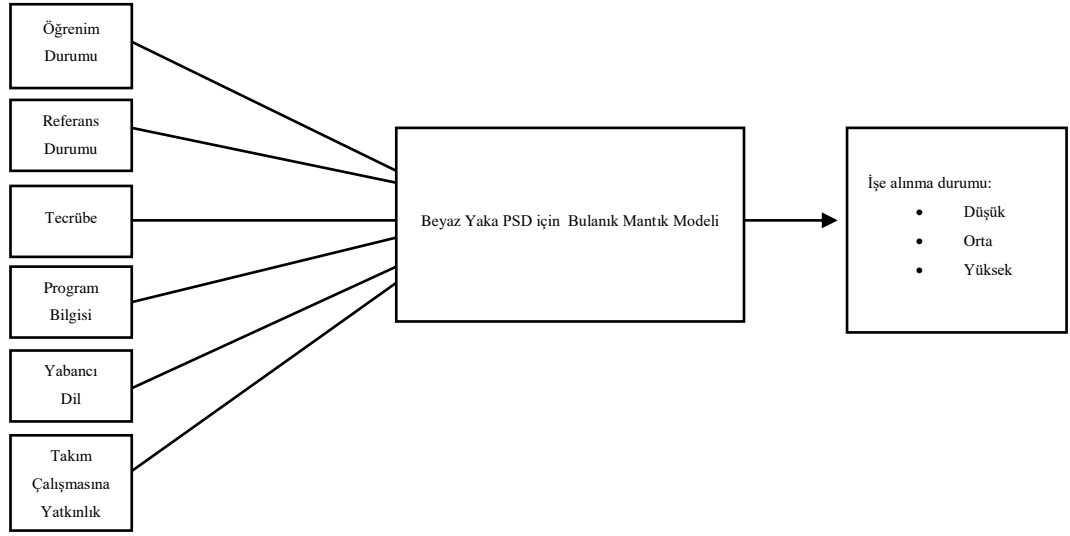
1. Bulanık çıkarım sisteminin değişkenlerinin (girdi ve çıktılarının) belirlenmesi
2. Bulanıklaştırma
3. Bulanık çıkarım sistemi kurallarının belirlenmesi
4. Bulanık çıkarım yönteminin belirlenmesi ve bulanık çıkarım yapılması
5. Net bir çıktı oluşturmak için durulama işlemi yapılması
6. Gerçek çıktı değerleri ve bulanık mantık modeli çıktı değerlerinin karşılaştırılması.

4.3.1. Bulanık çıkarım sisteminin değişkenlerinin (girdi ve çıktılarının) belirlenmesi

Bulanık mantık modelindeki girdi ve çıktılar firmanın verdiği bilgiler doğrultusunda belirlenmiştir. Beyaz yaka personel seçim ve değerlendirme için oluşturulan bulanık mantık modelinin girdileri aşağıdaki gibidir:

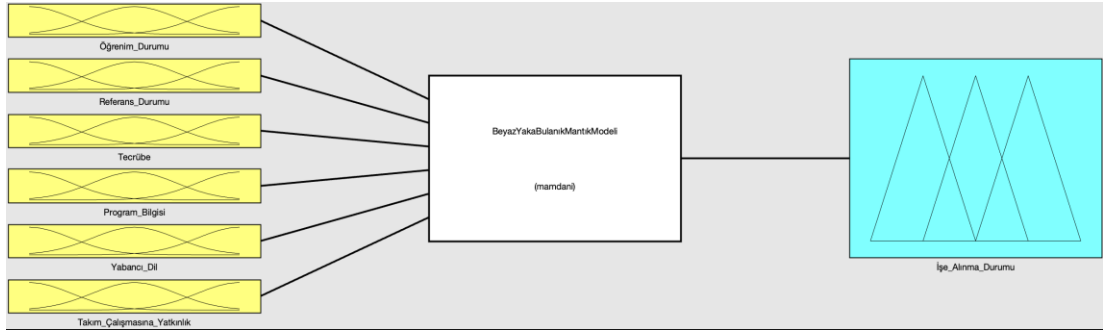
- Öğrenim Durumu: Personelin mezun olduğu bölüm başarı bilgisini içermektedir.
- Referans Durumu: Personelin iyi-kötü referans bilgisini içermektedir
- Tecrübe: Personelin geçmişteki tecrübe bilgisini içermektedir.
- Program Bilgisi: Personelin program bilgisini içermektedir.
- Yabancı Dil: Personelin yabancı dil bilme seviyesinin bilgisini içermektedir.
- Takım Çalışmasına Yatkınlık: Personelin takım çalışmasına yatkınlık bilgisini içermektedir.

Beyaz yaka personel seçim ve değerlendirme için oluşturulan bulanık mantık modelinin çıktısı ise işe alınma durumu olarak belirlenmiştir. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirme için oluşturulan bulanık mantık modelinin girdi ve çıktıları Şekil 4.9'da bir arada gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Beyaz yaka personel seçim ve değerlendirmesi için oluşturulan bulanık mantık modelinin girdileri ve çıktılar

Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan bulanık mantık modelinin MATLAB görüntüsü Şekil 4.10’da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirilmesi için oluşturulan bulanık mantık modeli MATLAB görüntüsü

4.3.2. Bulanıklaştırma

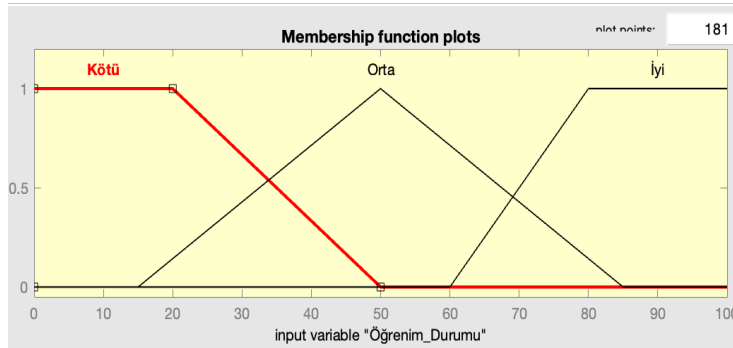
Girdi ve çıktı değerleri için belirlenen dilsel ifadeler, aralık değerleri ve üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibidir:

- Öğrenim durumu

Öğrenim durumu girdisinin, dilsel ifadeleri, üyelik değeri aralıkları ve tercih edilen üyelik fonksiyonları Çizelge 4.7’de ve üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Öğrenim durumu girdisinin üyelik değeri aralıkları

Dilsel İfadeler	Puanların Aralık Değeri	Üyelik Fonksiyonu
Kötü	[0 0 20 50]	Yamuk üyelik fonksiyonu
Orta	[15 50 85]	Üçgen üyelik fonksiyonu
İyi	[60 80 100 100]	Yamuk üyelik fonksiyonu



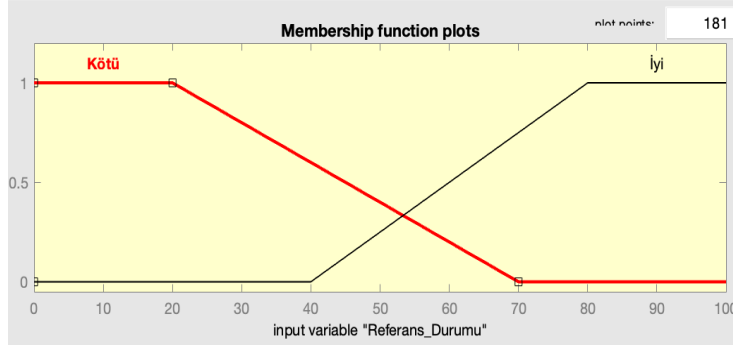
Şekil 4.11. Öğrenim durumu girdisinin üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü

- Referans durumu

Referans durumu girdisinin, dilsel ifadeleri, üyelik değeri aralıkları ve tercih edilen üyelik fonksiyonları Çizelge 4.8’de ve üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü Şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Referans durumu girdisinin üyelik değeri aralıkları

Dilsel İfadeler	Puanların Aralık Değeri	Üyelik Fonksiyonu
Kötü	[0 0 20 70]	Yamuk üyelik fonksiyonu
İyi	[40 80 100 100]	Yamuk üyelik fonksiyonu



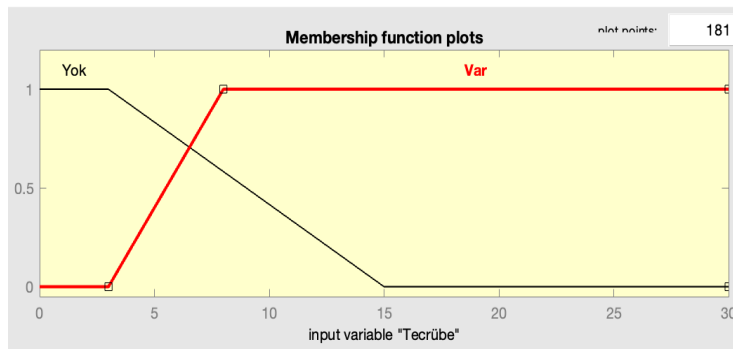
Şekil 4.12. Referans durumu girdisinin üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü

- Tecrübe

Tecrübe girdisinin, dilsel ifadeleri, üyelik değeri aralıkları ve tercih edilen üyelik fonksiyonları Çizelge 4.9’da ve üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü Şekil 4.13’te verilmiştir.

Çizelge 4.9. Tecrübe girdisinin üyelik değeri aralıkları

Dilsel İfadeler	Puanların Aralık Değeri	Üyelik Fonksiyonu
Az	[0 0 3 15]	Yamuk üyelik fonksiyonu
Çok	[3 8 30 30]	Yamuk üyelik fonksiyonu



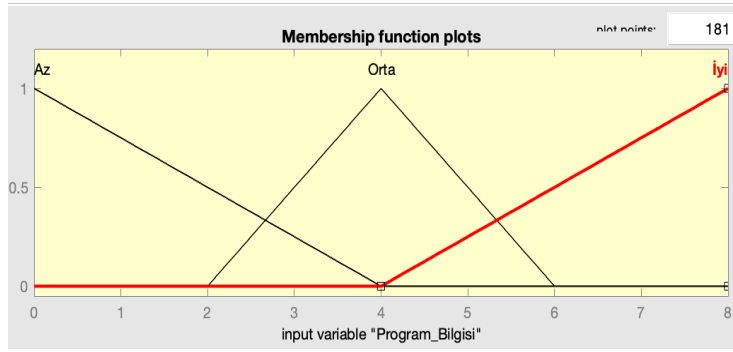
Şekil 4.13. Tecrübe girdisinin üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü

- Program bilgisi

Program bilgisi girdisinin, dilsel ifadeleri, üyelik değeri aralıkları ve tercih edilen üyelik fonksiyonları Çizelge 4.10'da ve üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü Şekil 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.10. Program bilgisi girdisinin üyelik değeri aralıkları

Dilsel İfadeler	Puanların Aralık Değeri	Üyelik Fonksiyonu
Az	[0 0 4]	Üçgen üyelik fonksiyonu
Orta	[2 4 6]	Üçgen üyelik fonksiyonu
İyi	[4 8 8]	Üçgen üyelik fonksiyonu



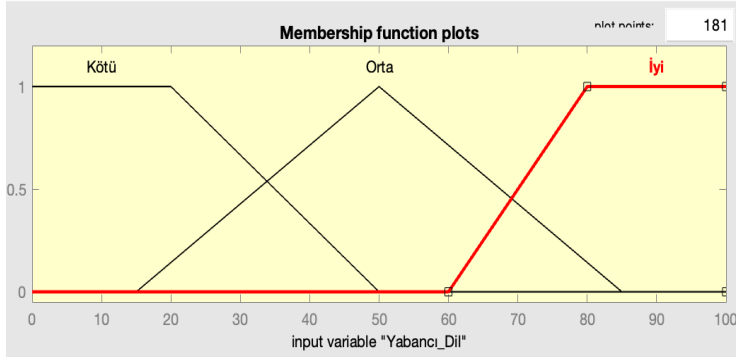
Şekil 4.14. Program bilgisi girdisinin üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü

- Yabancı dil

Yabancı dil girdisinin, dilsel ifadeleri, üyelik değeri aralıkları ve tercih edilen üyelik fonksiyonları Çizelge 4.11'de ve üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü Şekil 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.11. Yabancı dil girdisinin üyelik değeri aralıkları

Dilsel İfadeler	Puanların Aralık Değeri	Üyelik Fonksiyonu
Az	[0 0 20 50]	Yamuk üyelik fonksiyonu
Orta	[15 50 85]	Üçgen üyelik fonksiyonu
İyi	[60 80 100 100]	Yamuk üyelik fonksiyonu



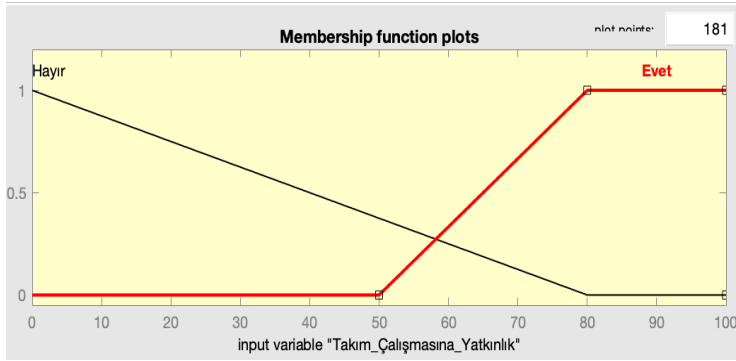
Şekil 4.15. Yabancı dil girdisinin üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü

- Takım çalışmasına yatkınlık

Takım çalışmasına yatkınlık girdisinin, dilsel ifadeleri, üyelik değeri aralıkları ve tercih edilen üyelik fonksiyonları Çizelge 4.12’de ve üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü Şekil 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.12. Takım çalışmasına yatkınlık girdisinin üyelik değeri aralıkları

Dilsel İfadeler	Puanların Aralık Değeri	Üyelik Fonksiyonu
Hayır	[0 0 80]	Üçgen üyelik fonksiyonu
Evet	[50 80 100 100]	Yamuk üyelik fonksiyonu



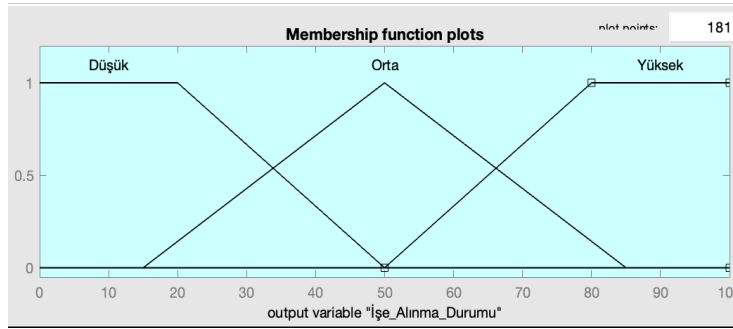
Şekil 4.16. Takım çalışmasına yatkınlık girdisinin üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü

- İşe alınma durumu

İşe alınma durumu çıktısının, dilsel ifadeleri, üyelik değeri aralıkları ve tercih edilen üyelik fonksiyonları Çizelge 4.13'te ve üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü Şekil 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. İşe alınma durumu çıktısının üyelik değeri aralıkları

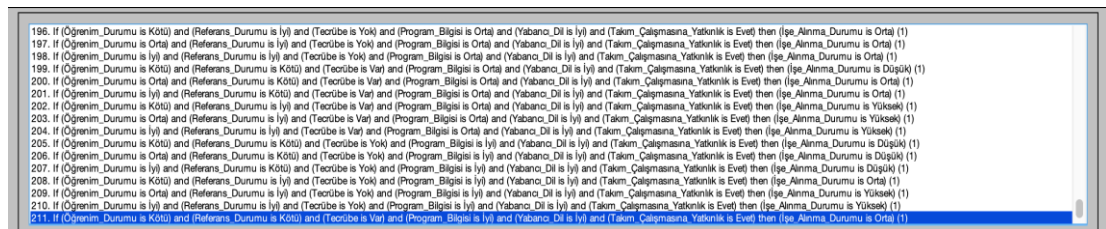
Dilsel İfadeler	Puanların Aralık Değeri	Üyelik Fonksiyonu
Düşük	[0 0 20 50]	Yamuk üyelik fonksiyonu
Orta	[15 50 85]	Üçgen üyelik fonksiyonu
Yüksek	[50 80 100 100]	Yamuk üyelik fonksiyonu



Şekil 4.17. İşe alınma durumu çıktısının üyelik fonksiyonu MATLAB görüntüsü

4.3.3. Bulanık çıkarım sistemi kurallarının belirlenmesi

Bulanık mantık modeli için kurallar firmada bulunan insan kaynakları uzmanları yardımı ile oluşturulmuştur. Toplamda 216 kural oluşturulmuştur. Bulanık mantık modeli için oluşturulan bazı kurallar Şekil 4.18'de gösterilmiştir



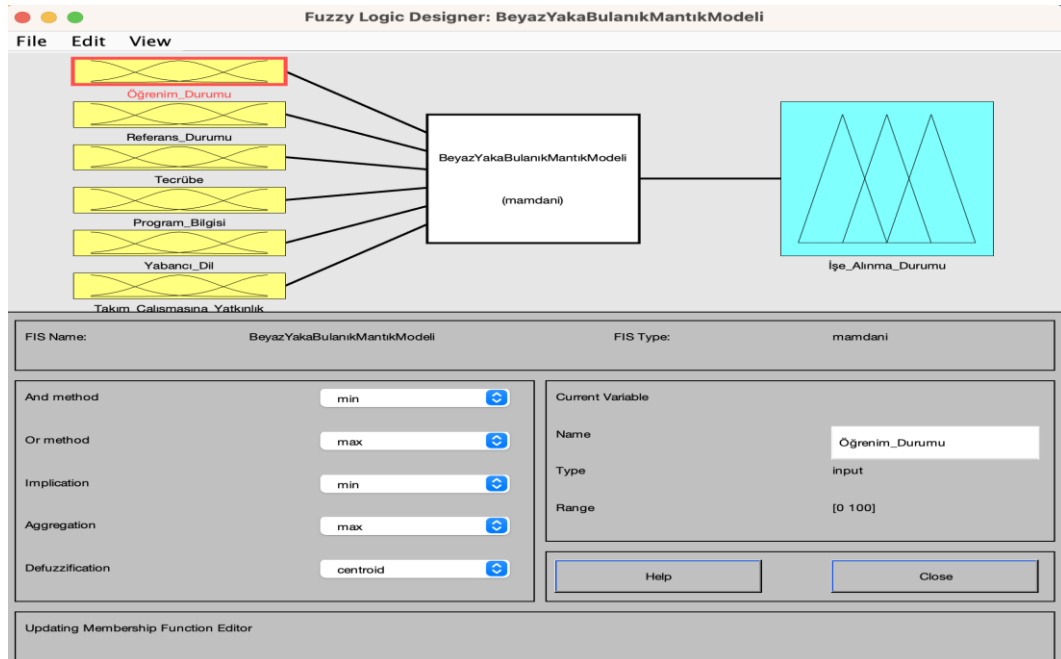
Şekil 4.18. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirilmesi için oluşturulan bazı kuralların MATLAB görüntüsü

4.3.4. Bulanık çıkarım yönteminin belirlenmesi ve bulanık çıkarım yapılması

Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için tasarımı yapılan bulanık mantık modelinde bulanık çıkarım yöntemi olarak, Mamdani yöntemi kullanılmıştır.

4.3.5. Durulama

Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için tasarımı yapılan bulanık mantık modelinde durulama yöntemi olarak, ağırlık merkezi yöntemi kullanılmıştır. Bulanık mantık modelinde kullanılan durulama yöntemi Şekil 4.19’da gösterilmiştir.



Şekil 4.19. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirilmesi için seçilen durulama yöntemi MATLAB görüntüsü

4.3.6. Gerçek çıktı ve bulanık mantık modeli çıktı değerlerinin karşılaştırılması

Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan bulanık çıkarım sisteminin iyi çalışıp çalışmadığını kontrol edebilmek amacıyla sisteme Çizelge 4.14’teki veriler girdi ve çıktı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.14. Beyaz yaka PSD için gerçek girdi ve çıktı değerleri

	Öğrenim Durumu	Referans Durumu	Tecrübe	Program Bilgisi	Yabancı Dil	Takım Çalışmasına Yatkinlik	İşe Alınma Durumu
1	80	95	15	4	75	90	Yüksek
2	80	80	0	2	50	80	Orta
3	50	45	1	2	40	85	Düşük
4	90	90	8	4	80	95	Yüksek
5	40	70	0	1	55	75	Düşük
6	95	95	6	3	85	90	Yüksek

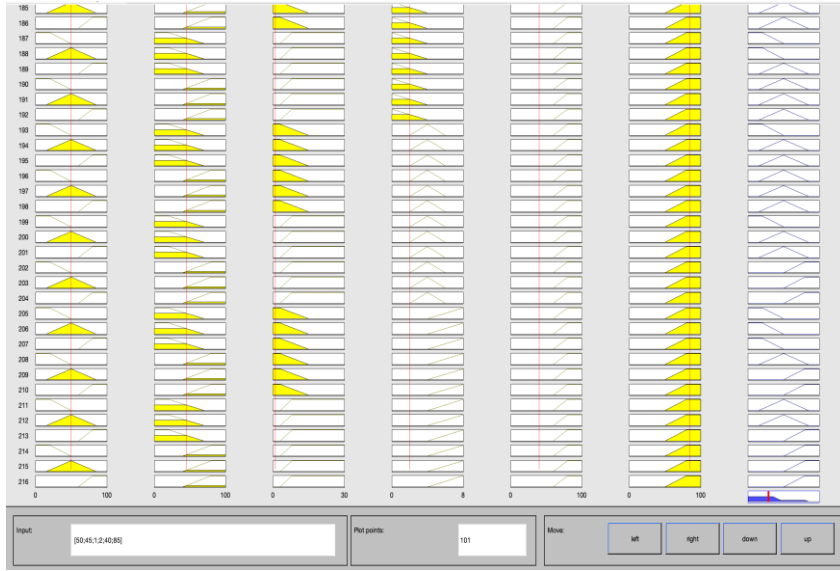
Çizelge 4.16’da verilen verilerden işe alma durumu sırasıyla düşük, orta yüksek örnekleri için MATLAB sonuç ekranlarının bir kısmı Şekil 4.20’de, Şekil 4.21’de ve Şekil 4.22’de gösterilmiştir.



Şekil 4.20. Birinci örnekteki girdi değerleri için MATLAB kural ekranı bir kısmı



Şekil 4.21. İkinci örnekteki girdi değerleri için MATLAB kural ekranı bir kısmı



Şekil 4.22. Üçüncü örnekteki girdi değerleri için MATLAB kural ekranı bir kısmı

Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan bulanık çıkarım sisteminin çıktıları ile gerçek çıktı değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 4.15'te verilmiştir. Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi için oluşturulan bulanık çıkarım sisteminin çıktı değerleri ile gerçek çıktı değerleri karşılaştırıldığında örnek olarak gösterilen tüm veriler için doğru sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.15. Beyaz yaka PSD için oluşturulan bulanık çıkarım sistemi çıktıları ile gerçek çıktı değerlerinin karşılaştırılması

	Öğrenim Durumu	Referans Durumu	Tecrübe	Program Bilgisi	Yabancı Dil	Takım Çalınmasına Yatkınlık	Gerçek Çıktı	Bulanık Mantık Çıktı
1	80	95	15	4	75	90	Yüksek	Yüksek
2	80	80	0	2	50	80	Orta	Orta
3	50	45	1	2	40	85	Düşük	Düşük
4	90	90	8	4	80	95	Yüksek	Yüksek
5	40	70	0	1	55	75	Düşük	Düşük
6	95	95	6	3	85	90	Yüksek	Yüksek

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada personel seçim ve değerlendirmesine, yapay zekâ tekniklerinden olan yapay sinir ağları ve bulanık mantık ile yeni bir bakış açısı getirmek ve insan kaynakları personellerinin artan iş yükünü azaltarak doğru personele doğru zamanda ulaşmak amaçlanmıştır.

Çalışmada hazır giyim üretimi yapan bir tekstil firmasında mavi yaka ve beyaz yaka personelleri için personel seçimi ve değerlendirmesi problemi ele alınmıştır. Çalışmada yapay sinir ağları tekniği mavi yaka ve beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi problemi için kullanılmıştır. Bulanık mantık tekniği ise yalnızca beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi problemi için kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda mavi yaka ve beyaz yaka personel seçim ve değerlendirmesi için oluşturulan iki ayrı yapay sinir ağı modelinin başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Mavi yaka personel seçimi ve değerlendirmesi yapay sinir ağı için seçilen ağın sonuçlarında eğitim, test, doğrulama verilerini ve tüm verileri içeren korelasyon katsayısı grafiklerinde %80'in üzerinde iyi sonuçlar gözlemlenmiştir. Ayrıca yapay sinir ağının eğitiminde kullanılmayan 29 adet test verisi ile yapay sinir ağı test edilmiş ve %80 başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ağ sonucunda elde edilen farklı sonuçlarda, insan müdahalesinden kaynaklanan sebepler dolayısıyla farklı sonuçların elde edildiği tespit edilmiştir.

Beyaz yaka personel seçimi ve değerlendirmesi yapay sinir ağı için seçilen ağın sonuçlarında eğitim, test, doğrulama verilerini ve tüm verileri içeren korelasyon katsayısı grafiklerinde %90'ın üzerinde iyi sonuçlar gözlemlenmiştir. Ayrıca yapay sinir ağının eğitiminde kullanılmayan 19 adet test verisi ile yapay sinir ağı test edilmiş ve %100 başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışma sonucunda beyaz yaka personel seçim ve değerlendirmesi için oluşturulan bulanık mantık modelinin de başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca bulanık

mantık modelinin çıktıları ile gerçek çıktı değerleri karşılaştırılmış ve %100 başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Çalışma sonucunda iki ayrı yapay zeka tekniği olan yapay sinir ağları ve bulanık mantık tekniği karşılaştırıldığında yapay sinir ağları sisteme tanımlanabilecek tüm girdiler ve çıktılar için uygun bir tekniktir. Fakat yapay sinir ağları tekniğinde ağı eğitmek uzun sürebilmektedir bu da nihai sonuçların geç elde edilmesine sebebiyet verebilmektedir. Bulanık mantık tekniği ise sisteme tanımlanacak her girdi ve çıktı değerine uygun olmayabilir çünkü bazı girdi ve çıktı değerleri bulanıklaştırılamayabilir. Ayrıca bulanık mantık tekniğinde sisteme tanımlanan girdi ve çıktı sayısı arttıkça kural sayısı da artmaktadır bu da zaman alması dolayısıyla bir dezavantaj olabilir. Fakat bulanık mantık tekniğinde sonuçlar yapay sinir ağları tekniğine göre daha kısa bir sürede elde edilebilmektedir.

Yapılan tüm bu çalışmalar sonucunda yapay sinir ağları ve bulanık mantık tekniğinin personel seçim ve değerlendirmesinde kullanılacağı ve iyi sonuçlar verebileceği gözlemlenmiştir. Ayrıca personel seçim ve değerlendirmesinde yapay zekanın kullanılması ile insan kaynakları personellerinin iş yükü azalabilecek, doğru personel seçimi için büyük bir adım atılabilecek ve personel seçiminde insan kaynakları personellerinin herhangi bir personele karşı önyargısı gibi bir durumda yanlış personelin seçimi gibi sonuçların ortaya çıkması önlenebilecektir. Yapay zekanın personel seçim ve değerlendirmesinde kullanılması personellerin işletmeye olan güvenini de arttıracaktır.

Çalışma sonucunda yapay zekanın personel seçim ve değerlendirmesinde ya da insan kaynakları yönetiminde kullanılması ile ilgili daha önce yapılan çalışmaların yeterli olmadığı gözlemlenmiştir. Gelecekte yapay zekanın personel seçim ve değerlendirmesinde ya da insan kaynakları yönetiminde kullanılması ile ilgili çalışmaların artması ile insan kaynakları personelleri için olumlu yönde bir etkiye sahip olabileceği gözlemlenmiştir.

Bu çalışma hazır giyim üretimi yapan bir tekstil firmasında yapılmıştır. Gelecek çalışmalar farklı bir sektör için yapılabilir. Ayrıca çalışmada bulanık mantık modeli ile

sadece beyaz yaka personelleri için personel seçim ve değerlendirmesi yapılmıştır. Mavi yaka personelleri için de ayrı bir bulanık mantık modeli oluşturulabilir, bulanık mantık modeli için oluşturulan girdilerin ve üyelik fonksiyonlarının sayısı da arttırılabilir ve personel seçimi ve değerlendirmesi için farklı yapay zeka teknikleri de kullanılabilir.

KAYNAKLAR

Achchab, S. ve Temsemani, Y.K. (2021, July 16-18). *Artificial intelligence use in human resources management: strategy and operation's impact* [Conference presentation]. 2nd International Conference on Pattern Recognition and Machine Learning. Chengdu, China. <https://doi.org/10.1109/PRML52754.2021.9520719>

Afshari, A.R., Nikolic, M. ve Cockalo, D. (2014). Applications of fuzzy decision making for selection problem- a review. *Journal of Engineering Management and Competitiveness*, 4(2), 68-77.

Akın, N. (1998). *Personel seçimi (yönetim danışmanlığı şirketleri üzerine bir araştırma)* (Tez No. 74758) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>

Alzyoud, Y. ve Ali, A. (2022, June 22-23). *Artificial intelligence for sustaining green human resource management: a literature review* [Conference presentation]. 2022 ASU International Conference in Emerging Technologies for Sustainability and Intelligent Systems. Manama, Bahrain. <https://doi.org/10.1109/ICETSSIS55481.2022.9888840>

Amuthan, R. ve Arumugam, D. (2022, November 18-19). *Effectiveness of artificial intelligence based recruitment process in the employment of Indian hardware industry*[Conference presentation]. 2022- IEEE International Interdisciplinary Humanitarian Conference for Sustainability. Bengaluru, India. <https://doi.org/10.1109/IIHC55949.2022.10059735>

Atalay, M. (2007). *Personel seçiminde değerlendirme yöntemlerinin incelenmesi* (Tez No. 208485) [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>

Atalay, E., Gündoğmuş, E., Yıldız, F.Z., Aydın ve B.Y. (2020, Eylül) . *Yapay zekâ ve insan kaynakları yönetiminin geleceği* [Conference presentation]. 19. Uluslararası İşletmecilik Kongresi. Kayseri.

Aydemir, E. (2019). *WEKA ile yapay zeka*. Seçkin Yayıncılık.

Bal, M. ve Bal, Y. (2019, Nisan 18-21). *İnsan kaynakları yönetiminde etkin bir işe alım süreci için yapay zekâ yöntemlerinin kullanımı* [Konferans sunumu]. Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Kongresi. Muğla, Türkiye. <https://www.researchgate.net/publication/336749269>

Başkaya, Z. (2011). *Bulanık doğrusal programlama*. Ekin Basın Yayın Dağıtım.

Bhardwaj, G., Singh, S.V. ve Kumar, V. (2020, January 09-10). *An empirical study of artificial intelligence and its impact on human resource functions* [Conference presentation]. 2020 International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management. Dubai, United Arab Emirates.

<https://doi.org/10.1109/ICCAKM46823.2020.9051544>

Chowdhury, S., Dey, P., Edgar, S.J., Bhattacharya, S., Rodriguez -Espindola, O., Abadie, A. ve Truong, L. (2023). Unlocking the value of artificial intelligence in human resource management through AI capability framework. *Human Resource Management Review*, 33(1). <https://doi.org/10.1016/j.hrmmr.2022.100899>

Dereli, T., Durmuşoğlu, A., Seçkiner, S.U. ve Avlamaz, N. (2010). A fuzzy approach for personnel selection process. *An Official Journal of Turkish Fuzzy System Association*, 1(2), 126-140.

Elmas, Ç. (2021). *Yapay zeka uygulamaları*. Seçkin Yayıncılık.

Ereken, Ö.F. (2021). *Yapay zekâ tabanlı personel seçimi uygulaması*. Tez No. 662815) [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>

Eroğlu, G.G. (2019) . *Yazılım projeleri personeli seçiminde yapay sinir ağları tekniğinin kullanılması ve bir uygulama*.(Tez No. 628306) [Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>

Eşidir, K.A. (2021). *Yapay sinir ağları metodu ile Türkiye tavukçuluk sektörü ihracat tahmini uygulaması*. Gazi Kitapevi

Evseeva, S., Evseeva, O., Burmistrov, A. ve Siniavina, M. (2021). Application of artificial intelligence in human resource management in the agricultural sector. *E3S Web of Conferences*, 258(4), (1-10). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125801010>

Gayatri, A.P. ve Babu, J.S. (2022). Artificial intelligence accomplishments in human resource management. *Special Education*, 1(43), 1519-1528.

Gawas, N.M. (2022). A study of the application of artificial intelligence in human resource management. *International Journal of Early Childhood Special Education*, 14, 5348-5353. <https://doi.org/10.9756/INTJECSE/V14I5.652>

Geetha, R. ve Bhanu Sree Reddy, D. (2018). Recruitment through artificial intelligence: a conceptual study. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(7), 63-70

Gür, Y.E., Ayden, C. ve Yücel, A. (2019). Yapay zekâ alanındaki gelişmelerin insan kaynakları yönetimine etkisi. *Fırat Üniversitesi İİBF Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 3(2), 137-158.

Gündoğmuş, E., Yıldız, F.Z., Atalay, E. ve Aydın, B.Y. (2020, 23-25 Eylül). *Yapay zeka ve insan kaynakları yönetiminin geleceği*. 19. Uluslararası İşletmecilik Kongresi. Kayseri, Türkiye.

Hassani, F. (2017). İnsan kaynakları yönetiminde personel seçiminin önemi ve TOPSIS yöntemiyle bir uygulama. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(16), 486-503.

Hamzaçebi, C. (2021). *Matlab uygulamalı yapay sinir ağları*. Seçkin Yayıncılık.

Hemalata, A., Kumari, P.B., Nawaz, N. ve Gajenderan, V. (2021, 25-27 March). *Impact of artificial intelligence on recruitment and selection of information technology companies*. 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Systems. Coimbatore, India. <https://doi.org/10.1109/ICAIS50930.2021.9396036>

Huang, L.C. ve Wu, P. (2001). A neural network modeling on human resource talent selection. *International Journal of Human Resources Development and Management*, 1, 206-219. <https://doi.org/10.1504/IJHRDM.2001.001006>

Huang, L.C., Huang S.H., Huang, H.P. ve Jaw, B.S. (2004). Applying fuzzy neural network in human resource selection system. *IEEE Annual Meeting of the Fuzzy Information, Canada*, 1(1), 169-174. <https://doi.org/10.1109/NAFIPS.2004.1336271>

Kambur, E. (2022). Yapay zeka çağında insan kaynakları yönetimi konusunda yazılmış Türkçe makaleler üzerine bir araştırma, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 1(53), 409-421. <https://doi.org/10.30794/pausbed.872606>

Karaboğa, U. (2020) . *İşe alım süreçlerinde yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı*. (Tez No. 638199) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>

Kırılmaz, S. ve Ateş, Ç. (2021). İşe alımlarda yapay zekâ kullanımı: kavramsal bir değerlendirme. *Journal of Business and Trade*, 2(1), 37-48.

Konaçoğlu, J. (2017). *Bulanık mantık yaklaşımı ile insan kaynakları yönetimi* (Tez No. 467732) [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>

Krichevsky, M.L. ve Martynova, J.A. (2020, October 1-5). *Multifactor selection of personnel based on fuzzy logic* [Conference presentation]. 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies. Vladivostok, Russia. <https://doi.org/10.1109/FarEastCon50210.2020.9271197>

Lee, K.H. (2005). *First Course on fuzzy theory and applications*. Springer

Li, C. (2022, 29-31 July). *Human resource management system based on Artificial intelligence* [Conference presentation]. 2022 International Conference on Artificial Intelligence and Autonomous Robot System (AIARS). Bristol, United Kingdom. <https://doi.org/10.1109/AIARS57204.2022.00018>

MATLAB R2022b.

Murugesan, U., Subramanian, P., Srivastava, S. ve Dwivedi, A. (2023). A study of artificial intelligence impact on human resource digitalization in industry 4.0. *Decision Analytics Journal* 7, (1-9). <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100249>

Nawaz, N. (2019). Artificial intelligence interchange human intervention in the recruitment process in Indian software industry. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8(4), 1433-1441.

Öztemel, E. (2003). *Yapay sinir ağları*. Papatya Yayıncılık.

Pelit, E. ve Ak, S. (2018). İnsan kaynakları yönetim işlevi olarak personel bulma, seçme ve personeli işe yerleştirme ile ilgili sorunlar: Turizm işletmeleri örneğinde teorik bir inceleme. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 10(2), 39-74.

Qamar, Y., Agrawal, R.K. ve Samad, T.A. (2021). When technology meets people: the interplay of artificial intelligence and human resource management. *Journal of Enterprise Information Managemet*, 34(5), 1339-1370.

Reddy, J.M., Regella, S. ve Seelam, S.R. (2020, October 14). *Recruitment prediction using machine learning* [Conference presentation]. 5th International Conference on Computing, Communication and Security. Andhra Pradesh, India. <https://doi.org/10.1109/ICCCS49678.2020.9276955>

Rençber, Ö.F. (2011). *Sınıflandırma problemlerinde çoklu lojistik regresyon, yapay sinir ağı ve ANFIS yöntemlerinin karşılaştırılması: İnsani gelişmişlik endeksi üzerine bir uygulama*. Gazi Kitabevi.

Rezzani, A., Caputo, A. ve Cortese, C.G. (2020). An analysis of the literature about the application of artificial intelligence to the recruitment and personnel selection. *BPA-Applied Psychology Bulletin*, 68(289), 25-33. <https://doi.org/10.26387/bpa.289.3>

Rodgers, W., Murray, J. M., Stefanidis, A., Degbey, W. Y. ve Tarba, S. Y. (2023). An artificial intelligence algorithmic approach to ethical decision- making in human resource management proceses. *Human Resource Management Review*, 33(1). <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2022.100925>

Ross, T.J. (2004). *Fuzzy logic with engineering applications*. Wiley

Tolan, A. (2006). *İşletmelerde personel seçiminin yeri ve önemi* (Tez No. 207467) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>

Toprak, M., Özel, D. ve Çalışkan, S. (2022). Yapay zeka kullanımı ile insan kaynakları yönetimi. *Uluslararası Eşitlik Politikası Dergisi*, 2(2), 76-103.

Tiwari, P., Pandey, R., Garg, V. ve Singhal, A. (2021, January 28-29). *Application of artificial intelligence in human resource management practices* [Conference

presentation]. 11th International Conference on Confluence The Next Generation Information Technology Summit. Noida, India.

<https://doi.org/10.1109/Confluence51648.2021.9377160>

Upadhyay, A.K. ve Khandelwal, K. (2018). Applying artificial intelligence: implications for recruitment. *Strategic HR Review*, 17(5), 255-258.

<https://doi.org/10.1108/SHR-07-2018-0051>

Votto, A.M., Valecha, R., Najafirad, P. ve Rao, H.R. (2021). Artificial intelligence in tactical human resource management: a systematic literature review. *International Journal of Information Management Data Insights*, 1(2).

Zhu, R. (2022, 17-19 December). *Analysis of human resource management and forecast model based on neural network algorithm* [Conference presentation]. 2022 International Symposium on Advances in Informatics, Electronics and Education (ISAIEE). Frankfurt, Germany. <https://doi.org/10.1109/ISAIEE57420.2022.00135>

EKLER

- EK 1** Mavi Yaka PSD İçin Tasarlanan Ağın Test Verilerinde Ürettiği ıktı Değerleri
- EK 2** Beyaz Yaka PSD İçin Tasarlanan Ağın Test Verilerinde Ürettiği ıktı Değerleri

EK 1. Mavi yaka PSD için tasarlanan ağın test verilerinde ürettiği çıktı değerleri

	Ağın Ürettiği Çıktı Değerleri					Ağın Ürettiği Sonuç
	1	2	3	4	5	
1	0,8630	-0,2405	-0,1041	0.0626	0,0174	Üretim
2	-1,6896e-4	4,1147e-4	-3,2906e-4	1,7366e-4	0,9997	İşe Alınmadı
3	1,5680e-4	0,0017	0,0010	1,6524e-4	0,9967	İşe Alınmadı
4	-2,4712e-4	0,0018	5,2582e-4	2,1475e-4	0,9974	İşe Alınmadı
5	0,9949	0,0035	-4,2881e-4	0,0047	0,0014	Üretim
6	0,0034	-0,0115	0,0019	-5,7517e-4	0,9935	İşe Alınmadı
7	0,9935	0,0014	2,1175e-4	0,0040	0,0026	Üretim
8	-1,3657e-4	3,7853e-4	-3,6789e-4	1,7297e-4	0,9997	İşe Alınmadı
9	0,0386	-0,1674	-0,0840	1,0650	-0,0899	Makine Bakım
10	0,0161	-0,0049	0,1754	-5,1943e-4	0,8059	İşe Alınmadı
11	0,0018	1,0019	0,0017	-0,0015	-0,0017	Depo
12	0,0213	0,0798	-0,2854	1,0280	-0,3193	Makine Bakım
13	5,1078e-5	0,0020	6,8310e-4	1,8267e-4	0,9968	İşe Alınmadı
14	0,0011	-4,2295e-5	3,4896e-4	1,9967e-4	0,9976	İşe Alınmadı
15	0,0478	-0,2421	-0,3404	0,9490	0,0916	Makine Bakım
16	0,0013	1,0003	-0,0010	-0,0011	5,7114e-4	Depo
17	0,0011	-3,3336e-5	3,6934e-4	1,9844e-4	0,9976	İşe Alınmadı
18	-6,6451e-4	1,0013	-0,0034	6,3373e-4	9,6840e-4	Depo
19	0,9962	0,0038	-1,7560e-4	0,0045	7,8799e-4	Üretim
20	-1,1453e-4	0,0011	7,8550e-4	1,79145e-4	0,9978	İşe Alınmadı
21	-6,6451e-4	1,0013	-0,0034	6,3373e-4	9,6840e-4	Depo
22	0,9964	0,0023	-9,8990e-4	0,0041	0,0015	Üretim
23	0,0017	0,0022	0,9969	-1,6766e-4	-1,9458e-4	Kalite
24	0,0143	-0,0033	-0,0261	0,9713	0,0060	Makine Bakım
25	0,0129	-0,0037	-0,0231	0,9742	0,0023	Makine Bakım
26	-2,2439e-4	0,0012	0,9976	2,8347e-4	7,1759e-4	Kalite
27	0,0013	1,0013	-0,0010	-0,0011	5,7114e-4	Depo
28	0,9973	0,0068	-0,0031	0,0012	-5,6183e-4	Üretim
29	-2,8134e-4	7,3016e-4	0,0019	1,8053e-4	0,9972	İşe Alınmadı

EK 2. Beyaz yaka PSD için tasarlanan ağın test verilerinde ürettiği çıktı değerleri

	Ağın Ürettiği Çıktı Değeri											Ağın Ürettiği Sonuç
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	0,1007	9,6919e-4	0,0559	0,0166	0,0111	0,1612	0,0530	0,1740	0,0819	1,1462	0,2105	Müşteri İlişkileri
2	0,0419	0,0482	0,0264	0,0419	0,0282	0,0187	0,0025	0,0066	0,0243	0,0051	1,4809	İşe Alınmadı
3	0,0322	0,0287	0,0120	0,0246	0,0093	0,0102	0,0310	0,0451	0,0168	7,5464e-4	1,0652	İşe Alınmadı
4	0,0193	0,0199	0,0121	0,0533	0,9641	0,0122	0,0022	0,0185	0,0216	0,0394	0,9191	İş Etüdü Geliştirme
5	0,0479	0,0293	0,0020	6,9531e-4	0,0103	2,0944e-4	0,0172	0,0251	0,0217	0,0016	0,9577	İşe Alınmadı
6	0,0651	0,1529	0,0592	0,0705	0,0471	0,1362	0,0055	0,7564	0,0267	0,0376	0,3164	İnsan Kaynakları
7	0,0176	0,0846	0,0776	0,0351	0,0056	0,0030	0,0180	0,9451	0,0356	0,0673	0,6077	İnsan Kaynakları
8	0,0670	0,0765	0,0096	0,0198	0,0061	0,0067	0,0161	0,0383	0,0256	0,0134	0,8372	İşe Alınmadı
9	0,0582	0,0273	0,1548	0,1727	0,0450	0,0207	0,0417	0,9320	0,0094	0,0067	0,3958	İnsan Kaynakları
10	0,0557	0,0346	0,0020	0,0180	0,0073	0,0070	0,0077	0,0091	0,0276	0,0011	0,9169	İşe Alınmadı
11	0,9356	0,0434	0,0213	0,0058	0,0373	0,0095	0,0172	0,0085	0,0189	0,0049	0,9980	Tasarım
12	0,0964	0,8552	0,0860	0,0103	0,0476	0,0903	0,0194	0,0729	0,0458	0,0538	0,6334	Üretim Planlama
13	0,0305	0,1014	0,8480	0,0996	0,0269	0,0551	0,0227	0,0893	0,0491	0,0619	0,3759	Satın Alma
14	0,0142	0,0210	0,0424	0,8572	0,0383	0,0079	0,0063	0,0151	0,0240	0,0158	0,8995	Kalite Güvence
15	0,0016	0,0356	0,1066	0,0401	0,0376	0,8363	0,0203	0,1354	0,0323	0,1138	0,3203	Bilgi Teknolojileri
16	0,9738	0,0374	0,0473	0,0255	4,9349e-4	0,0104	0,0033	0,0092	0,0113	2,6692e-4	0,9836	Tasarım
17	0,0759	0,8320	0,0641	0,0349	0,0675	0,0911	0,0385	0,2142	0,0279	0,0299	0,4539	Üretim Planlama
18	0,0327	0,1894	0,9678	0,0598	0,0685	0,0820	0,0551	0,2725	0,0367	0,0639	0,3799	Satın Alma
19	0,0025	0,0236	0,0065	0,8534	0,0269	0,0011	0,0095	0,0155	0,0020	0,0066	0,897	Kalite Güvence

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emine BÜYÜK
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa /1996
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Bursa Ş. K. Er Samet Saraç Anadolu Lisesi
Lisans : Karabük Üniversitesi Endüstri Mühendisliği
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : -

İletişim (e-posta) : eminebyk187@gmail.com

Yayımları :

Büyük, E. ve Öztürk, N. (2023, Nisan 17-18). *Yapay sinir ağları ile personel seçimi ve değerlendirmesi*. 3. Uluslararası Akdeniz Bilimsel Araştırmalar Kongresi. Mersin, Türkiye.