

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

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE SİNİRSEL BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI
KULLANILARAK RİSK DEĞERLENDİRMESİ**



MUHAMMET FATİH AK

**DOKTORA TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
İŞ GÜVENLİĞİ VE İŞÇİ SAĞLIĞI PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. ALİ FUAT GÜNERİ**

İSTANBUL, 2017

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE SİNİRSEL BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI
KULLANILARAK RİSK DEĞERLENDİRMESİ**

Muhammet Fatih AK tarafından hazırlanan tez çalışması 06.06.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ali Fuat GÜNERİ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Ali Fuat GÜNERİ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Alev Taşkın GÜMÜŞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Doç. Dr. İhsan KAYA
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Gülfem TUZKAYA
Marmara Üniversitesi



Bu çalışma, TÜBİTAK BİDEB 2211 Yurtiçi Doktora Programı ve Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü' nün DOP05 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Son yıllarda yaygın olarak kullanılan yapay zeka tekniklerinden biri olan sinirsel bulanık yaklaşım sistemleri birçok alanda uygulama imkanına sahiptir. İş sağlığının en önemli öğelerinden olan risk analizinde sinirsel bulanık mantık yaklaşım çalışmaları yok denecek kadar az seviyededir. Bulanık mantığın yapay sinir ağlarına entegre edilmesiyle daha esnek ve kapsamlı bir değerlendirme yapma imkanı veren sinirsel bulanık yaklaşım ile sağlık sektöründe risk analizi çalışması yapılmış ve bu çalışmanın öncülüğünde gelecekte yapılacak çalışmaların geliştirilmesi beklenmektedir. Çalışmada uygulanan sinirsel bulanık yaklaşım mantığı kullanılarak yapılan risk analizi klasik değerlendirmelerin dezavantajları ve kısıtlamalarının önüne geçmeyi amaçlayarak sistemin içerdiği risklerin net olarak belirlenmesi ve en az seviyeye indirgenmesi için gerekli önlemlerin zamanında ve tüm sistem bazında kapsanması hedeflenmektedir.

Bulanık mantık temelli çalışmalarım ve makale yazım sürecinde fikri ve öncü desteklerini esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Ali Fuat Güneri'ye ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Muhammet Gül'e, beni yetiştiren, bugüne kadar emeklerini esirgemeyen annem Emine Ak, babam Zeki Ak ve abim Yasin Ak'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2017

Muhammet Fatih AK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT.....	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	3
1.3 Orjinal Katkı	4
BÖLÜM 2	
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE KAVRAMLAR VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ.....	5
2.1 İş Sağlığı ve Güvenliği.....	5
2.2 İş Sağlığı ve İlgili Kavramlar	6
2.3 İş Güvenliği ve İlgili Kavramlar	7
2.4 İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yönetim Anlayışı.....	9
2.5 İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Değerlendirmesi	10
2.6 Risk Değerlendirmesinde ÇKKV Yöntemleri	11
2.6.1 Analitik Hiyerarşi Süreci.....	12
2.6.2 Buckley Bulanık AHP	13
2.6.3 Bulanık VIKOR	14
2.6.4 İki Aşamalı Bulanık Risk Değerlendirme Yaklaşımı	16
2.7 5X5 Matris Risk Değerlendirme Metodolojisi.....	19

BÖLÜM 3

SAĞLIK SEKTÖRÜ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ÇALIŞMALARI VE SON DURUM	22
3.1 Sağlık Politikaları ve Yapılan Çalışmalar	22
3.2 Sağlık Personelinin Çalışma Koşulları ve Eğitimsel Eksiklikler	24
3.3 Sağlık Sektöründe İş Sağlığı Kavramı	26
3.4 Sağlık Sektöründe İş Güvenliği Kavramı	26
3.5 İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemlerinin Anayasal Dayanağı	28
3.6 Tehlike Grupları	28
3.6.1 Biyolojik Tehlikeler	28
3.6.2 Kimyasal Tehlikeler	29
3.6.3 Fiziki Tehlikeler	30
3.6.4 Psikososyal Tehlikeler	30
3.6.5 Ergonomik Tehlikeler	31
3.7 Hastaneler ve Sınıflandırılması	32
3.7.1 Hastaneler	32
3.8 Sağlık Sektörü İnsan Kaynağı Durumu	33
3.9 Sağlık Sektörü İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi	36
3.9.1 Sağlık İşkolunda Tehlike ve Riskler: Bir Hastanede Risk Analizi Uygulaması	37

BÖLÜM 4

BULANIK MANTIK VE ANFIS	40
4.1 Yapay Sinir Ağları	40
4.2 ANFIS	44
4.2.1 ANFIS Yapısı	45
4.3 Hastanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi: İki Aşamalı Çok Kriterli Bulanık Mantık Yaklaşımını Kullanarak Bir Vaka Çalışması	48
4.3.1 Risk Kontrol Önlemleri	54
4.3.2 Sinirsel Bulanık Mantık Yaklaşımı Kullanımı	57

BÖLÜM 5

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE HASTANE BAZLI SİNİRSEL BULANIK MANTIK METODOLOJİSİ	58
---	----

BÖLÜM 6

UYGULAMA	71
6.1 Duyarlılık Analizi	83

BÖLÜM 7

SONUÇLAR VE ÖNERİLER	87
----------------------------	----

KAYNAKLAR	100
EK-A	
RİSK DEĞERLENDİRME VERİLERİ	106
A.1 Hastane Bölüm Bazlı Eğitim ve Test Risk Analiz Verileri	106
ÖZGEÇMİŞ	112



SİMGE LİSTESİ

A_i	i. düğüm fonksiyonu ile ilişkili sözel değişken
a_{ij}	Kriter i'nin kriter j'ye göre göreceli önemi
b_i	i. düğüm öncül parametresi
c_i	i. düğüm öncül parametresi
f_i	i. düğüm çıkış fonksiyonu
i	k katmanındaki pozisyonu
k	Katman sırası
L	Toplam katman sayısı
O_i^k	k katmanında i. pozisyonda yer alan düğümün fonksiyonu veya çıktısı
$O_{m,p}^L$	p. girdi vektörü m. bileşen çıktı vektörü
p_i	i. düğüm soncul parametresi
q_i	i. düğüm soncul parametresi
test_data	Test verisi
train_data	Eğitim verisi
w_{ij}	i. satır j. sütundaki çıkış nöronuna ait referans vektörü katsayısı
α	Öğrenme katsayısı
μ	Üyelik derecesi
$\mu_A(x)$	x değerinin A kümesindeki üyelik derecesi
w	Ateşleme seviyesi

KISALTMA LİSTESİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANFIS	Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi
ANP	Analitik Network Prosesi
BAHP	Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci
BİH	Bulanık İlişkisel Hafızalar
BMU	Kazanan Nöron
BVIKOR	Bulanık çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm
CI	Tutarlılık Endeksi
CR	Tutarlılık Oranı
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
Dsgmf	İki sigmoidal üyelik fonksiyonları arasındaki fark oluşur üyelik fonksiyonu
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
FAHP	Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci
FVIKOR	Bulanık çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm
Gauss2mf	Gaussian kombinasyon üyelik fonksiyonu
Gbellmf	Genelleştirilmiş çan şeklindeki üyelik fonksiyonu
ILO	Uluslararası Çalışma Teşkilatı
Input	Girdi
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
JCI	Joint Commission International
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
MAPE	Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi
NIOSH	Ulusal Mesleki Sağlık ve Güvenlik Enstitüsü
MF	Membership Function
Output	Çıktı
OSHA	Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı
Pimf	π şeklindeki yerleşik üyelik fonksiyonu
Psgmf	İki sigmoidal şekilde üyelik fonksiyonları ürününden oluşan üyelik fonksiyonu
RMSE	Hata Kare Ortalamaları Karekökü
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
Trimf	Üçgen şeklinde üyelik fonksiyonu
TRSM	Toplum ve Ruh Sağlığı Merkezi
ÜF	Üyelik Fonksiyonları
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
YSA	Yapay Sinir Ağları

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 İki aşamalı bulanık yaklaşım akış şeması	18
Şekil 3.1 Kişi başına düşen hekim sayısı	35
Şekil 3.2 Kişi başına düşen toplam hekim sayısının uluslararası karşılaştırması	36
Şekil 3.3 Hastane birimleri	38
Şekil 4.1 Yapay sinir hücresinin temelleri ve ortak transfer fonksiyonları.....	42
Şekil 4.2 Yapay sinir ağı	43
Şekil 4.3 Doğrusal olmayan çok katmanlı yapı	43
Şekil 4.4 Çok katmanlı algılayıcı yapısı	44
Şekil 4.5 Katmanlı bir gösterimde ANFIS yapısı.....	46
Şekil 4.6 Hastane bölüm tehlike türlerinin S, R ve Q'ya bağlı risk öncelik sıralaması.....	53
Şekil 4.7 Hastanenin her bir bölümü için tehlike türlerinin uzlaşık sıralaması	54
Şekil 4.8 Sinirsel bulanık sistemlerin sinir ağları ve bulanık mantıkla ilişkisi.....	57
Şekil 5.1 MATLAB bulanık mantık giriş penceresi	59
Şekil 5.2 MATLAB ANFIS editörü	59
Şekil 5.3 “Fuzzy” komutu ve FIS editör penceresi.....	60
Şekil 5.4 FIS editör penceresi bileşenleri.....	61
Şekil 5.5 Üyelik fonksiyon editörü-girdi	62
Şekil 5.6 Kural editörü	63
Şekil 5.7 Üyelik fonksiyon editörü-çıkı	64
Şekil 5.8 “Anfisedit” komutu ve ANFIS editör penceresi	65
Şekil 5.9 Girdilerin çıktı değerine kare ortalamalarının karekökü cinsinden etkisi	66
Şekil 5.10 Girdi verilerinin ANFIS editörüne yüklenmesi	68
Şekil 5.11 Girdi verilerinin ANFIS editöründe dağılım görüntüsü	69
Şekil 5.12 ANFIS editöründe üyelik fonksiyon sayısı ve tür seçimi	70
Şekil 6.1 İSG’de sinirsel bulanık mantık ile risk değerlendirme model aşamaları.....	72
Şekil 6.2 Model veri setlerinin sisteme aktarılması.....	73
Şekil 6.3 Model veri setlerinin sisteme aktarılması.....	74
Şekil 6.4 Gauss üyelik fonksiyonu hata grafiği	75
Şekil 6.5 ANFIS model yapısı	76
Şekil 6.6 ANFIS modeli kural görüntüsü	77
Şekil 6.7 Modelde ilk on kuralın gösterimi.....	78
Şekil 6.8 Model FIS yapısı	82
Şekil 6.9 Girdi üyelik fonksiyon yapıları.....	82

Şekil 6.10	ANFIS eğer-ise kural görüntüsü	83
------------	--------------------------------------	----



ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 1.1	ÇKKV yöntemi ile İSG risk değerlendirme çalışmaları ve kıyaslanması..... 2
Çizelge 2.1	Farklı boyuttaki matrisler için rastsal tutarlılık indeksi 13
Çizelge 2.2	Olasılık derecelendirme çizelgesi 19
Çizelge 2.3	Şiddet derecelendirme çizelgesi 19
Çizelge 2.4	Risk skor değerlendirme matrisi 20
Çizelge 2.5	Risk skoru değerlendirme matrisi 20
Çizelge 3.1	Yataksız Sağlık İşletmeleri 33
Çizelge 3.2	Yataklı Sağlık İşletmeleri 33
Çizelge 3.3	Yıllara Göre Sağlık Personelinin Sayıları, Türkiye 34
Çizelge 4.1	Hastane risk grupları 49
Çizelge 4.2	Risk parametreleri için dilsel terimler ve ilgili bulanık değerler 49
Çizelge 4.3	Tehlike derecelendirmesi için dilsel terimler ve ilgili bulanık değerler .. 49
Çizelge 4.4	Buckley'in BAHF risk parametre ağırlıkları..... 50
Çizelge 4.5	Acil servis bölümü tehlike tiplerinin bulanık karar matrisi 51
Çizelge 4.6	Acil servisi bölümü tehlike tiplerinin normalize bulanık mesafeleri..... 51
Çizelge 4.7	Acil servis bölümü tüm tehlike türleri için S, R ve Q değerleri 52
Çizelge 6.1	Üyelik fonksiyonları hata değerleri 73
Çizelge 6.2	ANFIS model çıktı değerleri..... 78
Çizelge 6.3	Fiziksel risk için kriterlerin değerlendirilmesi 84
Çizelge 6.4	Kimyasal risk için kriterlerin değerlendirilmesi..... 84
Çizelge 6.5	Biyolojik risk için kriterlerin değerlendirilmesi 84
Çizelge 6.6	Psikososyal risk için kriterlerin değerlendirilmesi..... 85
Çizelge 6.7	Ergonomik risk için kriterlerin değerlendirilmesi..... 85
Çizelge 6.8	Faktöre göre toplam risk değer değişim aralıkları 86
Çizelge 7.1	Sinirsel bulanık mantık yaklaşımı sonuç karşılaştırması 88
Çizelge 7.2	Tüm çalışanlar için alınması gereken önlemler..... 90
Çizelge 7.3	Radyoloji bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler 91
Çizelge 7.4	Laboratuvar bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler..... 93
Çizelge 7.5	TRSM bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler 95
Çizelge 7.6	EVTA bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler..... 96
Çizelge 7.7	Poliklinikler bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler 97
Çizelge 7.8	Acil Servis bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler 98

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE SİNİRSEL BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI KULLANILARAK RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Muhammet Fatih AK

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali Fuat GÜNERİ

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) iş kazalarının kabul edilebilir en düşük seviyeye indirmeyi amaçlayan geçmişi insanlık tarihi ile paralel olan bir kavramdır. İşçinin sağlık, güvenlik ve refahı İSG kapsamındadır. İnsanoğlu geçmişten günümüze hayatını idame ettirebilmek adına iş yapmak mecburiyetinde kalmıştır. Yapılacak işler yapısı ve yerleşkesi itibarıyla belirli veya belirsiz riskler barındırmaktadır. İSG temelinde bu risklerin minimum seviyede kalması için alınması gereken aksiyonları araştırmaktadır. Türkiye'de sağlık sektöründeki en büyük işveren grubu olan hastaneler, kimyasal, biyolojik, fiziksel, ergonomik ve psikososyal riskler olarak sınıflandırılan önemli tehlikelerle karşı karşıya kalmaktadır. Türkiye hızlı bir ekonomik büyüme göstermesine rağmen, sağlık endüstrisinde İSG uygulamaları istenilen seviyeden uzaktır. Bu nedenle, çalışma, sağlık personeli ve sağlık sistemi için riskleri belirlemeyi ve değerlendirmeyi, sağlık hizmetlerinin planlanmasına katkıda bulunmayı ve düzenlemeleri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu araştırmanın sonucunda ortaya çıkan risk grupları, sonuçlar ve tespit edilişi, iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesini oluşturmaktadır. Türkiye'de büyük ölçekli yataklı sağlık işletmesi kategorisinde bir hastanede karar verme sürecinde tehlike türlerinin derecelendirmesini sağlayan çok kriterli sinirsel bulanık mantık

yaklaşımı kullanılarak bir vaka çalışması yapılmıştır. Sinirsel bulanık mantık yaklaşımı bulanık mantık ve yapay sinir ağlarının nümerik verilerden doğrusal olmayan haritalama yapma, öğrenme yeteneği ve paralel çalışma gibi özelliklerinden faydalanarak birleştirmeyi böylelikle çalışmanın daha tutarlı ve klasik risk değerlendirme yöntemlerinden daha kapsamlı ve etkin bir metod sunmayı amaçlamaktadır. Hata kare ortalamaları karekökü ve ortalama hata karesi göstergelerince sinirsel bulanık mantığın risk değerlendirmesinde daha iyi sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur. Sonuçlar, gözlenen hastanenin tüm sistemindeki en önemli risk grubunun fiziksel risk grubunun olduğunu, bunun da kendi içinde elektrik, yangın ve diğer acil durum etmenlerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda her bir risk grubu için bölüm ve sistem bazında risk dereceleri belirlenmiş ve gerekli tedbirler, iyileştirmeye açık alanlar sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı ve Güvenliği, Sinirsel Bulanık Mantık, Risk Değerlendirmesi, Yapay Sinir Ağları, ANFIS



**OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY RISK ASSESSMENT USING A NEURO
FUZZY APPROACH**

Muhammet Fatih AK

Department of Industrial Engineering

PhD. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Ali Fuat GÜNERİ

Occupational health and safety (OHS) history dates back to ancient human history ever. Mankind date was obliged to do business in order to sustain life. Occupational Health and Safety (OHS) is a basis to reduce occupational accidents in an acceptable level, and it covers employee health, safety, and welfare in the workplaces. Hospitals as the largest employer group in healthcare industry in Turkey face major hazards categorized as chemical, biological, physical, ergonomic, and psychosocial risks. Although Turkey demonstrates rapid economic growth, OHS practices have not been fully put into practice, and necessary attention has not been paid to the health industry. For this reason, this paper aims to assess risks for health staff, contribute for planning of health services, and enhance regulations. A case study was carried out in a leading hospital in Turkey using neuro fuzzy approach, which provides more consistency in decision-making process and gives an appropriate ranking of hazard types. Neuro-fuzzy approach is a combination of advantages of artificial neural networks and fuzzy logic. It gives more appropriate and comprehensive risk assessment in OHS. The root mean squared error and the mean squared error estimators indicate that neuro fuzzy risk assessment gives better results in risk assessment. The obtained results show that the most important risk group in the

entire system of the observed hospital is the physical risk group which is caused by electricity, fire and emergency factors. After all the neuro fuzzy approach is applied for ranking of risk types in each department of the hospital the necessary control measures for each department and for a whole system is presented.

Key words: Occupational Health and Safety, Risk Assessment, Hospitals, ANFIS, Neuro Fuzzy Approach



GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği iş ve işçilerle alakalı süreçlerin tamamında oluşabilecek problemlerin en aza indirgenmesini amaçlayan çalışmalar ve analizlerin tamamıdır [1]. İş sağlığı ve güvenliği bakımından sağlık hizmetleri yapısal zorlukları, hassasiyeti, birbirinden ayrılan ve hızla değişen araç gereç yapısı itibarıyla detaylı inceleme ve araştırma yapılmasını gerektirmektedir [2]. Sağlık hizmetlerinin en önemli parçalarından biri olan işçilerin çalıştıkları yerlerde İSG bakımından güvende olmayacak unsurlarla birlikte olmaları ve bunlara karşı önlemlerin yetersizliği bu konuda farklı yönetmeliklerin oluşturulmasını gerektirmiştir. İSG tehlike sınıflandırılması listesinde sağlık kuruluşlarının iş kazaları ve mesleki hastalıklar bakımından en tehlikeli grupta yer alması sağlık hizmetlerinde kapsamlı ve etkin risk değerlendirmesi yapılmasını zorunlu kılar niteliktedir [3], [4].

1.1 Literatür Özeti

Literatürde, çeşitli sektörlerin kaza nedenleri ve işyeri koşullarının özelliklerini analiz etmek için birçok nicel ve nitel risk değerlendirme araçları mevcuttur. En önemli yöntemlerden biri çok kriterli karar verme (ÇKKV) tabanlı yöntemlerdir [5]. ÇKKV yöntemlerinde, karar vericiler, ilgili risk parametresiyle ilgili olarak bir tehlike için kesin bir derecelendirme ve değerlendirmesinde sıklıkla güçlük çekerler. Dolayısıyla, olasılık riskini değerlendirme metodlarını uygulamak, eksik risk verileri veya yüksek belirsizlik mevcudiyeti açısından tatmin edici sonuçlar verebilir. Bu durumda yapıyı modellemek için ÇKKV 'yi bulanık kümeler ile birleştiren yöntemler kabul edilmiştir [6]. Bulanık ÇKKV yöntemlerinin önemli avantajlarından biri, risk parametrelerinin göreceli olarak

önemsiz sayı yerine bulanık sayıları kullanarak değerlendirilmesidir [7]. Çizelge 1.1, İSG risk değerlendirmesinde ÇKKV yaklaşımları ile ilgili bir dizi yeni araştırma hakkında karşılaştırmalı bir özet göstermektedir [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14].

Çizelge 1.1 ÇKKV yöntemi ile İSG risk değerlendirme çalışmaları ve kıyaslanması

Çalışma	Amaçlar	Metot	Kullanılan Yaklaşım
Grassi (2009)	Ünlü bir İtalyan sosis markasının üretim sürecindeki tehlikeli faaliyetlerin sıralaması	FTOPSIS	FTOPSIS yöntemi ile klasik büyüklük olasılık faktörü yerine insan davranışının ve çevrenin risk seviyesine etkisi dikkate alınarak tehlikelerin sıralanması
Gul and Guneri (2016)	Alüminyum levha imalat fabrikasında tehlike gruplarının önceliklendirilmesi	Buckley's FAHP, FTOPSIS	Karar matrisi yönteminden türetilen iki kriterin ağırlığını ve fabrikadaki her bir bölümün tehlike tiplerini sıralamak ve yöntemini belirlemek için FTOPSIS ve FAHP kullanılmıştır.
Mahdevari (2014)	Yeraltı kömür ocaklarında sağlık ve güvenlik ile ilgili riskleri araştırmak	FTOPSIS	İran'daki mayın tehlikelerinin düzenlenmesi için FTOPSIS yöntemi kullanılmıştır.
Liu and Tsai (2012)	İnşaat sektöründe tehlike sebeplerinin risk analiz değerlerini sağlamak	QFD, FANP, Bulanık FMEA	İnşaat öğeleri arasındaki ilişkileri, tehlike tiplerini ve tehlike nedenlerini göstermek için QFD,, tehlike türlerini ve tehlike nedenlerini belirlemek için FANP, bulanık çıkarım yaklaşımına dayalı tehlike nedenlerinin risk değerini değerlendirmek için Fuzzy FMEA kullanılmıştır.
John (2014)	Liman operasyonlarındaki belirsizliklerin anlaşılmasını kolaylaştırmak için yeni bir bulanık risk değerlendirme yaklaşımı önerilmesi	FAHP, ER	FAHP, liman operasyonlarının karmaşık yapısını analiz etmek ve risk faktörlerinin ağırlığını belirlemek için ER ise bunları sentezlemek için kullanılmıştır.

Çizelge 1.1 ÇKKV yöntemi ile İSG risk değerlendirme çalışmaları ve kıyaslanması (devamı)

Hu (2009)	Tehlikeli madde için yeşil bileşenlerin risk değerlendirmesi	FAHP, FMEA	FAHP, dört faktörün göreceli ağırlıklarını belirlemek, FMEA, risk öncelik numarasını hesaplamak için kullanılmıştır.
Ebrahimnejad (2010)	Yap-işlet-devret projeleri için risk tanımlama ve değerlendirme	FTOPSIS, (FLINMAP)	Yap-işlet-devret projelerinde yüksek riskleri sıralamak için FTOPSIS ve FLINMAP kullanılmıştır.
Djapan (2015)	Sırbistan’da küçük ve orta ölçekli imalat işletmelerindeki risk düzeylerinin belirlenmesi	FAHP	FAHP hiyerarşik yapıları tanımlamak, alt faktörleri ve alt faktörlerin değerlerinin göreceli önemini tanımlamak için kullanılmıştır.
Vahdani (2015)	Çelik üretim prosesinin başarısızlık sebeplerinin araştırılması	FMEA, TOPSIS	FMEA'nın parametreleri bulanık mantık TOPSIS ile başarısızlıkların sebeplerini belirlemek için kullanılmıştır.

Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde literatürde yapılan ilgili çalışmalar detaylı olarak incelenmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Sağlık hizmetlerinde iş ortamının İSG’ye uygun hale gelmesi iş kazaları ve mesleki hastalıkların belirlenmesi, gerekli önlemlerin oluşturulması, işçinin kendini çalışma ortamından kaynaklı güvende hissetmesi işletmelere, çalışan kişilerin iş etkinliğine olumlu yönde etki etmektedir. Buna ek olarak işçinin kişisel günlük yaşantısından çalışma ortamındaki verimliliğine kadar da birçok noktada olumlu sonuçlar doğuracak gelişmelerin bir sebebi haline gelmektedir [15]. Bu da sistemin benzer şekilde devamlılığı ve gelişimi açısından önemlidir.

Bu noktadan yola çıkarak çalışmamızda sağlık hizmetlerinin ifası sürecinde, sağlık kuruluşlarında iş sağlığı ve güvenliği konusunda var olan tehlikeler ve bu tehlikelere karşı etkili ve kapsamlı İSG risk değerlendirme taslağı oluşturulması, ortaya çıkan

tehlikelerin sınıflandırılarak gerekli önlemlerin etkin şekilde yönetilmesi hedeflenmektedir. Sistemin geliştirilmesi için risk değerlendirme sonuçları doğrultusunda alınması gereken önlemler de kendi içlerinde koruyucu ve önleyici olmak üzere iki gruba sınıflandırılmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında ülkemiz İstanbul ilinde 500'den fazla yatak kapasitesi, 1000'den fazla sağlık çalışanına sahip olan bir kamu hastanesinde tıbbi bölüm bazlı toplanan veriler kullanılarak risk değerlendirmesi çalışması bulanık ve sinirsel bulanık mantık bazlı olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve klasik risk değerlendirme yöntemleriyle hata ölçütleri üzerinden kıyaslanmıştır.

1.3 Orjinal Katkı

Tez kapsamında eğitim ve araştırma hastane verilerinden hareketle iş sağlığı ve güvenliğinde sinirsel bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmış ve risk değerleri hesaplanmıştır. Hastane risk parametrelerinin iş sağlığı ve güvenliğinde sinirsel bulanık mantıkla değerlendirilmesi literatürde ilk kez kullanılmış ve elde edilen sonuçlar hata gösterge ölçütleri bakımından klasik risk değerlendirme yöntem sonuçları ile kıyaslanmıştır.

Ayrıca, L-Matris risk değerlendirme sonuçları, Buckley bulanık analitik hiyerarşi yöntemi ve Bulanık VIKOR yöntemleriyle elde edilen iki aşamalı risk değerlendirme [16] sonuçları sinirsel bulanık mantık bazlı risk değerlendirmesinden elde edilen sonuçlarla hata ölçütleri üzerinden kıyaslanarak iş sağlığı ve güvenliğinde daha kapsamlı çalışmaların gerçekleştirilmesi bakımından literatürdeki yapı zenginleştirilmiştir.

Şiddet, olasılık ve fark edilebilirlik gibi iki ya da üç parametre üzerinden yapılan risk değerlendirmesi çalışmalarına kişisel koruyucu donanım kullanmamaya duyarlılık, bakım yapılmamaya duyarlılık ve sonucu görememezlik olmak üzere farklı parametreler eklenerek kapsam genişletilmesi ve tehlikelerle daha etkin mücadele edilmesi bakımından literatüre katkı sağlanmıştır.

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE KAVRAMLAR VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), İş Sağlığı ve Güvenliği kavramını dört temel konuyu hedef alan çok disiplinli bir faaliyet olarak şu şekilde tanımlamaktadır: (1) iş kazalarını önlemek ve hastalıkları kontrol altına almak suretiyle işçi sağlığının korunması ve geliştirilmesi; (2) sağlıklı ve güvenli iş, çalışma ortamları ve iş organizasyonlarının geliştirilmesi ve desteklenmesi; (3) işçilerin fiziksel, zihinsel ve sosyal refahının artırılması; ve (4) çalışanların toplumsal ve ekonomik olarak verimli yaşamlar yürütmelerini sağlama [17], [18].

2.1 İş Sağlığı ve Güvenliği

İş sağlığı ve güvenliği iş ve işçilerle alakalı süreçlerin tamamında oluşabilecek problemlerin en aza indirgenmesini amaçlayan çalışmalar ve analizlerin tamamıdır. İş sağlığı ve güvenliği bakımından sağlık hizmetleri yapısal zorlukları, hassasiyeti, birbirinden ayrılan ve hızla değişen araç gereç yapısı itibarıyla detaylı inceleme ve araştırma yapılmasını gerektirmektedir [19]. Sağlık hizmetlerinin en önemli parçalarından biri olan işçilerin çalıştıkları yerlerde İSG bakımından güvende olmayacak unsurlarla birlikte olmaları ve bunlara karşı önlemlerin yetersizliği bu konuda farklı yönetmeliklerin oluşturulmasını gerektirmiştir. İSG tehlike sınıflandırılması listesinde sağlık kuruluşlarının iş kazaları ve mesleki hastalıklar bakımından en tehlikeli grupta yer alması sağlık hizmetlerinde kapsamlı ve etkin risk değerlendirmesi yapılmasını zorunlu kılar niteliktedir.

Sağlık hizmetlerinde iş ortamının İSG'ye uygun hale gelmesi iş kazaları ve mesleki hastalıkların belirlenmesi, gerekli önlemlerin oluşturulması, işçinin kendini çalışma ortamından kaynaklı güvende hissetmesi işletmelere, çalışan kişilerin iş etkinliğine olumlu yönde etki etmektedir [20] . Buna ek olarak işçinin kişisel günlük yaşantısından çalışma ortamındaki verimliliğine kadar da birçok noktada olumlu sonuçlar doğuracak gelişmelerin bir sebebi haline gelmektedir. Bu da sistemin benzer şekilde devamlılığı ve gelişimi açısından önemlidir.

Bu noktadan yola çıkarak çalışmamızda sağlık hizmetlerinin ifası sürecinde, sağlık kuruluşlarında iş sağlığı ve güvenliği konusunda var olan tehlikeler ve bu tehlikelere karşı etkili ve kapsamlı İSG risk değerlendirme taslağı oluşturulması hedeflenmektedir. Sistemin geliştirilmesi için risk değerlendirme sonuçları doğrultusunda alınması gereken önlemler de belirtilmiştir.

2.2 İş Sağlığı ve İlgili Kavramlar

Sağlık kavramının değişik kaynaklarda çok sayıda tanımlaması mevcuttur. Uluslararası ölçekte toplumsal sağlık çalışmaları yapan Dünya Sağlık Örgütü(DSÖ), sağlığı "Yalnızca hastalık veya maluliyet durumunun olmayışı değil, şahsın kendini fiziki, psikolojik ve toplumsal açıdan tam bir güvenlik içinde hissetmesidir" şeklinde tanımlamaktadır [21]. Bu tanımlama yaşanan yer, kültür ve anlayışa göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bir bireyin sağlıklı olma ölçütü fiziken bir sakatlık veya hastalığı olmaması ile açıklanamaz. Fiziki açının yanı sıra psikolojik ve sosyal açıdan da güvende olması bireyin sağlıklı olması noktasında diğer ölçütlerdir. Bu noktadan yola çıkarak sağlık kavramı iş sağlığı kavramının temelini oluşturmaktadır [22]. İşçinin, iş veya işyerinde bulunma sürecinde sağlığını tehdit edecek tehlikelere maruz kalmaması ve bunlardan korunması iş sağlığı kavramının sağlıkla olan en temel ilişkidir. İş sağlığı kavramının tanımında işçilerin çalışma ortamından ve işin yapısından kaynaklı tehlikelerden korunması noktası temel noktalaradır.

İş sağlığı, işçilerin çalışma ortamında fiziki ve mental durumlarını araştıran ve gelişmesini amaçlayan bir kavramdır. İş sağlığı açısından insanın en tabi ve temel hakları arasında olan yaşama hakkının çalıştığı ortamdan kaynaklı riske edilmemesi ve korunması en önemli kavramdır [23]. Bunun yanı sıra verimliliğin yüksek seviyede

olması kalite standartlarının artması, sürdürülebilir bir çalışma ortamının oluşması açısından da iş sağlığı sistemin zorunlu bir parçası konumundadır. Bu kavramın işyerlerinden daha kapsamlı şekilde toplumsal bir kültür olarak kavranması sadece işçi-işveren ilişkisi açısından değil toplumun tüm katmanlarınca sağlıklı ve güvenli bir ortamın oluşması bakımından önemlidir [24]. İş sağlığı ve güvenliği kültürünün yaygınlaştırılması amacıyla ulusal ve uluslararası ölçekli çok sayıda hukuki düzenleme mevcuttur. İş sağlığı kavramının açıklamaları doğrultusunda kişinin çalışacağı bölüm de önem arz etmektedir. İşçinin İSG bakımından sorumlu olacağı işte bilinçli ve bilgili olması bunun için de kişinin işin yapısına, işin yapısı da kişiye mümkün olabilecek en üst seviyede uyum göstermelidir [25]. İşçilerin aldıkları eğitim, fiziki ve mental yapılarına uygun işlerde çalışmaları iş sağlığı kavramının hedeflerinin gerçekleşmesi açısından gereklidir. Kişi bu bağlamda kendine uygun bir işte çalıştığı sürece risklerden korunma imkanı artacak ve iş kazalarının sayısı da etkisi de buna bağlı azalabilecektir.

2.3 İş Güvenliği ve İlgili Kavramlar

Güvenlik kavramı emniyet içerisinde bulunmayı ifade eder. İş güvenliği çalışanın işte veya işyerinde bulunma sürecinde karşılaştığı risklere karşı tedbirli olması ve tehlikelerden korunmasını belirtmektedir. İş kazası sonucu meydana gelebilecek ve telafisi mümkün olmayan sonuçlar güvenlik kültürü kavramı oluşturma'nın önemini göstermektedir [26]. Bu her işletmeye ve işin yapısına bağlı olarak değişecek şekilde olmalı ancak tüm toplumca karşılık bularak genele yayılması amaçlanmalıdır. Örneğin çalışmamızda ele alınan sağlık sektörü için ve özelinde de hastaların hastalıklarının giderilmesi amaçlandığı gibi sağlık çalışanlarının da güvenli bir ortamda emniyet içerisinde çalışması amaçlanmalıdır. Kendini güvenli ortamda hissetmeyen sağlık çalışanın hata yapması, işte aksaklık meydana gelmesi kaçınılmazdır [27]. İşçi işveren işbirliği içerisinde güvenlik kültürü sağlanmaya çalışılmalı, buna hizmet edecek taslak, plan ve programlar periyodik olarak hazırlanmalıdır. Sadece işçi ya da sadece işverenin oluşturacağı bir güvenli ortamın başarılı olması mümkün değildir. Sistemsel olarak tüm parçaların güvenlik kültürü oluşmasında etkisi ve katkısı olmalıdır [28].

Tüm dünya genelinde İSG uygulamalarındaki eksikliklerin sonucu olarak her yıl binlerce iş kazası meydana gelmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre her yıl

bir milyondan fazla insan iş kazaları sonucunda hayatını kaybetmekte ve çok daha fazla insansa iş kazaları sonucu fiziksel ve psikolojik zararlar almaktadır [29] . Bu veriler İSG konusunun dünyada ne denli önemli bir konu olduğunu göstermektedir. Sosyal güvenlik kurumunca yayınlanan istatistiki verilere göre Türkiye’de de son yıllarda iş kazası ve meslek hastalığı sebebiyle yaşamını yitiren kişi sayısı artmakta ve bu sebeple sürekli iş göremez duruma gelen kişilerin de hızla arttığı görülmektedir [30]. 2014 yılı özelinde ölümlü iş kazası bir önceki yıla göre %10’dan fazla, bununla paralel olarak iş görememezlik ve meslek hastalığı sayısı da ciddi oranlarda artmıştır. Bu noktada sağlık sektörü için yapılan ilgili istatistiki çalışmalara göre Türkiye mevcut durumda gelişmiş ülkelerdeki ortalama iş kazası sayısı, sürekli iş görememezlik durumunda olan kişi sayısı ve meslek hastalıkları sayıları seviyesi itibarıyla oldukça geridedir. Bu noktalar ele alınarak yasama organı yeni düzenlemelere gitmiş ve iş sağlığı ve güvenliği başlığında 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasasını yürürlüğe sokmuştur. İSG’ye özgü ayrı bir yasa çıkmadan önce iş kazaları ve meslek hastalıklarıyla alakalı hukuki durumlarda farklı düzenlemeler altında incelemeler mevcuttu. Örneğin iş kazası sonrasında meydana gelen maddi ya da manevi zararlar için ayrı ve farklı yasalar ışığında incelemeler mevcuttu. Bu da uygulama noktasında hataları beraberinde getirmekte ve sağlıklı sonuçlar alınması mümkün olamamaktaydı. Bunun yanı sıra Avrupa Birliği (AB) uyum süreci ve ILO direktifleri bakımından İSG mevzuatını kapsayacak ve uyumlu hale getirecek bir yasal zorunluluk doğmuştur. İSG kavramı Türkiye’de son yıllarda toplanan istatistiki iş kazası ve meslek hastalıkları verilerine göre gelişime muhtaç ve değişikliklere açık bir yapıdadır. AB ve ILO direktifleri doğrultusunda İSG politikaları değişikliklere uğrayarak mevcut yasa ortaya çıkmıştır [31]. Yasa öncesinde farklı yasaların belirli noktalarda belirtilen İSG kavramları çıkarılarak tek noktada toplanmıştır.

İSG kavramını oluşturan sağlık ve güvenlik kavramlarının açıklamaları sonrasında bu iki kavramın farklılıkları ortaya konulmuştur. İş sağlığı, işçilerin çalışma ortamında fiziki ve mental durumlarını araştırarak ve gelişmesini amaçlamasını, iş güvenliği ise işte veya işyerinde bulunma sürecinde karşılaştığı risklere karşı tedbirli olması ve tehlikelerden korunmasını belirtmektedir. İşçilerin sağlıklı ve güvenli bir ortamda olmaları ise bu iki kavramın temel amacıdır [32]. İSG bakımından sağlıklı bir ortam işçinin verimliliğini,

güvenli bir ortamda iş yapma kabiliyetini artırmaktadır. Çalışanlara sağlanacak uygun fiziki, psikolojik, sosyal işyeri ortamı iş tehlikelerine karşı proaktif bir yapıda önceden tespit edilmesi ve risklerin en aza indirgenmesinin önceliğidir. İş kazalarına karşı proaktif yaklaşımla alınacak tedbirler için ayrılacak bütçenin iş kazası sonucu ortaya çıkacak zararlardan çok daha uygun ve zorunlu nitelikte olduğu unutulmamalıdır.

2.4 İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yönetim Anlayışı

İSG yapısı itibarıyla yönetsel bir anlayışın sistem içinde olmasını zorunlu kılmaktadır. Yönetimin İSG uygulama ve faaliyetlerine dahil olmadığı, desteklemediği bir işletmede iş güvenliği ve iş sağlığı açısından sorunların çıkması ve büyümesi doğal olacaktır. İSG üzerine yapılan çalışmalar yönetim destekli bir sistemin eksikliğinin iş kazalarının artmasındaki en önemli sebeplerden birisi olduğunu göstermektedir. Bu da İSG uygulamalarının başarısında yönetim anlayışının önemini ortaya koymaktadır. İyi tasarlanmış ve tecrübe edilmiş bir İSG yönetim modelinin uygulanması çalışanların tehlikelere karşı bilinçlendiği, risklerin en az indirgendığı, tüm çalışanların ekip olarak güvenli ve sağlıklı bir ortamda bulunması anlamına gelmektedir. Bununla beraber işçilerin ve işin verimliliği de gelişim gösterecektir. Bu bağlamda iş sağlığı ve güvenliği konusunda yasal zorunluluklara gerek olmaksızın işveren İSG alanı için yatırımları yapmalı ve bunu füzuli bir masraf olarak görmemelidir. Tehlikelerden korunmak olası sonuçlardan korunmadan çok daha az maliyet taşımaktadır. Ayrıca İSG açısından uygun bir ortam oluşturulduğunda hataların göreceli azalacağı böylelikle sürdürülebilir bir başarı yakalanabileceği de unutulmamalıdır.

İşin gerçekleşeceği yerlerde İSG yönetimi bakımından hedef risklerin önceden belirlenerek iş kazası ve meslek hastalıklarının önüne geçilmesi olmalıdır [33]. Bu istenmeyen sonuçlar işyerinde iş gücü ve maddi kayıplara neden olabilecektir. İşyeri bazlı bu sorun yerel bazda kalmayarak toplumsal travmalara sebebiyet verebilecektir. 13 Mayıs 2014 tarihinde yaşanan Soma faciası buna örnektir. Oluşan insani kayıp maddi kaybın çok ötesinde olmuştur ve bu travmanın atlatılmasının kolay bir durum olmadığı açıktır. İşyeri çalışma noktalarında sıkça yazıldığı gibi gerçek uygulama ve yönetsel kararlarda da önce iş güvenli bir ortam oluşturulmalıdır. Yönetim çalışanlara İSG konusunda periyodik eğitimler vermeli ve bilgilendirmelidir. Ayrıca her

bir bölüme özgü İSG sorumluları belirlenmeli ve tüm çalışanlarca bilinmelidir. Yönetimsel bazda hazırlanacak bir İSG planlaması da periyodik halde kontrol edilmeli ve güncellenmelidir. Güvenli ve sağlıklı bir işyeri sağlıklı bireyler sağlıklı ve verimli bir iş ve en nihayetinde sağlıklı bir işleyiş anlamındadır. İSG yönetimsel uygulamalarda işleyişin her bir parçası risk değerlendirmesi ve uygulamaları sürecine dahil olmalı ve takım çalışması benimsenmelidir.

2.5 İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Değerlendirmesi

İSG, çeşitli endüstrilerin işyerinde çalışan sağlığı, emniyeti ve refahı kapsar [34]. İSG'nin kötü yönetiminden dolayı en çok etkilenen endüstrilerden biri olan sağlık sektörü, sağlık kurumlarındaki sağlık ve güvenlik standartlarını dünyada ve Türkiye'de de artırmayı amaçlamaktadır. Hastaneler, bölümleri özelinde çalışanların sağlığını potansiyel olarak etkileyebilecek birçok benzersiz tehlikeye sahiptir [35]. Bu tehlikeler, işyerinde kazaların artmasına, hem hastaların hem de sağlık personelinin güvenliğini antagonistik olarak etkiler ve verimliliği ve çalışma performansını düşürür. Türkiye'nin son zamanlarda önemli gelişmeler göstermesi ve hızlı bir ekonomik büyüme sergilemesine rağmen, İSG uygulamaları tam olarak pratikte uygulanmamaktadır ve sağlık endüstrisi için gerekli özen gösterilememiştir. Sağlık sektöründe İSG politikasının ve uyumluluğunun daha net bir şekilde görülebilmesi için 6331 sayılı yeni İSG Kanunu ile de risk değerlendirmesi zorunluluk hükmünü taşımaktadır. Bu nedenle, bu çalışma sağlık personeli için hastane tabanlı bir İSG risk değerlendirmesi sunmayı ve sağlık hizmetlerinin geliştirilmesi ve planlanmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Öte yandan, İSG risk değerlendirmesi, sağlık endüstrisinin planlanması ve yönetimi konularında çeşitli yaklaşımlar içermektedir. Literatürdeki bir çalışmada bulanık küme teorisine dayalı bulanık bir FMEA ve genel anestezi prosesi risk değerlendirmesi için başarısızlık modlarının önceliklendirilmesi için VIKOR metodu önerilmiştir [6]. FMEA'nın üç parametresi bulanık küme teorisi ile ağırlıklandırılmış ve hata modlarının risk öncelikleri genişletilmiş VIKOR yöntemi ile belirlenmiştir. Başka bir çalışmada [7] bir hastanenin genel anestezi sürecinde Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHP), entropi ve Bulanık VIKOR (BVIKOR) yöntemleri ile birlikte yeni bir FMEA yaklaşımını uygulamıştır. Diğer bir çalışmada da [12] tıbbi cihazların önceliklendirilmesi için en iyi

bakım stratejisini seçmek için üç aşamalı bir risk temelli önceliklendirme yapısı önermiştir. Birincisi, bulanık FMEA, çeşitli risk değerlendirme faktörleri göz önüne alınarak uygulanmıştır. İkincisi, tehlikeler ve risklerin her yönünü göz önüne almak için kullanımla ilişkili tehlikeler, yaş ve kullanım gibi yedi boyut uygulanmıştır. Son olarak, önceki iki basamağın skorlarına göre her bir cihaz için en uygun bakım stratejisini belirlemek için basit bir yöntem kullanılmıştır. Bulanık küme teorisine ve MULTIMOORA yöntemine dayanan arıza modlarının riskini değerlendirmek için yeni bir risk öncelik modelini önerilmiştir [36]. Ayrıca, bebeğin kaçırılmasını önlemeyle ilgili bir vaka çalışması da sunulmuştur.

Önceki çalışmaların gözden geçirilmesinden yola çıkılarak, mevcut çalışmanın hastane riski değerlendirmesi ile ilgili literatüre bazı açılardan katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır:

Net bir risk parametresi hesaplamasının eksikliklerini ortadan kaldıran ve tutarsızlığı azaltan bulanık mantık tabanlı bir yapı karar vermede kullanılmıştır. Klasik İSG risk değerlendirme yöntemlerinden farklı olarak karar vericiler, parametre ağırlıklarını sinirsel bulanık dil ölçeği ile atamaktadır. Sinirsel bulanık mantığın avantajı olan karar vericiler için kararlarını açıklama yönünde oldukça uygun bir yapı sağlamıştır. Klasik İSG risk değerlendirme yöntemlerinde iki (örn. karar matris yöntemi) veya üç (örneğin Fine-Kinney yöntemi, Başarısızlık Modları ve Etki Analizi-FMEA yöntemi) risk parametreleri bulunur. Bu çalışmada parametre sayılarının artırılması, daha esnek şekilde kullanımına ortam sağlayacak böylelikle daha kapsamlı ve tutarlı bir risk değerlendirme modeli sunulacaktır. Bu çalışma iş sağlığı ve güvenliğinde sinirsel bulanık mantık yaklaşımının hastane bazlı uygulandığı ülkemizdeki ilk risk değerlendirmesi çalışmasıdır.

2.6 Risk Değerlendirmesinde ÇKKV Yöntemleri

Risk değerlendirmesi riski oluşturan unsurlara ait verilerle hesaplanarak sonuçlandırılması ve bunlara ait olasılıkların analiz çalışmalarını içerir. Temelde nitel ve nicel olarak ikiye ayrılan risk analizi ÇKKV yöntemleri sayesinde karmaşık yapıdaki sistemlerin birden fazla kriterle ifade edilmesi ile daha etkin şekilde gerçekleştirilebilmektedir. ÇKKV yöntemleri farklı alternatif ve parametre sayılarının

birden çok olduğu durumlarda karar vericilerin karar sonucunu mümkün olduğu kadar kolay, hızlı ve etkin şekilde elde etmesini sağlar.

2.6.1 Analitik Hiyerarşi Süreci

AHP Thomas L. Saaty tarafından somut olmayan ölçütlerin bir ölçme teorisi olarak kullanılması amacıyla önerilmiştir. AHP, bir hedef, kriter ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik ÇKKV problemine dayanmaktadır. Her hiyerarşik seviyede, Saaty'nin 1-9 arasındaki ölçekten alınan sayısal değerleri kullanılarak ikili kıyaslama yapılır. İkili kıyaslamalar, özdeğerler yöntemi kullanılarak hiyerarşinin her bir elemanının matrislerinin yerel özdeğer vektörünü sentezlemek için kullanılır. Bu matrisler pozitif ve karşılıklıdır. Belirli bir oran ölçeğinde ölçülen elemanın göreceli önceliğini verir [37]. Buna ek olarak, AHP, karar vericilerin aşağıda gösterildiği gibi hesaplanan tutarlılık oranını (CR) kontrol etmelerine de izin verir.

AHP hiyerarşi modelinin oluşturulması, kriter ve seçenek ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması, kriter ve seçenek önem ağırlıklarının çarpımlarıyla öncelik değerlerinin bulunması aşamalarından oluşmaktadır. Hiyerarşi modeli en üstte amaç, amacın altında amaç doğrultusunda seçimi etkileyen ana ölçütler, olası alt ölçütler ve alternatifler şeklinde hiyerarşik kurgu şeklinde modelden oluşmaktadır. İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulur ve bunlara karşılık gelen dilsel ifadeler atanır. Yapılan ikili kıyaslamalar sonucu önem ağırlık değerleri belirlenir. Kriter ve seçenekler arasında tutarlılığın sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmek amacıyla tutarlılık oranı hesaplanır ve kontrol edilir. Bu oran 0,1'in altında ise kabul edilebilir üstünde ise kabul edilemez nitelik taşımaktadır. AHP'de tutarlılık oran değeri kabul edilebilir değilse ikili karşılaştırmalar revize edilmeli matris yeniden oluşturulmalıdır. λ_{max} en büyük özdeğer, CI tutarlılık indeksi, RI rastsal tutarlılık indeksi ve n karşılaştırılan öge sayısı (matris boyutu) olmak üzere tutarlılık indeksi eşitlik 2.1 ve tutarlılık oranı(CR) eşitlik 2.2'de gösterildiği şekilde hesaplanır.

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (2.1)$$

$$CR = CI / RI \quad (2.2)$$

Matris boyutlarına bağlı rastsalılık indeks değerleri Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Farklı boyuttaki matrisler için rastsal tutarlılık indeksi

Matris Boyutu (n)	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49	1.51

2.6.2 Buckley Bulanık AHP

BAHP yaygın olarak kullanılan bulanık ÇKKV yöntemlerinden biridir. Geleneksel AHP öznel düşünce biçimini sağlayamadığı için BAHP, bulanık ortamda hiyerarşik problemleri çözmek için önerilmiştir. Bulanık ÇKKV literatüründe önerilen birden fazla BAHP yöntemi vardır. Buckley [38] üyelik fonksiyonu yamuk olan karşılaştırma oranlarının bulanık önceliklerini önermiştir. Chang [41] ikili kıyaslama biçimi için üçgen bulanık sayıların kullanılması ve bu karşılaştırmaların sentetik kapsam değerleriyle kapsamlı analizini içeren bir BAHP yaklaşımı geliştirmiştir. Hastanelerde iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi: “İki aşamalı bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımı kullanılarak bir vaka çalışması” makalesi uygulamasında Buckley yöntemi kullanılmıştır [16]. Bununla birlikte, diğer yöntemlerin bazı kısıtlamaları vardır. Örneğin, kapsam analizi yöntemi, bulanık karşılaştırma matris bilgilerini tam olarak kullanamaz ve seçim kriterlerine karşı irrasyonel sıfır ağırlık oluşturabilir [40]. Yapılan çalışmada [16] takip edilen Buckley'in BAHP yönteminin basamakları aşağıda verilmiştir [39], [40].

Adım 1: Hiyerarşi sistemindeki tüm kriterler arasında ikili kıyaslamalı karşılaştırmalar yapılır. Dilbilimsel terimler, hangi iki ögenin / ölçütlerin daha önemli olduğunu soran soruyla atanır;

$$\tilde{M} = \begin{pmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ 1/\tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/\tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (2.3)$$

$$\tilde{a}_{ij} = \begin{cases} \tilde{1}, \tilde{3}, \tilde{5}, \tilde{7}, \tilde{9} & \text{Kriter i'nin kriter j'ye göre göreceli önemi} \\ 1 & i = j \\ \tilde{1}^{-1}, \tilde{3}^{-1}, \tilde{5}^{-1}, \tilde{7}^{-1}, \tilde{9}^{-1} & \text{Kriter j'nin kriter i'ye göre göreceli önemi} \end{cases} \quad (2.4)$$

Adım 2: Bulanık geometrik ortalama matrisi geometrik ortalama tekniği kullanılarak tanımlanır.

$$\tilde{r}_i = \left(\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in} \right)^{1/n} \quad (2.5)$$

Adım 3: Her kriterin bulanık ağırlıkları aşağıdaki denklem (2.6) ile elde edilir.

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes \left(\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n \right)^{-1} \quad (2.6)$$

Bu noktada, $\tilde{w}_i$ kriter i'nin bulanık ağırlığı ve $\tilde{w}_i = (lw_i, mw_i, uw_i)$

lw_i, mw_i, uw_i sırasıyla kriter i'nin bulanık ağırlığının alt, orta ve üst değerlerini ifade eder.

Adım 4: Denklem (2.7) 'de olduğu gibi en iyi bulanık olmayan performansı (BNP) bulmak için Ağırlık Merkezi (COA) yöntemi kullanılır;

(l, m, v) i. alternatife (kriter) ait ağırlık değerlerinin alt, orta ve üst performans değerleri olmak üzere i.kriter bulanık ağırlığı

$$w_i = [(uw_i - lw_i) + (mw_i - lw_i)] / 3 + lw_i \quad (2.7)$$

şeklinde hesaplanır.

2.6.3 Bulanık VIKOR

VIKOR (Optimizacija Optimizacija I Kompromisno Resenje), çok kriterli optimizasyon problemleri ve uzlaşık çözümleri için Opricovic [42] tarafından geliştirilen spesifik olarak karar vericinin sistem tasarımının başında tercihlerini belirleyememesi veya bilmemesi durumunda karar verme noktasında yardımcı olan ÇKKV yöntemlerinden biridir. Alternatifleri sıralayıp "ideal" e en yakın uzlaşık çözümünü belirler. Bu yöntemin bulanık hali BVIKOR, VIKOR'daki ölçüt ve alternatiflerin bulanık değerlendirmelerini içerir. VIKOR tabanlı uygulamalar ve bunların bulanık uzantılarıyla ilgili olarak araştırmacılar çalışmayı inceleyebilirler [16]. BVIKOR yönteminin basamakları aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

Adım 1: Bulanık karar matrisi elemanlarının kriter ağırlıkları ve alternatifleri için durulaştırılması ve kesin değerlere dönüştürülmesi. Bulanık bir sayı, (2.8) numaralı denklemle kesin bir sayıya dönüştürülebilir:

$$a = \frac{a_1 + 4a_2 + a_3}{6} \quad (2.8)$$

Adım 2: Tüm kriter ($j = 1, 2, \dots, n$) ve alternatif ($i = 1, 2, \dots, m$) derecelendirmelerinin en iyi ve en kötü değerleri denklem (2.8) - (2.9) kullanılarak belirlenir.

$$f_j^* = \max_i \{x_{ij}\}; f_j^- = \min_i \{x_{ij}\} \quad \text{Fayda Kriteri} \quad (2.9)$$

$$f_j^* = \min_i \{x_{ij}\}; f_j^- = \max_i \{x_{ij}\} \quad \text{Maliyet Kriteri} \quad (2.10)$$

Adım 3: Alternatifler için S_i ve R_i değerleri denklemler (2.6) ve (2.7) kullanılarak hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \frac{f_j^* - x_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \quad (2.11)$$

$$R_i = \max_j w_j \frac{f_j^* - x_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \quad (2.12)$$

w_j : j. kriterin ağırlık değeri

Adım 4: Q_i değerleri Denklem (2.13) kullanılarak hesaplanır.

$$Q_i = v \frac{S_i - S^*}{S^- - S^*} + (1-v) \frac{R_i - R^*}{R^- - R^*} \quad (2.13)$$

Bu noktada $S^* = \min_i S_i; S^- = \max_i S_i; R^* = \min_i R_i; R^- = \max_i R_i$ ve v sırasıyla maksimum grup yararına stratejinin ağırlığını (uzlaştırıcı çoğunluk kuralı) ve $1-v$ bireysel pişmanlığın ağırlığıdır.

Adım 5: Alternatifler artan sırayla S , R ve Q değerleri ile sıralanır.

Adım 6: Bir uzlaşık çözüm olarak, aşağıdaki iki koşulun sağlanması durumunda, Q ölçüsü (minimum) tarafından en iyi sıralanan alternatif ($A^{(1)}$) önerilir.

Koşul 1: "Kabul edilebilir avantaj": $Adv \geq DQ$ En iyi ve en iyiye en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunun kanıtlanmasını içeren koşuldur.

Bu noktada $Adv = [Q(A^{(2)}) - Q(A^{(1)})] / [Q(A^{(J)}) - Q(A^{(1)})]$ alternatifin avantaj oranıdır ve $A^{(1)}$ ilk sıradadır. $A^{(2)}$ $\{A\}_Q$ içindeki ikinci sıradaki alternaniftir ve devamındaki aşamalar $DQ = 1 / (J - 1)$ şeklindedir.

Koşul 2: "Karar vermede kabul edilebilir istikrar": Elde edilen uzlaşık çözümün istikrarlı olduğunun kanıtlanması açısından şu koşulun sağlanması gerekir: En iyi Q_i değerine sahip P1 alternatifi, S ve R değerlerinden en az bir tanesinde en iyi skoru elde etmiş olmalıdır.

$A^{(1)}$ alternatifi de S ve/veya R'ye göre en iyi sırada olmalıdır. Uzlaşık çözüm, karar verme sürecinde sabit olarak kalmakta bu da maksimum grup yarar stratejisi ($v > 0.5$ olmalıdır) veya oybirliği ile ($v \cong 0.5$) veya veto ile ($v < 0.5$) olabilmektedir.

Bu noktada v maksimum grup yararı karar verme stratejisinin ağırlığıdır. Koşullardan biri gerçekleşmezse, uzlaşık çözümler seti önerilir ve bu çözüm aşağıdakilerden oluşur:

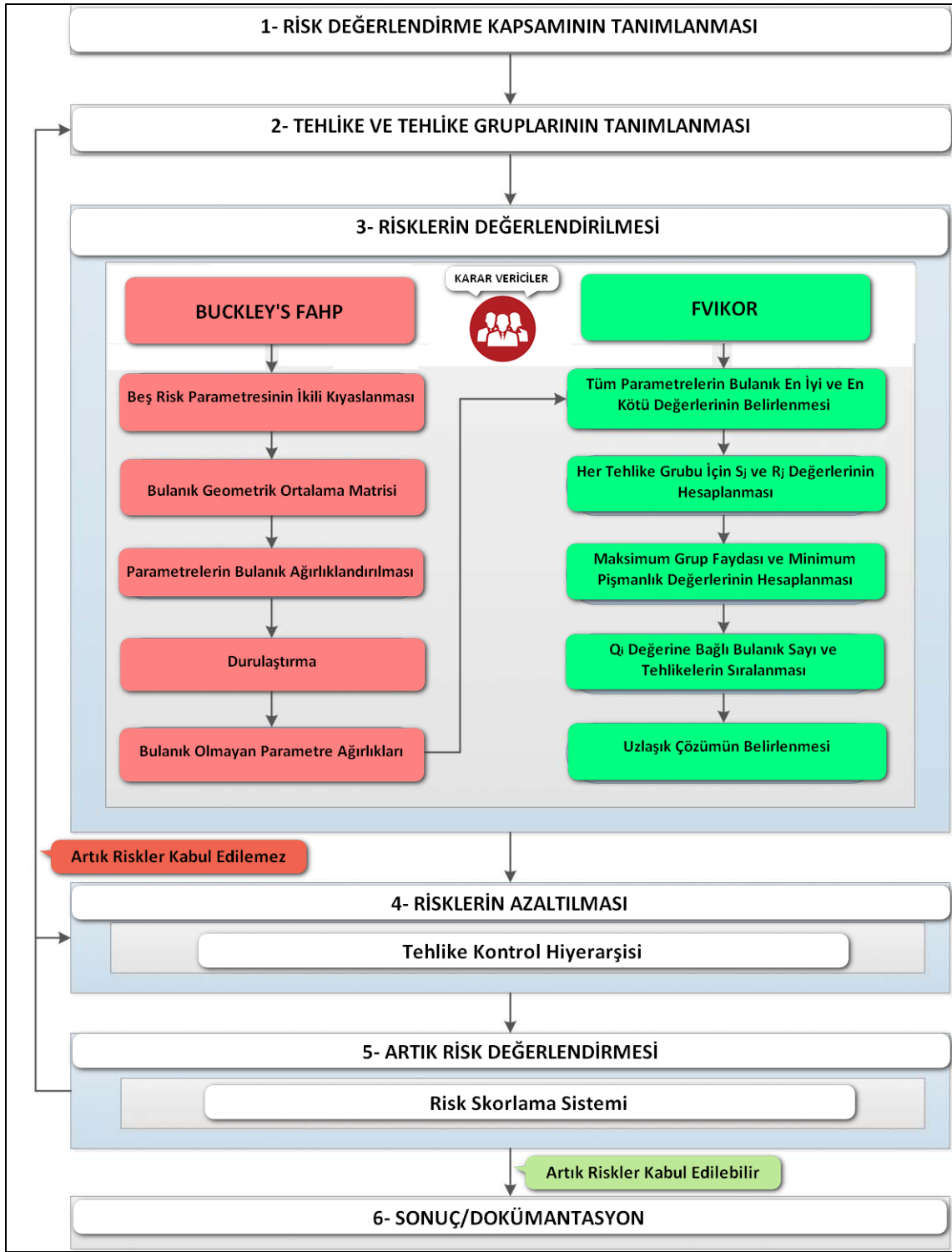
- Alternatifler $A^{(1)}$ ve $A^{(2)}$ sadece 2.koşul sağlanmazsa veya
- Alternatifler $A^{(1)}$; $A^{(2)}$; . . . ; $A^{(M)}$ koşul 1 gerçekleşmezse ; $A^{(M)}$ $Q(A^{(M)}) - Q(A^{(1)}) < DQ$ ilişkisindeki maksimum M (bu alternatiflerin konumu yakınlık içindedir) ile belirlenir.

2.6.4 İki Aşamalı Bulanık Risk Değerlendirme Yaklaşımı

Ortak bir risk değerlendirme çerçevesi yedi ana adımdan oluşur. İlk adım, risk değerlendirmesinin kapsamını belirlemektir. İkinci aşamada, tehlikeler veya tehlike grupları açıklanmaktadır. Üçüncü adım tehlikeleri değerlendirmektir. Yapılan çalışmanın odak noktası bu adımın içindedir. Bu adımda, Buckley BAHP'si, beşli risk parametrelerini ikili kıyasla karşılaştırma ve bulanık dilsel değerlendirmeleri dikkate alarak ağırlıklandırmak için kullanılmıştır. Literatürde, klasik İSG risk değerlendirme yöntemleri, özellikle iki (karar matris yönteminde olasılık ve şiddet) veya üç (Fine-Kinney yönteminde şiddet, olasılık ve sıklık) ve risk faktörlerinin ortaya çıkışı, şiddeti ve algılanmasını dikkate alır. Bu basit ve kolay uygulanabilir olmasına rağmen, bazı kusurları içermektedir [8], [42]. Birincisi, bu iki veya üç parametrenin ağırlıkları çoğunlukla dikkate alınmamaktadır. İkincisi, parametreler üzerindeki farklı yargı kombinasyonları tamamen farklı bir manaya yol açabilir. Örneğin, yüksek ihtimal ve

düşük şiddette tehlikeler düşük olasılık ve yüksek şiddette tehlikelerle aynı seviyede sınıflandırılabilir. Üçüncüsü, risk değeri yalnızca iki veya üç değerlendirme parametresini dikkate alır, çalışma ortamı ve insan faktörleri gibi diğer parametreleri ihmal eder. Bu nedenle, bu çalışmada şiddet, olasılık, sonucu görememezlik, bakım yapılmamaya duyarlılık ve kişisel koruyucu ekipman (KKD) kullanmamaya duyarlılık olmak üzere beş parametre ele alınmaktadır. Bu parametrelere göre tehlikelerin öncelik sıraları daha sonra BVIKOR yöntemi ile belirlenmektedir.





Şekil 2.1 İki aşamalı bulanık yaklaşım akış şeması

Dördüncü adım riskleri azaltmaktır. Bu adım, tehlike kontrol hiyerarşisini kullanarak önemli risklerin hızlı bir şekilde ortadan kaldırılması için sürecin daha verimli hale gelmesini sağlar [43]. Risk azaltma gerçekleştirildikten sonra, seçilen önlemlerin riskleri etkin bir şekilde azalttığını doğrulamak için ikinci bir değerlendirme yapılmaktadır. Artık

riskleri değerlendirmek için gerçekleştirilen bir adımdır. Genel süreç, bundan sonra bir karar aşamasını izlemektedir. Risk değerlendirme ekibi, risklerin kabul edilebilir bir seviyeye indirildiğine karar verir. Son adım, sonuçları ve belgelendirmeyi içerir [44], [45].

2.7 5X5 Matris Risk Değerlendirme Metodolojisi

Risk değerlendirmesi, karar matrisi tekniği olarak da bilinen 5x5 matris yöntemi risk sınıflandırmasını hem şiddet hem de olasılık parametreleri boyutunda inceleyen bir karar temelinde ölçen, İSG risk analizinde çok kullanılan bir yaklaşımdır. Bu yöntemle şiddet ve olasılık çarpılarak bir risk değeri ölçütü elde edilir.

Başlangıçta şiddet ve olasılık derecelerinin ölçülmesi bu yöntemle belirlenir. (Çizelge 2.3 ve 2.4) Daha sonra, risk matrisi ve karar verme tablosu oluşturulur (Çizelge 2.5). Risklerin kabul edilebilirliği de Çizelge 2.6'ya göre yorumlanır.

Çizelge 2.2 Olasılık derecelendirme çizelgesi [5]

İhtimal (İhtimal Değeri)	Ortaya Çıkma Olasılığı İçin Derecelendirme Basamakları
Çok küçük (1)	Hemen hemen hiç
Küçük (2)	Çok az (yılda bir kez), sadece anormal durumlarda,
Orta (3)	Az (yılda birkaç kez)
Yüksek (4)	Sıklıkla (ayda bir)
Çok yüksek (5)	Çok sıklıkla (haftada bir, her gün), normal çalışma şartlarında

Çizelge 2.3 Şiddet derecelendirme çizelgesi [5]

Şiddet (Şiddet Değeri)	Derecelendirme
Çok hafif (1)	İş saati kaybı yok, hemen giderilebilen, ilk yardım gerektiren
Hafif (2)	İş günü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan ayakta tedavi
Orta (3)	Hafif yaralanma, yatarak tedavi/yaralanma
Ciddi (4)	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
Çok ciddi (5)	Ölüm, sürekli iş göremezlik

Çizelge 2.4 Risk skor değerlendirme matrisi [5]

RİSK SKORU	ŞİDDET				
İHTİMAL	1 (çok hafif)	2 (hafif)	3 (orta derece)	4 (ciddi)	5 (çok ciddi)
1 (Çok Küçük)	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2 (Küçük)	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3 (Orta Derece)	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4 (Yüksek)	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
5 (Çok Yüksek)	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Tolere Edilemez 25

Çizelge 2.5 Risk skoru değerlendirme matrisi [5]

Tolere edilemez Katlanılamaz Riskler (25)	Belirlenen risk kabul edilebilir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı, eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Alınan önlemlere rağmen riski düşürmek mümkün olmuyorsa faaliyet engellenmelidir.
Önemli Riskler (15,16,20)	Belirlenen risk azaltılınca kadar iş başlatılmamalı, eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Risk işin devam etmesi ile ilgiliyse acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir.
Orta Düzeydeki Riskler (8,9,10,12)	Belirlenen riskleri düşürmek için faaliyetler başlatılmalıdır. Risk azaltma önlemleri zaman alabilir.
Katlanılabilir Riskler (2,3,4,5,6)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol proseslerine ihtiyaç olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir.
Önemsiz Riskler (1)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol prosesleri planlamaya ve gerçekleştirilecek faaliyetlerin kayıtlarını saklamaya gerek olmayabilir.

Yapılan çalışmada, uzmanların dilsel değişkenleri kullanarak 5x5 matris yönteminin iki parametresini değerlendirmesine olanak tanıyan bulanık bir yaklaşım önerilmiştir:

(1) Net bir risk skoru hesaplamasındaki eksikliklerin üstesinden gelmek ve (2) karar vermedeki tutarsızlıkları azaltmak. Klasik 5x5 matris yöntemi, şiddet ve olasılık için eşit bir ölçüt ağırlığına dayandığı için bir sınırlama ve tutarsızlık getirebilmektedir.



SAĞLIK SEKTÖRÜ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ÇALIŞMALARI VE SON DURUM

Türkiye'de sağlık sektörü ilgili kurumlarda sağlık ve güvenlik standartlarını geliştirmeyi amaçlamaktadır. Sağlık sektöründeki en büyük işveren grubu olan hastaneler, kimyasal riskler, biyolojik riskler, fiziksel riskler, ergonomik riskler ve psikososyal riskler olarak sınıflandırılan önemli tehlikelerle karşı karşıyadırlar [29]. Bu risk faktörleri, işyerinde kazaları artırmakta, hem hastaların hem de sağlık personelinin güvenliğini psikolojik olarak etkilemekte, verimlilik ve iş performansını düşürmektedir. Türkiye ekonomik boyutta önemli ilerlemeler gösteriyor ve kendi coğrafyasında göreceli hızlı büyüme gösteriyor olsa da, İSG uygulamaları tam ve etkin olarak uygulanamamaktadır ve sağlık endüstrisi için gerekli özen gösterilememiştir. Bu nedenle, çalışma sağlık personeli için riskleri değerlendirmeyi, sağlık hizmetlerinin planlanmasına katkıda bulunmayı ve düzenlemeleri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

3.1 Sağlık Politikaları ve Yapılan Çalışmalar

Tüm işletmelerde üst yönetimce onaylanmış ve takip edilen periyodik olarak planlanmış, gelişme ve güncellemelere açık bir İSG politikası olmalıdır.

Planlama İSG politikasının ilk aşamasıdır. Bu plan çerçevesinde işletme yapısı ve işyerleri bazında tüm tehlikeler tanımlanmalı ve çalışanlar bunlara karşı bilgilendirilmelidir. Her bir bölüme özel İSG güvenlik sorumluları belirlenmeli, sürekli ve sürdürülebilir bir başarı amaçlanmalıdır. Bunun yanısıra orta ve büyük ölçekli işletmelerde işletmenin yapısına uygun yönetmelikler hazırlanarak taslak planlar oluşturulmalıdır.

Bu yönetmeliklerin çalışanlarca bilinmesi için eğitimler ve seminer verilmeli ve periyodik olarak test edilmelidir. İSG politikası gereği kontrol mekanizması önem taşımaktadır. Sağlık hizmetleri sektöründe daha da önem kazanan kontrol anlayışı sonucu ölümlere varacak iş kazalarının önüne geçilmesinde kritik rol almaktadır. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın (ÇSGB) kısa ve orta vade politikaları incelendiğinde temel amacın İSG ile ilgili bir veri arşivi oluşturmak ve bunları periyodik bazda değerlendirmek olduğu belirtilmiştir [33]. Sektörel bazda yapılacak bu çalışmalar sonucu iş kazaları ve meslek hastalıklarıyla daha etkin bir mücadele yapılma imkanı artacaktır. 2. bölümde örneklendirildiği gibi Türkiye İSG alanında bulunduğu düzeyden daha üst seviyelere çıkmak için daha etkin politikalara ve bunları takibine ihtiyaç duymaktadır. Yapılan çalışmalarda Türkiye'de sağlık hizmetleri alanında risklerin ve meslek hastalık tanılarının yapılması konusunda eksik ve aksaklıkların mevcut olduğu görülmüştür. Bu eksikliklerin temelinde İSG eğitimi noktasında istenilen seviyede olunmaması başı çekmektedir. Sağlık hizmetleri gibi tehlike sınıflandırılmasında üst düzey risk taşıyan işletmelerde eğitimsel çalışmaların sayısının artırılması ve projelendirilmeleri gereklidir. Sağlık hizmetleri risk değerlendirmesi çalışmasında çalışanların İSG eğitim ve araştırmalarına katılım ve ilgilerinin oldukça düşük seviyede olduğu da gözlenmiştir. Türkiye'nin 2023 vizyonu ışığında amaçladığı seviyeye ulaşmada İSG politikalarında yakalanacak başarılarla ihtiyacı olduğu kesindir. Bu konuda hem devlet hem özel sektör bazında arge çalışmalarına daha fazla yatırım yapılması isabetli olacaktır. Bir kültür halinde İSG politikası oluşturmak için işletmelerin de çalışanların da işbirliğinde katılımına ve teşvik edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Tüm işletmelerde olduğu gibi yönetim sistemi işyerinde elde edilecek başarının anahtarıdır. Aynı noktada İSG yönetimi uygulamalarının da organizasyonel tarzda hazırlanarak tüm işletmede etkili olması gereklidir. İSG sorumluluklarının etkin ve başarılı şekilde yerine getirilebilmesi için yönetimin desteği zorunludur. Sağlık hizmetleri bazlı İSG yönetim sistemi için de bunlar geçerli ve kritik önemdedir [28]. Sağlık hizmetlerinde çalışanların kendisini güvende hissetmesi ve sağlıklı olması çalışmalarda daha başarılı sonuçlar vermeye katkı sunacaktır. Sağlık hizmet çalışanları iş yapısı gereği her gün birçok tehlikeli durum ile karşı karşıya kalmakta ve bunlardan azami ölçüde kendisini korumaya çalışmaktadır. Bireysel bazda tehlikelerden korunmak

sağlık hizmetlerinde mümkün değildir. Bu sebeple İSG yönetim ve kontrol sisteminin etkin olarak kurulması işyerinde başarıyı ve tehlikelere karşı korunmayı daha etkin biçimde sağlayacaktır [26].

3.2 Sağlık Personelinin Çalışma Koşulları ve Eğitimsel Eksiklikler

Sağlık hizmetlerinde çalışanlar şu şekilde kategorize edilmiştir (ILO-ÇSGB);

1) Doktorlar

2) Diğer profesyonel meslekler: diş hekimi, psikolog, fizyoterapist, eczacı, diyetisyen vb.

3) Sağlık memurları, hemşire ve ebe

4) Diğer sağlık elemanları: EKG-EEG teknisyeni, anestezi teknisyeni, diş teknisyeni, radyoloji teknisyeni vb.

5) Diğer çalışanlar: güvenlik görevlisi, sekreter, şoför vb.

Ülkemizde artan nüfus yeni açılan hastaneler ve ekonomik büyüme mevcut sağlık personelinin yetersizliğini doğurmuş ve çalışan sayısı son yıllarda gözle görülür bir artış göstermiştir. Sağlık sektöründe çalışanların verdiği hizmet sırası veya sonrasında maruz kaldığı tehlike ve risklerin önemini de barındıran çalışmada bölüm bazında ve toplam sistemde olan riskler ve buna bağlı alınması gereken önlemler üzerinde durulmuştur.

Sağlık hizmetleri sektöründe tüm çalışanların sisteme dahil olduğu İSG politikası için çalışanlar tehlikeleri ve riskleri tanımalı ve tanımlayabilmeli, buna bağlı alınacak önlemler konusunda yetkin seviyede olmalıdır. Bunun yanı sıra sahip olduğu yasal yükümlülükleri de bilmeli ve araştırmalıdır. Bu noktada yeni yönetmelikler ve yeni İSG yönetim sistemleri konusunda yönetimsel olarak çalışanlara eğitimler verilmeli ve bilinçlendirilmelidirler [34]. Sağlık hizmetleri sektörü tehlike sınıfı itibarıyla İSG’de teorik eğitimin yanında pratik eğitimin daha ağırlıkta olduğu bir yapıyı gerektirir. Devlet tarafından sağlık hizmet çalışanlarının İSG ile alakalı bilgilendirilmesi ve rehber niteliğinde olması için yönetmelikleri mevcuttur. Bu ve buna benzer yönetmelikler de güvenlik, sağlık ve hizmet kalitesinin artması için takip edilmelidir. Güvenli ve sağlıklı bir

işyeri ortamının sürekliliğinin sağlanması için yönetmelikler ve dünyada başarılı İSG uygulamaları takip edilmeli, uzmanlarca oluşturulmuş bir İSG ekibi oluşturulmalıdır.

Bunun yanı sıra iş kazaları ve mesleki hastalıklarının oluşmasının engellenmesi ve en aza indirgenmesi amacıyla yasalarla zorunlu da tutulan eğitimlerin etkin şekilde verilmesi gerekir. Eğitim içerikleri sektörel bazda belirlenen risklerin anlatılması, değişen yapı ve teknolojiye göre periyodik güncellenerek hazırlanmalıdır. Tehlike sınıflarına göre verilecek eğitimlerin sayıları ilgili yönetmeliklerden takip edilmeli, bu sayılar minimum olarak algılanarak planlama yapılmalıdır. Sağlık işletmelerinde ortaya çıkan iş kazaları sonrasında tehlikelerin nelerden kaynaklandığı detaylı şekilde risk değerlendirmeleri ile tespit edilmeli ve kazanın sebeplerinin içeriğe dahil olduğu eğitimler verilmelidir.

İSG'nin hedefi, sağlık çalışanlarının sağlığının ve güvenliğinin geliştirilmesi, başka bir ifadeyle çalışma ortamında sağlığa zarar veren fiziki, kimyasal, biyolojik, psikolojik, ergonomik tehlike ve risklerin, meslek hastalıkları ve iş kazalarının olmadığı güvenli çalışma ortamının sağlanmasıdır. Bu da çalışma ortamında tarafların işbirliği ve İSG politikasını oluşturmasıyla mümkündür. Takım çalışmasını daha etkin hale getirebilecek yapıda eğitim konusunda gereken hassasiyet gösterilmelidir. Çalışan insanların iş kazası ve meslek hastalıklarına uğramalarının temel nedenlerinden birisi de İSG hususunda bilgi ve eğitim eksikliğidir. Dünya çalışma örgütlerinin tüm çalışmalarında en önemli husus olarak İSG eğitimleri öncelikli konumdadır. Verilecek seminer ve eğitimler, güvenli ve sağlıklı çalışma ortamlarının oluşmasında çalışanlar ve hastalar için kritik öneme sahiptir. İSG eğitimleri hukuki zorunluluğu bir tarafta olmak üzere çalışanlar ile işyerlerinde sağlıklı ve güvenli bir ortamın oluşması bakımından yayılması gerekmekte ve genel toplumsal İSG kültürü oluşması amaçlanmalıdır. Sağlık işletmelerinin en temeli olan hastane yapısı gereği sağlık çalışanları çeşitli risklerle karşı karşıyadır. Yapılan çalışmada da olduğu gibi eğitimler tehlike sınıfları, bölüm bazlı kategorize edilmiş haliyle verilmelidir. Sağlık kurumlarında genel İSG eğitimleri verilmesi yeterli görülmemelidir. Hastane bazlı bir İSG eğitimde içerik bölüm bazlı farklılıklar göstermeli ve ayrışmalıdır. Her bir bölümün içerdiği riskler aynı kategoride değildir. Bu nedenle İSG eğitimleri işletmelerin yapılarına ve risk düzeylerine göre belirlenen aralıklarda genel ve

bölüm bazlı olarak verilmeli, çalışanların aktif katılımı sağlanmalı ve periyodik uygulamalarla da test edilmelidir.

3.3 Sağlık Sektöründe İş Sağlığı Kavramı

İSG uygulamaları tüm sektörlerde geçerli olmakla birlikte işyerlerinin niteliği bazında farklılıklar gözlemlenebilmektedir. Sağlık işletmelerinin temelini oluşturan hastaneler bakanlıkça hazırlanan tebliğe göre çok tehlikeli grupta yer almaktadır. İş sağlığı, işçilerin çalışma ortamında fiziki ve mental durumlarını araştıran ve gelişmesini amaçlayan bir kavramdır. Sağlık işletmeleri uluslararası İSG uygulamalarında da iş kazaları ve meslek hastalıkları açısından en riskli gruba dahil edilmiştir. İSG kanununda ifade edilen zorunluluklar sağlık hizmetleri ve işletmeleri açısından da geçerlidir.

Sağlık hizmetleri ve işletmeleri yapısal nitelikleri gereği birçok tehlike içermektedir. Birbirinden bağımsız yapılan iş sayısının oldukça fazla olduğu bu işletmelerde karşılaşılan risk ve tehlikelerde birbiriyle aynı değildir. İki aşamalı risk değerlendirme çalışmasında her bir bölüm için farklı risk gruplarının farklı oranlarda risk değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Çalışanların maruz kaldığı tehlike ve risklerin en aza indirgenmesi İSG'nin bu noktadaki hedefidir. İş sağlığı bağlamında hizmet, kalite, başarı seviyelerinin artırılması da İSG risk değerlendirmesinin başarılı ve kapsamlı yapılmasıyla doğrudan ilgilidir. Bu bağlamda daha etkin bir değerlendirmede risklerin sınıflandırılması uygun görülmüştür.

3.4 Sağlık Sektöründe İş Güvenliği Kavramı

Güvenlik kavramı emniyet içerisinde bulunmayı ifade eder. İş güvenliği çalışanın işte veya işyerinde bulunma sürecinde karşılaştığı risklere karşı tedbirli olması ve tehlikelerden korunmasını belirtmektedir. İş kazası sonucu meydana gelebilecek ve telafisi mümkün olmayan sonuçlar güvenlik kültürü kavramı oluşturmanın önemini göstermektedir. Bu her işletmeye ve işin yapısına bağlı olarak değişecek şekilde olmalı ancak tüm toplumca karşılık bularak genele yayılması amaçlanmalıdır. Sağlık sektöründe güvenliğin önemi diğer sektörlerle nazaran çok daha üst seviyededir. Bu noktada sağlık işletmelerinde eksikliklerin telafisi mümkün olmayacak nitelikleri bulunmaktadır. Sağlık hizmeti veren kişilerin performansları kendilerini güvenli bir

ortamda hissetmeleriyle yüksek oranda ilişkilidir. Sağlık çalışanları üzerine yapılan çalışmalarda güvenlik konusunun önemi gözlenmektedir. Güvensiz çalışma ortamı sağlık çalışanlarının karşı karşıya kaldıkları sorunlardan birisidir. Yetişmiş insan gücünün kısıtlı olduğu bu sektörde hizmet veren kişilerin verimliliği toplumsal olarak stratejik öneme sahiptir. Uzun çalışma saatleri, çalışma ortamının fiziki sorunları, kişisel koruyucu araç gereçlerin eksikliği de güvenlik konusunu olumsuz yönde etkileyen bazı noktalardır.

Hastanelerde güvenlik konusunu düzenlemek açısından çıkarılan yönetmelik uluslararası hastane kalite standartlarını irdeleyen denetleme kuruluşlarının (Joint Commision International) direktifleri doğrultusunda ele alınmıştır. Hastanelerde güvenlik standartlarının belirlenmesi iş güvenliğinin önemsedığı bir nokta olup bu konu hasta ve çalışanlar için de gereklidir. Hasta ve çalışanların düşmelerinin önlenmesi, radyasyon güvenliğini sağlanması, cerrahi güvenliğin sağlanması, ilaç güvenliğinin sağlanması temel güvenlik konularından bazılarıdır.

Çalışan insanların iş kazası ve meslek hastalıklarına uğramalarının temel nedenlerinden birisi de İSG hususunda eğitim eksikliğidir. Dünya çalışma örgütlerinin tüm çalışmalarında en önemli husus olarak İSG eğitimleri ön plana çıkmaktadır. Verilecek seminer ve eğitimler, güvenli ve sağlıklı çalışma ortamlarının oluşmasında çalışanlar ve hastalar için kritik öneme sahiptir. İSG eğitimleri hukuki zorunluluğu bir tarafta olmak üzere çalışanlar ile işyerlerinde sağlıklı ve güvenli bir ortamın oluşması bakımından yayılması gerekmekte ve genel toplumsal İSG kültürü oluşması amaçlanmalıdır. Yapılan çalışmada da olduğu gibi eğitimler tehlike sınıfları, bölüm bazlı kategorize edilmiş haliyle verilmelidir. Sağlık kurumlarında genel İSG eğitimleri verilmesi yeterli görülmemelidir. Hastane bazlı bir İSG eğitiminde içerik bölüm bazlı farklılıklar göstermeli ve ayrışmalıdır. Her bir bölüm içerdiği riskler aynı kategoride olmayabilir. Bu nedenle İSG eğitimleri işletmelerin yapılarına ve risk düzeylerine göre belirlenen aralıklarda genel ve bölüm bazlı olarak verilmeli, çalışanların aktif katılımı sağlanmalı ve periyodik uygulamalarla da denetlenmelidir.

Bunların yanında ulusal ve uluslararası İSG çalıştay ve kongrelerine bağlı son gelişmeler takip edilmeli ve bunlar doğrultusunda eğitimlerin içerikleri güncellenmelidir. Sağlık

işletmeleri başta olmak üzere yapılan çalışmalarda ölümlü kazaların önemli bir kısmının gerekli eēitimler verilerek önlenebileceēi gösterilmiştir. Bu sebeple eēitimlerde uygulanacak metotlar da geliştirilmeli ve çalışanların ilgisini çekme konusunda daha etkin bir noktaya getirilmelidir.

3.5 İş Saēlıēı ve Güvenliēi Önlemlerinin Anayasal Dayanaēı

Uluslararası ve ulusal anlamda İSG'ye atfedilen önem giderek artmaktadır. Bu da İSG ile ilgili yaptırımların yasal olarak dayanaklarının bulundurulmasını zorunlu kılar haldedir. Uluslararası manada ILO standartları, Birleşmiş Milletler İnsan Hakları Beyannamesi, AB Normları İSG uygulamalarının dayanakları olurken ulusal manada ise 6331 sayılı İş Saēlıēı ve Güvenliēi Kanunu ve 6098 sayılı Borçlar Kanunu başta olmak üzere Anayasa yasal dayanak konumundadır. Devletin işletmelerde iş kazası ve meslek hastalıkları konularında dahil de bu yasalara dayanmaktadır. Ayrıca Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 2,17 ve 50. Maddeleri de İSG ile alakalı bireyin yaşam hakkına sahip olması gibi temel noktalardan dolayı hukuki dayanaklar saēlamaktadır [27], [28].

3.6 Tehlike Grupları

Dünya genelinde iş kaza sayıları gün geçtikçe artmaktadır. İş kaza sayılarının en az seviyeye indirgenmesi için tehlike türlerinin sınıflandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Saēlık işletmeleri bazında risk deēerlendirmesi çalışması için hastane risk gruplarının nelerden oluřtuēu ve nitelikleri hakkında bu bölümde bilgiler aktarılmaktadır. Çalışmamızda uzmanlarca hastane risk deēerlendirmesinde tehlikelerin biyolojik, kimyasal, fiziksel, ergonomik ve psikososyal olmak üzere sınıflandırılması uygun görölmüştür.

3.6.1 Biyolojik Tehlikeler

Araştırmalarda saēlık işletmelerinde iş kaza sayısının diēer işletmelerden çok daha fazla olduēu ortaya konulmuştur. Bu tehlikelerin en önemlilerinden birisi de biyolojik tehlikelerdir. Hastane alışanları fiziki yapı itibariyle biyolojik tehlikelere sıklıkla maruz kalabilmektedir. Bunlar da kendi içlerinde kan yolu, hava yolu, fekal oral ve deri yolu olmak üzere ayrışmaktadır. Saēlık işletmelerinde dünya genelinde en sık karşılaşılan

biyolojik tehlikeler Hepatitis B, C ve A, tüberkuloz, kızamık, AIDS, boğmaca, kabakulaktır. Çalışma ortamının tehlikeler barındırması hastalar için de risk oluşturmakta virüsler karşılıklı bireylere bulaşabilmektedir. Sıtma, brucella, sifiliz, tüberküloz gibi onlarca enfeksiyon sadece iğne batması ile bulaşıcı hale gelebilmektedir.

Bölümler bazında yapılan risk değerlendirmesinde polikliniklerde biyolojik tehlikelerin sık görüldüğü ve en fazla doktor ve hemşireleri etkilediği uzmanlarca bildirilmiştir. Bu noktada biyolojik tehlikelerin önlenebileceği belirtilmelidir. Gerek solunum gerek kan gerekse de deri yoluyla geçebilen biyolojik tehlike gruplarına karşı alınması gereken önlemler risk değerlendirme çalışmamız sonucunda uzmanların verdiği bilgiler ışığında sunulmuştur. Biyolojik tehlikelere maruz kalmanın öncesi ve sonrasında uygulanacak koruma tipleri değişmektedir. Genel manada biyolojik risklerden korunmanın yolları eldiven maske gibi kişisel koruyucu donanımlar, aşılar ve ilaç olmaktadır. Periyodik olarak tedavi ve kontrol de önlemlerden birisidir. Bunun dışında hasta ile sağlık çalışanları arasında mümkün olan en yüksek seviyede izolasyon da sağlanmalıdır.

3.6.2 Kimyasal Tehlikeler

Hastaneler çok sayıda kimyasal etmenin bulunduğu çalışma ortamlarıdır. Kimyasal tehlikelerin hastane çalışanlarını etkilemesi bireysel boyuttan çok kurumun bütünüyle etkilenimi şeklinde olmaktadır. Sağlık işletmelerinde dünya genelinde en sık karşılaşılan kimyasal tehlikeler dezenfektan ve stelizanlar, anestezikler, antiseptikler ve el sabunları, piller, lateks, alçı, oda spreyleridir. Kimyasal tehlikeler etkileme özellikleri bakımından karmaşık yapıdadırlar. Solunum, ağız, cilt ve farklı birçok yoldan maruz kalınabilmektedir. Risk değerlendirme çalışmamızdaki laboratuvar, tıbbi ve evsel atık bölümleri uzmanlarca kimyasal risklerin sıklıkla görüldüğü bölümler olarak bildirilmiştir. Bu tehlikelere karşı alınması gereken önlemlerin belli başlıları; kullanılan kimyasalların tamamının birarada bulunduran bir sistemin olması ve etkilerini değerlendirilmesi, zarar seviyesi en düşük kimyasalların tercih edilmesi, birlikte kullanımının önüne geçilmesi, güvenlik formları doldurulması, parlayıcı ve patlatıcı kimyasallara karşı ek önlemler ve uyarıcılar, gerekli KKD kullanımının sağlanmasıdır.

3.6.3 Fiziki Tehlikeler

Sağlık işletmelerinde en fazla rastlanan tehlike türlerinden birisi de fiziki tehlikelerdir. Gürültü, aydınlatma, kaygan zemin, titreşim, havalandırma ve iklimlendirme en sık karşılaşılan fiziksel risklerden bazılarıdır. Hastane ortamlarında bireylerin dokusal yapılarına zarar verebilecek çok sayıda anestezi ajanı da mevcuttur. Fiziksel tehlikelere karşı en etkin korunma önlemleri maske, eldiven kişisel koruyucu donanım kullanımı, gürültü, havalandırma ve aydınlatma gibi tehlikelerin ölçümleme yapılarak standart seviyelere taşınması, parlayabilecek yüzeylerin kapatılması ve yerlerinin değişimi, doğal hava akımının sağlanması, havalandırma sistemlerinin düzenli kontrolü, gürültü makine bakımı ve periyodik kontrolleridir. İnsanın ruhsal ve fiziksel açısından olumsuzluklara yol açan fiziki tehlikelere karşı hastane veya poliklinik bazında tehlikelerin tanımlanması ve etkin bir koruyucu önlem planı hazırlanması gerekebilmektedir. Fiziki tehlikeler çalışanların verimliliği ve iş gücü bakımından en önemli tehlike gruplarından biridir. İşyerlerinde çalışmaların sorunsuz ve sağlıklı yapılabilmesi için fiziki tehlikelere karşı çalışanların korunması, en uygun şartların temin edilmesi gerekmektedir.

3.6.4 Psikososyal Tehlikeler

Sağlık sektöründe diğer sektörler gibi giderek artan bir tehlike türü psikososyal tehlikelerdir. Bireyin işin yapısı ve çalışma ortamı konularında stres yaşamaması, mental açıdan zorlanması, çalışma arkadaşları veya hastalarla problem oluşturacak duygusal bir ruh halinde olma durumları psikososyal tehlikelerinin tanımlamasıdır. Sağlık işletmeleri genelinde en sık karşılaşılan psikososyal tehlikeler iş stresi, uzun süreli çalışma, yetersiz personel, ağır iş şartları, uzun süreli iyileşme süreleridir. Ayrıca son zamanlarda şiddet faktörü de sağlık çalışanlarının en yaygın sorunlarından birisi haline gelmiştir. Doktordan güvenlik görevlisine kadar örneğine rastlanılan şiddet vakaları çalışanların bütününde stres, huzursuzluk ve çalışma ortamının güvenliğinin sorgulanmasına yol açmaktadır. Bu tehlikelere karşı gerekli personelin istihdam edilmesi, iş akış planlarının yapılması ve kişilerin yetkilendirilmesi, periyodik eğitimlerin verilmesi, güvenlik komite ve acil eylem planlarının oluşturulması, çalışanlara uygun ve yeterli sayıda KKD temin edilmesi, ortalama nöbet sürelerinin optimize edilmesi

psikososyal tehlikelere karşı alınabilecek temel önlemlerden bazılarıdır. Sağlık çalışanlarının psikolojik açıdan problem yaşamaları sistemin aksamasına, çalışma motivasyonunun ve verimliliğin düşmesine, beklenmedik problemlerin ve iş kazalarının oluşmasına sebep olabilmektedir.

3.6.5 Ergonomik Tehlikeler

Ergonomi, işi işçiye uyduran bilimdir. İşle ilgili kas-iskelet bozuklukları, işin, çalışanların fiziksel kapasitesinin düşmesine neden olabilir. Ergonomi, yaralanmaların meydana gelmeden önce çalışma ortamını ve çalışma uygulamalarını ayarlama yeteneğine uyacak ekipman ve iş tasarımı için yapılan çalışmadır. Hastane ortamlarındaki başlıca ergonomik konular hasta taşıma ve duruşlarla ilgilidir. Hastanedeki çalışanlar, hastaların ve ekipmanların taşınması ve yeniden konumlandırılması sırasında kas ve bağ sorunları, eklem ve tendon iltihabı, sıkışmış sinirler, fıtıklı diskler ve ergonomik stres kaynaklı diğer yaralanmalara maruz kalabilmektedir. Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (OSHA) hastane personeli için her vakada manuel elle kaldırmayı en aza indirmeyi ve mümkün olduğunda kaldırmama seçeneğini önerir. Bu her zaman mümkün olmasa da çalışanların bu noktada kullanacağı yardımcı araç gereçler önem kazanmaktadır. Mekanik kaldırma teçhizatı, kayar hatlar, tekerlekli sandalye gibi mühendislik içeren araç gereçler bu noktada tercih edilmeli ve bulundurulmalıdır. Duruş bozuklukları da bir diğer ergonomik tehlikedir. Hastane çalışanları birçok görevde hiper genişletilmiş veya bükülmüş sırt pozisyonları, ulaşma veya yanal veya yan bükme içeren duruş bozuklukları oluşturabilir. Düzgün duruşlar, omurga ve eklemler üzerindeki kuvvetleri artırabilir ve kas ve tendon yorgunluğu ve / veya eklem ağrısının engellenmesine katkıda bulunabilir. Kaslar verimli bir şekilde çalışmadığı için duruş bozukluklarını engellemek için daha fazla kas kuvveti gereklidir.

İyi çalışma prensibi, çalışırken duruş bozukluklarından kaçınmanızı önerir. Çalışmalar bükülmüş duruşları en aza indirgeyerek yapılmalıdır. Mühendislik kontrolleri bazı duruş bozukluklarını azaltmak için kullanılabilir. Hasta asansörleri, ayarlanabilir ayaklı cihazlar, transfer cihazları ergonomik yapıyı geliştirebilir örneklerdir. Ergonomik tehlikelerin en aza indirgenmesi için işyerlerinde kullanılacak malzemelerin seçimi, konumlandırılması gibi konulara önem verilmelidir. Masa, sandalye, sedye, tıbbi

cihazlar, hasta taşıma araçları vb. cihazlar ergonomik standartlara uygun olarak seçilerek sistemin iyileştirilmesi gerekmektedir.

3.7 Hastaneler ve Sınıflandırılması

3.7.1 Hastaneler

Hastane, uzmanlaşmış tıbbi personelleri ile tıbbi ekipman desteği sağlayan, sağlık hizmeti veren, gerektiğinde yatarak tedavi etme imkanının sağlandığı hasta bakım kuruluşudur. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin en önemli göstergelerinden birisi o ülkede verilen sağlık hizmet kuruluşları ve hizmet kaliteleridir. Bu nedenle sağlık hizmeti veren kurumlar toplumsal sağlık stratejisinde önemli rol oynamaktadır.

Sağlık hizmeti, hastalık, yaralanma, fiziksel ve psikolojik bozuklukların teşhisi, tedavisi ve önlenmesi yoluyla toplumun sağlık yapısının korunması ya da geliştirilmesini amaçlayan hizmetlerin toplamıdır. Sağlık hizmeti bu işte ihtisas yapmış uzmanlar tarafından verilir. Aile planlaması, toplum sağlığının korunması, yaşam kalitesinin yükseltilmesi belli başlı sağlık hizmetlerindendir. Hastalık tedavisi tek başına sağlık hizmeti kavramını açıklamada yeterli olmamaktadır [34]. Sağlık hizmeti koruyucu, tedavi edici ve rehabilite edici sağlık hizmetleri olarak sınıflandırılmaktadır. Sağlık hizmeti kavramında asıl amaç insanın ve toplumun hayatına sağlıklı bir şekilde sürdürmesinin sağlanmasıdır.

Sağlık hizmetleri bakımından ülkeler incelendiğinde çok farklılaşan sistemler görülmektedir. Ülkelerin kendi içlerinde yerel bazda da bu hizmetlerin kalite ve standartları arasında büyük farklılıklar oluşmaktadır. Sosyal devlet anlayışı sağlıklı toplumsal bir yapıda görmektedir ve buna bağlı bazı sorumluluklar yüklenmiştir.

Toplumu oluşturan bireylerin daha sağlıklı yaşaması açısından hizmetlerin sunulmasını her bireye eşit olacak şekilde sağlamak amaçlanır.

Sağlık hizmeti veren yerlerden en büyük payı alan hastaneler büyüklük, eğitim statüsü, mülkiyet, hasta yatış süresi vb. ölçütler bağlamında sınıflandırılmaktadır. Ülkemizde hastanelerin sayısının artmasıyla sağlık hizmet kalitesi de yükselmektedir. Özellikle son yıllarda kurulan ve kurulmakta olan bölge hastaneleri hastanın tüm hizmetleri aynı

yerleşkede almasının kolaylığı ve kapsamlı son teknolojiye sahip tıbbi cihazlar bulundurması sebebiyle kalite standartlarını yükseltmiştir. Hastanelerin de akredite olup olmama durumu sözkonusudur. Hastalar buna bağlı tercih yapmada özgürdür. Bu konu da hastanelerin hizmet kalitesinin yükselmesini ve rekabet içerisinde olmalarını sağlamaktadır.

Sağladıkları hizmet biçimine göre yataksız veya yataklı sağlık işletmeleri olarak sınıflandırılan işletmeler Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Yataksız Sağlık İşletmeleri

Sağlık Evleri
Aile Sağlığı Merkezleri
Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması (AÇSAP) Merkezleri
Toplum Sağlığı Merkezleri
Sağlık Grup Başkanlığı
Dispanserler (Verem, Ruh Sağlığı, Sıtma)
Hıfzısıhha Enstitüleri
Ruh Sağlığı Dispanserleri
Bölge Laboratuvarları
Özel Muayenehaneler
Toplum ve Ruh Sağlığı Merkezleri
Ağız ve Diş Sağlığı Merkezleri
Acil Sağlık Hizmetleri

Çizelge 3.2 Yataklı Sağlık İşletmeleri

İlçe / Belde Hastanesi
Genel Hastaneler
Özel Dal Hastaneleri
Eğitim ve Araştırma Hastaneleri

3.8 Sağlık Sektörü İnsan Kaynağı Durumu

Sağlık hizmetlerinin kalitesinin artması için yetişmiş nitelikli insan gücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkelerin sağlık hizmet kalitelerinin ölçütlerinden birisi de kişi başına düşen sağlık personel sayılarıdır. Sağlık bakanlıkları ülkelerin ekonomik olarak devlet bütçelerinden en fazla pay ayrılan bölümlerinden birisidir. Ülkemizde 2017 yılı itibarıyla

sağlık bakanlığı bütçesi altı milyar TL seviyesindedir. Bu bütçenin büyük bir kısmını da sağlık hizmetlerinin en büyük parçası olan hastaneler almaktadır. Çizelge 3.3'te Türkiye’de 2006-2014 yılları arasındaki sağlık personel sayıları ve değişimleri verilmiştir.

Çizelge 3.3 Yıllara Göre Sağlık Personelinin Sayıları, Türkiye [19]

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Uzman Hekim	52.868	54.439	56.973	60.655	63.563	66.064	70.103	73.886	75.251
Pratisyen Hekim	33.383	34.559	35.763	35.911	38.818	39.712	38.877	38.572	39.045
Asistan Hekim	18.224	19.404	20.415	22.075	21.066	20.253	20.792	21.317	21.320
Toplam Hekim	104.475	108.402	113.151	118.641	123.447	126.029	129.772	133.775	135.616
Diş Hekimi	18.332	19.278	19.959	20.589	21.432	21.099	21. .404	22. 427	22.996
Eczacı	23.140	23.977	24.778	25.201	26.506	26.089	26.571	27.012	27.199
Hemşire	82.626	94.661	99.910	105.176	114.772	124.982	134.906	139.544	142.432
Ebe	44.483	47.175	47.673	49.357	50.343	51.905	53.466	53.427	52.838
Diğer Sağlık Personeli	67.514	79.441	89.540	93.550	99.302	110.862	122.663	134.488	149.616
Diğer Personel	150.053	167.585	169.763	197.386	198.694	209.126	209.736	224.618	229.625
Toplam Personel Sayısı	490.623	540.519	564.774	609.900	634.496	670.092	698.518	735.159	760.322

2006-2014 yıllarında ;

Toplam doktor sayısında %29.8 artış,

Toplam diş hekimi sayısında %25.4 artış,

Toplam eczacı sayısında %17.5 artış,

Toplam hemşire sayısında %18.8 artış,

Toplam ebe sayısında %25.4 artış,

Toplam diğer sağlık personel sayısında %121.6 artış,

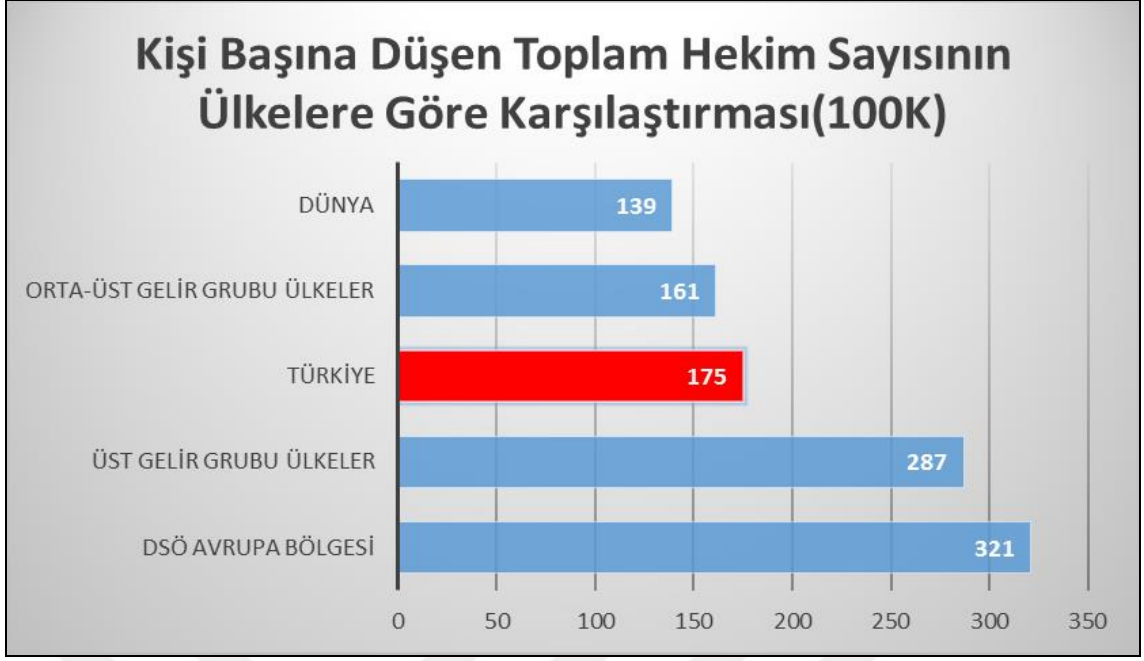
Toplam diğer personel sayısında %53 artış,

Toplam personel sayısında da %54.9 oranında bir artış gözlenmiştir.

Tüm sağlık personel sınıfında artış olmasına karşın Türkiye’de yüzbin kişiye düşen hekim sayısı gelişmiş ülkeler seviyesinin altındadır. Ülkemizde yüz altmış dokuz olan bu sayı üst gelir grubu ülkelerde üç yüz seviyesindedir. 2002-2014 yılları Türkiye’de yüz bin kişiye düşen hekim sayısı Şekil 3.1’de ve ülkeler bazında kişi başına düşen hekim sayısı karşılaştırması Şekil 3.2’de grafiksel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.1 Kişi başına düşen hekim sayısı [19]



Şekil 3.2 Kişi başına düşen toplam hekim sayısının uluslararası karşılaştırması [24]

3.9 Sağlık Sektörü İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi

Risklerin tamamını yok etmek her işyeri ortamı için mümkün değildir. Sağlık personeli, hastaları korumakla yükümlü olduğu kadar İSG açısından kendisi ve çevresini de korumakla da yükümlüdür. Gereksiz risklerden kaçınmak risk değerlendirmesinde makul derecede kabul edilebilirlik olarak adlandırılır. Bunun için risk değerlendirme çalışmalarında zarar verme potansiyeli en yüksek tehlikelerin belirlenmesi ve önceliklendirilmesi gerekmektedir. Tanımlanan her tehlike için önem derecesinin bilinmesine uygun ve yeterli kontrollerin sağlanmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Risk değerlendirmesinde bir madde/materyal çok tehlikeli olarak tanımlanabilir. Ancak risk değeri düşük olabilmektedir. Her bir tehlikenin belirgin risklerinin tanımlanması ve bu risklerin net bir şekilde anlaşılabilmesi önemlidir. Karışıklığı önlemek için, her bir riski ayrı ayrı ve açıkça tanımlamak gerekmektedir. Örneğin, benzer sebeplerden dolayı yanlış ilaç seçme tehlikesi göz önüne alındığında bu ambalajlama, hastanın riski, ilgili personele risk ve tüm organizasyona karşı bir risk oluşturur. Her bir riskin açıkça belirtilmemesi veya tanımlanmaması, risk değerlendirmesi yaparken sorunlara yol açabilecek önemli bir zaafıdır. Bu sebeplerden dolayı sağlık sektörünün temel parçalarından birisi olan hastanelerde periyodik ve etkili risk değerlendirme çalışmaları yapılması oldukça önemlidir.

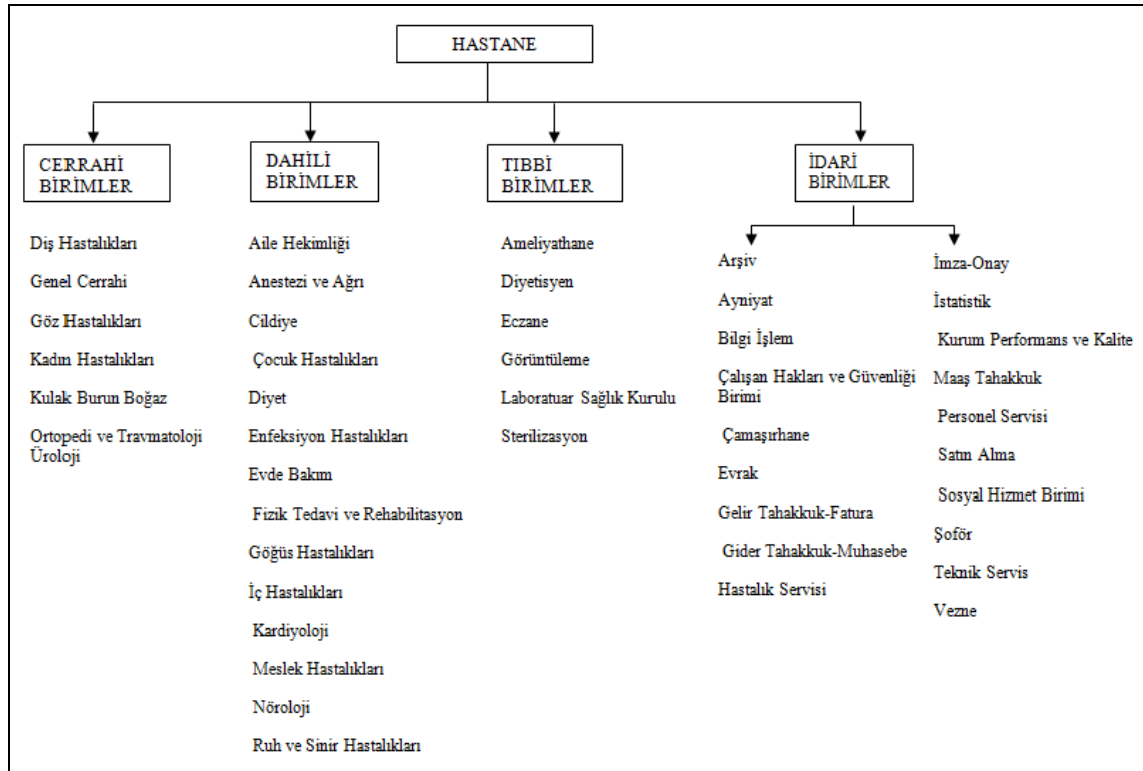
İSG bakımından uygun bir çalışma ortamında; tehlikelerin minimize edilmesi, kapsamlı ölçümlerle kaynağında kontrol edilmesi, yeterli ve uygun kişisel koruyucu donanımların bulundurulması gereklidir. Sağlık ve güvenlik yönetimi, güvenli ve sağlıklı bir işyeri için işyerinde risk değerlendirmesine dayanan bir iş sağlığı ve güvenliği planının hazırlanmasını, takip edilmesini, değerlendirilmesini ve bu amaçla gerekli altyapının kurulmasını ve yeterli kaynakla buluşturulmasını sağlar.

Ülkemizde hastane sağlık ocağı aile hekimliği gibi sağlık kurumlarında yapılmış İSG risk analiz çalışmaları incelendiğinde iki boyutlu L Matris risk değerlendirme metodunun sık kullanıldığı gözlenmiştir. Bu metod uygulamadaki kolaylığı sebebiyle küçük ölçekli kurumlar için tutarlı sonuçlar verebilmesine karşın birden fazla sürecin dahil olduğu karmaşık hizmetler içeren veya birbirinden çok farklı yapıların entegre olduğu işletmeler için yetersiz ve sınırlı kalmaktadır ve başarılı sonuçlar elde edilememektedir. Bu sebepten risk değerlendirmesinde daha kapsamlı, esnek ve tutarlı bir modele ihtiyaç duyulmaktadır. Böylelikle ivedilikle önlem alınması gerekli olan tehlikelerin zamanında ve yerinde tespit edilmesi mümkün olabilecektir. L tipi matris metodunda bir olayın gerçekleşme ihtimali ile sonucunun şiddeti kullanılarak ölçümlenir. Bu yapı orta ve büyük ölçekli hastanelerde tehlikelerin çok yönlü olarak değerlendirilmesinde ve tutarlı sonuç alma noktasında yeterli değildir. Hastanelerin yapıları ve çeşitleri itibarıyla tek tip risk analizi yapılması başarı ve tutarlılık konusunda istenmeyen, öngörülemeyen sonuçlar doğurabilecektir. Risk kavramı olasılık ve şiddet parametrelerinden daha fazla karmaşıklık ve belirsizlikler içermektedir.

3.9.1 Sağlık işkolunda tehlike ve riskler: bir hastanede risk analizi uygulaması

ÇSGB'ye bağlı Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi (ÇASGEM) bünyesinde yapılan [45] kısa vadede bir hastanede çalışanların karşılaştıkları tehlike ve riskleri ve çalışanları bunlardan korumak için alınacak önlemleri belirlemek, orta vadede sağlık sektöründe yapılacak risk analizi, sağlık ve güvenlik yönetimi çalışmalarına yol göstermek ve uzun vadede sağlık sektörü için hazırlanacak bir sağlık ve güvenlik rehberine ve sektörle ilgili mevzuat çalışmalarına kaynak amacıyla Ankara ilinde Sağlık Bakanlığı'na bağlı, 227 sağlık çalışanının çalıştığı, 97 yatağı olan bir devlet

hastanesinden veriler alınarak yapılmıştır [45]. Çalışmanın dahil edildiği hastane birimleri Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Hastane birimleri [45]

Yapılan çalışmada risk değerlendirme karar matrisi (5x5 Matris) uygulanmıştır. Literatürde yapılan çalışmalarda en yaygın olarak kullanılan yöntem L tipi matris olduğu gözlenmiştir.

Yapılan risk analizi sonuçlarında hastane binasının fiziki şartlarının verilen hizmete uygun olmaması, enfeksiyon, şiddet, radyasyon, kimyasallar ve ergonomik sorunlar, elektrik tesisatı ve yangın en önemli riskler olarak bulunmuştur. Bu eksiklere rağmen seçilen hastanede bunları en aza indireyecek bir çalışma yapılmadığı gözlenmiştir.

Sinirsel bulanık yaklaşım modelinin hastanelerde yaygın olarak kullanılan klasik risk değerlendirmelerine göre avantajı girdi faktörlerinin sürekli değerleri için, risk gruplarının farklı sistemler için daha gerçekçi ve esnek bir davranış temsil etmesidir. Bunun yanı sıra modellerde girdiler (olasılık, şiddet vb.) ve bir çıktı (risk değeri) sistemi esneklik sağlamak ve farklı türdeki hastanelerde uygulanabilecek bir yapıda olacaktır. Tarihsel verilerin yanı sıra uzmanların bilgi ve alışılmadık riskli durumlara uyum

esnekliği kullanma becerisi de sinirsel bulanık yaklaşımlı risk analizi modelinin diğer yararlarındandır.



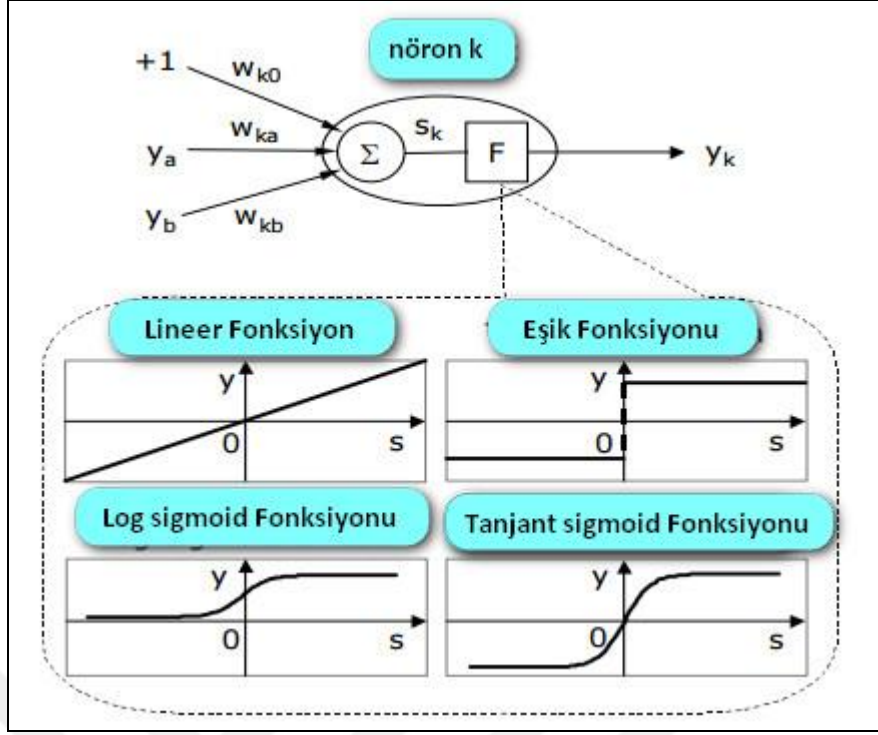
BULANIK MANTIK VE ANFIS

4.1 Yapay Sinir Ağları

1943 yılında nörofizyoloji uzmanı Warren McCulloch ve matematikçi Walter Pitts, nöronların nasıl çalışabileceği üzerine bir çalışma yapmıştır. Beyindeki nöronların nasıl çalıştığını tanımlamak için, elektrik devrelerini kullanarak basit bir sinir ağı modellemişler. 1950'lerde bilgisayarların daha gelişmiş düzeye ulaşmasıyla hipotetik sinir ağlarının simule edilme imkanı doğmuş IBM araştırma laboratuvarlarından Nathaniel Rochester tarafından buna yönelik ilk adım atılmış ve başarısızlıkla sonuçlanmıştır [46]. 1959'da Stanford'lı Bernard Widrow ve Marcian Hoff "ADALINE" ve "MADALINE" adlı modeller geliştirmiştir. ADALINE ikili kalıpları tanımak için geliştirildi, böylece bir telefon hattından akış bitleri okunabiliyorsa bir sonraki biti tahmin edebiliyordu. MADALINE, telefon hatlarındaki yankıları ortadan kaldıran uyarlanabilir bir filtre kullanarak, gerçek bir soruna uygulanan ilk sinir ağıydı. Sistem, eski olsa da, halen ticari olarak kullanılmaktadır. 1962'de Widrow & Hoff, kilo ölçümünden önce değeri kontrol eden bir öğrenme prosedürü geliştirdi. Ağırlık Değişimi = (Ağırlık Öncesi Değer) * (Hata / Girdi Sayısı) olacak şekilde hesaplanabilecekti. Bir aktif nöronda büyük bir hata olabilirken, ağırlık değerlerini ağ üzerinden veya en azından komşu nörondan dağıtacak şekilde ayarlayabilmeye olanak sağlanabilecekti. Bu kural ağırlıktan önceki değer 0 olduğunda uygulandığında yine de hatalı şekilde sonuçlanılabilmekteydi, Bu noktada hatalardan biri değişmeden kalırsa bu tüm değerlerin ağırlığına dağıtılarak hata ortadan kalkabilecektir [47] . 1970 sonrasında yapay sinir ağı (YSA) gelişimi hızlanmış önemli problemlere çözümler geliştirilmiştir. Korelasyon matris belleğinin geliştirilmesi, çok katmanlı algılayıcıların geliştirilmesi 1970 sonrası elde edilen gelişmelerin

bazılarıdır. Günümüzde, sinir ağları birçok uygulamada kullanılmaktadır. Sinir ağlarının doğasındaki temel fikir, eğer doğada işe yarıyorsa, bilgisayarlarda çalışabilmeli şeklindedir. YSA güçlü bir doğrusal olmayan haritalama, yüksek öğrenme kapasitesine ve üstün bir hassasiyet seviyesine sahiptir. Bir yapay sinir ağı, insan beyninin işleyişinden sonra modellenen bir sınıflandırıcıdır. Bir insan beyninde milyarlarca sinir hücresi bulunur [48]. (Yaklaşık olarak 10 milyar) Bunlar aynı yapıda hücrelere bağlanarak karmaşık ve gelişmiş bir sinyal iletim ağ sistemi oluştururlar. Hücre bağlandığı noktaların tamamından girdileri belirli bir eşik seviyesine kadar toplar. Bu eşik seviyesine ulaşılması sonrasında ağda bağlantılı olduğu tüm hücrelere sinyal verir. YSA'ların insan beyni gibi taklit etmesi beklenir ve çalışması insan beyninde bulunan biyolojik nöron yapısı ile aynıdır, ancak YSA'nın çalışması matematiksel kanıtlara dayanır. Bazı sinir ağı yapıları beynin yakınında değildir ve bazılarının beyinde biyolojik bir eşdeğeri yoktur. Bununla birlikte, sinir ağları biyolojik beyin ile güçlü bir benzerliğe sahiptir ve bu nedenle sinirbilimden alınan pek çok terim bulunmaktadır. YSA seçilen girdi ve çıktılar arasındaki ilişkileri öğrenir. Nöronlar, yardımcı olacak şekilde birbirine bağlanır [49], [50]. Her nöron, bir veya daha fazla nörondan alınan girdiyi işler ve çıktıları üretir. YSA yapısının, öğrenme aşamasında sistemin içinden geçen dış veri veya iç veri dikkate alınarak ilerleme kaydettiği çok yönlü bir çerçeve olarak düşünür. YSA yapısında birkaç ağırlıklandırılmış girdi alıp özetleyebilir ve kombine girdiler bir eşiği aşarsa etkinleştirecek ve bir çıktı gönderecektir. Hangi çıktı gönderdiği, etkinleştirme işlevi tarafından belirlenir ve genellikle 0 ve 1 arasında (yada -1 ve 1) olur [51]. Aktivasyon fonksiyonunun türevleri ağ eğitiminde sıklıkla kullanıldığından, türevin orijinal fonksiyon değeriyle ifade edilebilmesi için birkaç ilave hesaplama ihtiyacı duyulmaktadır [52].

Yapay sinir hücresinin temel birimi, biyolojik modelden simüle edilmesine karşın çok daha basit yapıdadır. Şekil 4.1 yapay bir nöronun temellerini göstermektedir.



Şekil 4.1 Yapay sinir hücresinin temelleri ve ortak transfer fonksiyonları

y_a ve y_b girdileri w_k 'lar her bir girdinin bağlantı ağırlığını temsil etmektedir. w_0 her bir nörona +1 değerinde olan transfer fonksiyonudur. Bu fonksiyon sistemde giriş katmanı ile saklı katman arasında transfer fonksiyonu olarak kullanılmıştır. Sistemin çıkışını [-1 1] düzenlemektedir. Bir sonraki adımda çoğunluğu toplam olmak üzere matematiksel işlemler yapılır ve bu işlemin ürünleri, çıktı üretmek için doğrusal olmayan aktarım fonksiyonları üzerinden beslenir [53], [54]. Tüm yapay sinir ağlarının yapısı aynıdır, ancak bazı noktalarda farklılık gösterebilmektedir.

En yaygın kullanılan transfer fonksiyonları Şekil 4.1'de gösterilmişti. Uygulamalara bağlı olarak transfer fonksiyonları farklılık gösterebilmektedir. Lineer fonksiyon doğrusal problemleri çözmek amacıyla seçilebilir ve toplama fonksiyonundan çıkan sonuç, belli bir katsayı ile çarpılarak çıktı olarak hesaplanır. Bu da c değeri sabit olmak üzere $y=c.s$ şeklinde gösterilebilir. Eşik fonksiyonu 1 veya -1 değerini alır. Bu noktada belirlenen eşik seviyesine göre değer belirlenir[55].

$$\text{Bu da } y = \{ 1 \text{ eğer } s \geq 0, y=-1 \text{ eğer } s < 0 \} \quad (4.1)$$

şeklinde ifade edilebilir.

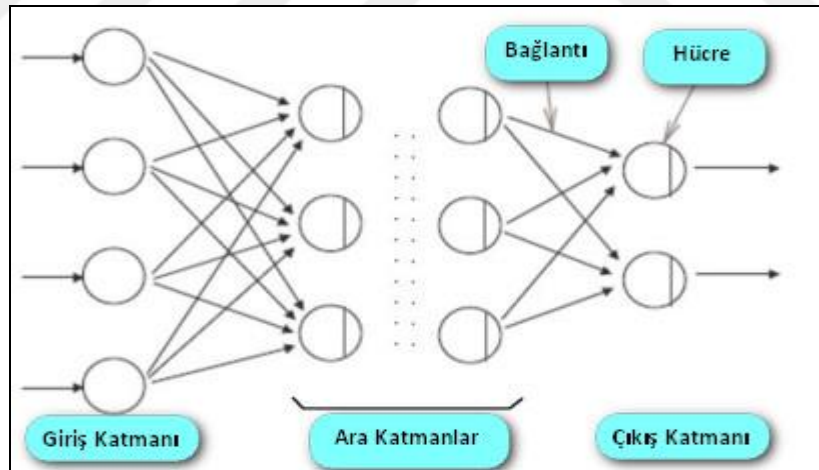
Sigmoid aktivasyon fonksiyonunu türevlenebilir sürekli bir fonksiyondur. Sigmoid aktivasyon fonksiyonunu kullanırken yapay nöron doğal gibi görünebilmektedir. Bu fonksiyon 0 ile 1 arasında çıktı üretir.

$$y = 1 / (1 + e^{-s}) \quad (4.2)$$

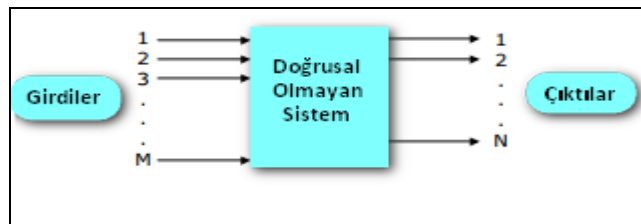
Tanjant sigmoid fonksiyonu, sigmoid fonksiyonuna benzer bir fonksiyondur. Farklılık çıktı değerlerinin negatif çıktı verebilmesiyle [-1 ile 1 arasında] değişmesi noktasındadır.

$$y = (e^s - e^{-s}) / (e^s + e^{-s}) \quad (4.3)$$

YSA, nöronların yapay ara bağlantısından farklı bir şey olmamakla beraber önceki deneyimlerden seçilen girdi ve çıktılar arasındaki ilişkileri öğrenebilmektedir. YSA'lar aynı zamanda görevlerini paralel işlem olacak şekilde gerçekleştirebilmektedir. Bu da hız konusunda avantaj sağlamaktadır [56], [57]. Tipik YSA, doğrusal olmayan çok boyutlu bir sistemin girişleri ve çıktıları arasındaki ilişkileri tanımlayabilir ve öğrenebilir. YSA ve çok boyutlu doğrusal olmayan sistem yapısı Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de gösterilmektedir.



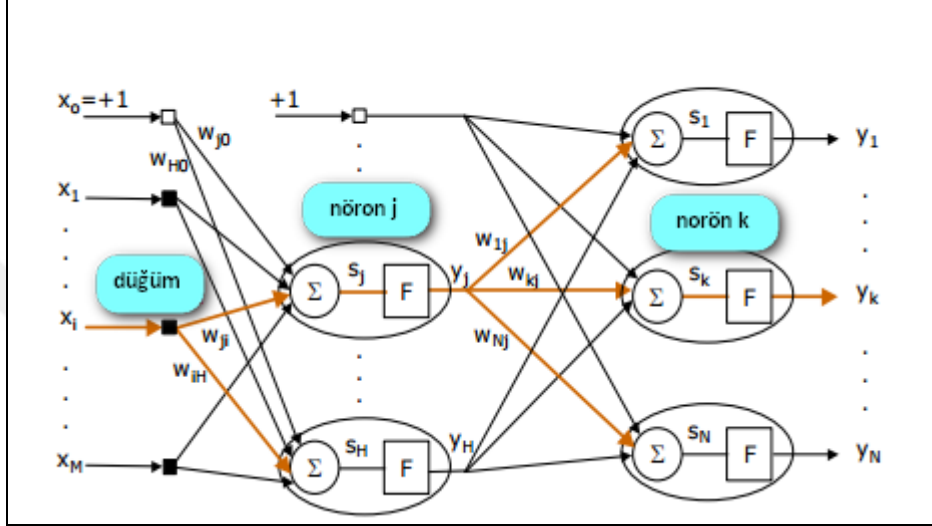
Şekil 4.2 Yapay sinir ağı



Şekil 4.3 Doğrusal olmayan çok katmanlı yapı

Tek katmanlı ağılardaki ana sorun, doğrusal olmayan işlevleri sınıflandıramamalarıdır.

Tek katmanlı nöronların karmaşıklığı, daha büyük sınıflandırma sorunlarını ele alacak kadar büyük değildir. Bu tür sorunların mantıksal derinliği tek bir algılayıcının üstesinden gelmesi için çok büyüktür [58]. Bu sorunu çözmek için bir kaç katmanlı ağlar oluşturulmalıdır. Bunlara çok katmanlı algılayıcı adı verilir. Çok katmanlı algılayıcıların yapısı Şekil 4.4'te gösterilmektedir.



Şekil 4.4 Çok katmanlı algılayıcı yapısı

x_i girdileri, w ağırlıkları, y_k çıktıları, F 'de transfer fonksiyonunu temsil etmektedir.

YSA'lar geleneksel algoritmalara ; işlem stili ve hızı, bellek yapısı ve ağ yaygınlığı, öğrenme yeteneği, hata tolerans seviyesi sunması, deneyimden yararlanması, kural koyulması esnekliği bakımından üstündür.

YSA otomotiv, uzay sanayi, elektrik elektronik, sağlık , bankacılık borsa ve finans, savunma sanayi, optimizasyon gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir.

4.2 ANFIS

Bulanık mantığın temel katkısı kelimelerle, belirsizlik ve ayrıntı düzeyiyle baş edebilecek hesaplama metodoloji sağlamasıdır [59]. İnsan beyni organlardan alınan yanlış ve eksik sensör bilgisini yorumlayabilir ve işleyebilir. Benzer şekilde bulanık küme teorisi, bu tür bilgileri dilbilimsel olarak ele alan sistematik bir yaklaşım da sağlayabilir. Ayrıca, belirtilen dilsel etiketler için üyelik fonksiyonunu kullanarak sayısal hesaplama

yapabilir. Bulanık çıkarım sistemi (FIS), bulanık mantık , bulanık küme teorisi ve bulanık eğer-ise kurallarına dayalı bir yapıdadır. Bulanık eğer-ise kurallarının çerçevelenmesi FIS'in kilit bileşenini oluşturur. FIS çok yaygın kullanılan bir tekniktir ve veri sınıflaması, otomatik kontrol, uzman sistem, karar verme, robotik, zaman serisi analizi, model sınıflaması, sistem tanımlama gibi farklı alanlarda yaygın olarak uygulanmaktadır. Bir bulanık çıkarım sistemi üç temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; seçilen bulanık kurallardan oluşan bir kural tabanı, bulanık kuralların üyelik işlevlerini tanımlayan bir veritabanı ve makul bir çıktı veya sonuç elde etmek için kurallara göre bulanık mantık çıkarımı yapan bir mantık mekanizmasıdır. Jang ilk önce FIS'yi uyarlanabilir ağılar çerçevesine yerleştirerek adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım (ANFIS) yöntemini uygulamaya koymuştur [60]. ANFIS adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi olarak adlandırılan sinirsel bulanık bir tekniktir. ANFIS aynı zamanda füzyon işleminin yapay sinir ağları ile bulanık çıkarım sistemi arasında gerçekleştirildiği sinirsel bulanık bir metottur. Adaptif ağ yönlü bağlantılar vasıtasıyla bağlanan bir takım düğümlerden oluşan bir yapıdadır. Bu adaptif düğümlerin çıktıları, bu düğümlere ilişkin değişken parametrelere bağlıdır. Öğrenme kuralı, hatayı en aza indirmek için bu parametrelerin nasıl güncelleneceğini belirtir. ANFIS metodolojisi, bulanık mantık ve yapay sinir ağı tekniğini birleştiren hibrit bir sistemden oluşur. Bulanık mantık, yapay sinir ağına bir uyarılma mantığı verirken modellenen sistemin kararsızlığını ve belirsizliğini hesaba katar. Bu hibrid yöntemi kullanarak, başlangıçta, girdi değişkenleri ile birlikte bir başlangıç bulanık model yapısı sistemin giriş çıkış verilerinden çıkarılmış kurallar yardımıyla türetilir. Daha sonra sinir ağı, sistemin son ANFIS modelini üretmek için ilk bulanık modelin kurallarını ince ayarlamak için kullanılır. Daha sonra yapay sinir ağı, sistemin son ANFIS modelini üretmek için ilk bulanık modelin kurallarını düzenlemek için kullanılır [61], [62].

4.2.1 ANFIS Yapısı

Temelde bulanık çıkarım sisteminin iki girdi bir çıktıdan oluşan bir sistem olduğu varsayılır. Kural tabanı, Takagi ve Sugeno'nun türünün bulanık eğer-ise kurallarını içerir. Bu da;

Eğer x A ise, y B ise o halde z bunlara bağlı bir fonksiyondur $z = f(x,y)$.

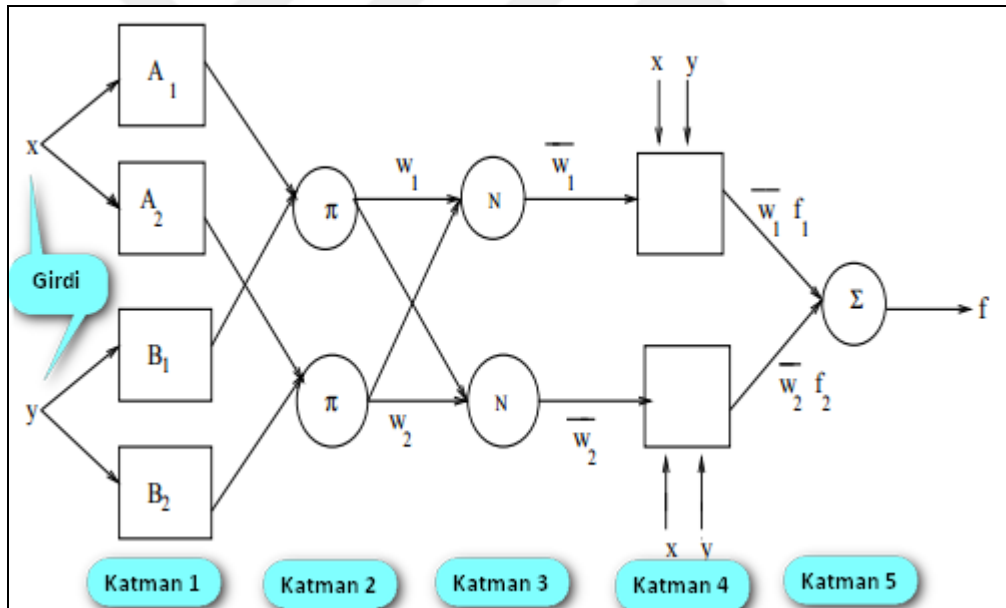
Bu noktada x ve y giriş değişkenleri, A ve B bulanık kümeler z' 'de çıkış değişkenidir.

Genellikle $f(x,y)$ x ve y giriş değişkenleri için bir polinomdur. Ancak, bu bulanık bölge içindeki sistemin çıktısını yaklaşık olarak tarif edebilen başka herhangi bir işlev sahip fonksiyon da olabilir. Eğer $f(x,y)$ sabit bir değere sahipse bu sıfır dereceli Sugeno bulanık modelini oluşturur. Bu da Mamdani bulanık çıkarım sisteminin her bir kuralın bulanık teklik tarafından belirtildiği özel bir durumu olarak kabul edilebilir. Eğer $f(x,y)$ birinci dereceden bir polinom ise bu birinci dereceli Sugeno bulanık modelini oluşturur. Birinci dereceden iki kurallı Sugeno bulanık çıkarım sistemi için iki kural şu şekilde ifade edilebilir:

Kural 1: Eğer x , A_1 ve y , B_1 ise, $f_1 = p_1x + q_1y + r_1$

Kural 2: Eğer x , A_2 ve y , B_2 ise, $f_2 = p_2x + q_2y + r_2$

Şekil 4.5' te ANFIS yapısı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.5 Katmanlı bir gösterimde ANFIS yapısı

ANFIS yapısının katmanlarının yapısı aşağıda tanımlanmıştır;

Katman 1: Bu katmandaki her düğüm kare olup uyarlanabilir yapıdadır.

$$O_i^1 = \mu_{A_i}(x) \quad (4.4)$$

x i düğümü ile ilişkili girdi, A_i i. düğüm fonksiyonu ile ilişkili sözel değişken,

$\mu_{A_i}(x)$ ise A_i 'nin üyelik fonksiyonudur. $\mu_{A_i}(x)$ iki farklı şekilde seçilebilmektedir. İlki

$$\mu_{A_i}(x) = \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x-c_i}{a_i}\right)^2\right]^{b_i}} \quad (4.5)$$

İkincisi de

$$\mu_{A_i}(x) = \exp \left\{ -\left(\frac{x-c_i}{a_i}\right)^2 \right\} \quad (4.6)$$

şeklinde hesaplanır.

Bu noktada x girdi a_i , b_i , c_i öncül parametre setleridir.

Katman 2: Bu katmandaki her düğüm bir kuralın ateş gücü w_i 'sini hesaplayan sabit bir düğümdür. Her bir düğümün çıktısı ona gelen tüm sinyallerden oluşan bir üründür ve bu da aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

$$O_i^2 = w_i = \mu_{A_i}(x) \times \mu_{B_i}(y), \quad i = 1, 2 \quad (4.7)$$

Katman 3: Bu katmandaki her düğüm sabit yapıdadır. Her i . düğüm, i . kuralın ateşleme gücünün, tüm kuralların ateşleme güçlerinin toplamına oranını hesaplar. i . düğümün i . çıktısı aşağıdaki şekilde normalize edilmiş ateşleme seviyesini gösterir.

$$O_i^3 = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \quad i = 1, 2 \quad (4.8)$$

Katman 4: Bu katmandaki her düğüm, aşağıda belirtilen şekilde bir düğüm fonksiyonuna sahip adaptif bir düğümdür.

$$O_i^4 = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x + q_i y + r_i), \quad i = 1, 2 \quad (4.9)$$

Bu noktada $\bar{w}_i$ katman 3'ün çıktısı, p_i , q_i , r_i sonuç parametre setleridir.

Katman 5: Bu katman, toplam çıktıyı tüm girdilerden gelen sinyallerin toplamı olacak şekilde hesaplayan bir sabit düğüm şeklinde hesaplar.

$$O_i^5 = \text{toplam çıktı} = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i \omega_i f_i}{\sum_i \omega_i} \quad (4.10)$$

ANFIS yapısında, öncü parametrelerin değerlerine bakıldığında, sonuçta elde edilen çıktı parametrelerinin doğrusal bir birleşimi olarak ifade edilebilir.

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{w_1}{w_1 + w_2} f_1 + \frac{w_2}{w_1 + w_2} f_2 \\
 &= \overline{w_1} f_1 + \overline{w_2} f_2 \\
 &= (\overline{w_1} x) p_1 + (\overline{w_1} y) q_1 + (\overline{w_1}) r_1 + (\overline{w_2} x) p_2 + (\overline{w_2} y) q_2 + (\overline{w_2}) r_2
 \end{aligned} \tag{4.11}$$

Burada, f , p_i , q_i , r_i parametrelerinde doğrusal bir yapıya sahiptir. Bu yapı ANFIS'in öğrenme algoritmasını temsil etmektedir. Öğrenme algoritmasının ileri geçişinde, sonuç parametreleri en küçük kareler tahmini ile tanımlanır. Geriye doğru geçişte, her bir düğüm çıktısına göre kareli hatanın türevleri olan hata sinyalleri çıkış katmanından girdi katmanına doğru yayılır. Bu geriye doğru geçişte, öncül parametreleri gradyan iniş algoritması tarafından güncellenir [63], [64], [65].

4.3 Hastanelerde iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi: İki aşamalı çok kriterli bulanık mantık yaklaşımını kullanarak bir vaka çalışması

Hastane, gerekli önlemleri almak ve tıbbi kazaların görülme sıklığını önlemek için sağlık bakım süreçlerinde en önemli birkaç tehlike türünü belirlemeye çalışmaktadır. Hastanenin altı bölümdeki ve tüm hastane sistemindeki tehlike tiplerini değerlendirmek için on karar vericiden oluşan bir ekip (DM1 - DM10) kurulmuştur. Karar vericiler on doktordan oluşmaktadır. Enfeksiyon (H1), alerjenler (H2), tehlikeli madde (H3), tıbbi atık (H4), radyasyon (H5), ses (H6), ergonomi (H7), havalandırma ve iklimlendirme (H8), şiddet (H9), iletişim (H10), elektrik (H11) ve yangın ve diğer acil durumlar (H12) olmak üzere 12 tehlike türü DM ekibi tarafından tanımlanmıştır. Risk parametreleri; olasılık (O), şiddeti (S), kişisel koruyucu ekipman kullanılmamasına karşı duyarlılık (PPE), bakım yapılmamasına duyarlılık (M) sonucu görememezlik (U) olmak üzere ilgili literatür taraması ve DM ekibinin görüşleriyle belirlenmiştir.

Çizelge 4.1 Hastane risk grupları

No	Risk grupları
1	Enfeksiyon
2	Alerjen madde
3	Tehlikeli madde
4	Tıbbi atıklar
5	Radyasyon
6	Gürültü
7	Ergonomi
8	Havalandırma & İklimlendirme
9	Şiddet
10	İletişim
11	Elektrik
12	Yangın ve diğer acil durumlar

On karar verici, risk parametrelerinin öznel önemini değerlendirmek için Çizelge 4.1’de gösterilen dilsel değişkenleri kullanmaktadır. Ayrıca, karar vericiler, her risk parametresine göre tehlike türlerinin derecelendirmelerini değerlendirmek için Çizelge 4.2’de gösterilen dilsel derecelendirme değişkenlerini kullanmaktadır.

Çizelge 4.2 Risk parametreleri için dilsel terimler ve ilgili bulanık değerler [61]

AS	(2, 5/2, 3)	Çok güçlü
VS	(3/2, 2, 5/2)	Oldukça güçlü
FS	(1, 3/2, 2)	Güçlü
SS	(1, 1, 3/2)	Biraz güçlü
E	(1, 1, 1)	Eşit
SW	(2/3, 1, 1)	Biraz Zayıf
FW	(1/2, 2/3, 1)	Zayıf
VW	(2/5, 1/2, 2/3)	Oldukça zayıf
AW	(1/3, 2/5, 1/2)	Çok zayıf

Çizelge 4.3 Tehlike derecelendirmesi için dilsel terimler ve ilgili bulanık değerler [61]

VP	(0, 0, 1)	Çok düşük
P	(0, 1, 3)	Düşük
MP	(1, 3, 5)	Orta derecede düşük
F	(3, 5, 7)	Orta
MG	(5, 7, 9)	Orta derecede yüksek
G	(7, 9, 10)	Yüksek
VG	(9, 10, 10)	Çok yüksek

Buckley BAHF yöntemi, hekimlerin dilbilimsel değişkenlerdeki değerlendirmeleri, ikili karşılaştırmalar yoluyla risk parametrelerinin öznel ağırlıklarını hesaplamak için kullanılmış ve sonuçlar Çizelge 4.4 'te verilmiştir. Bu çalışmada hesaplanan tutarlılık oranı, uzmanların hesaplamalarına göre 0.1'den düşük bulunmuştur. Böylece, ikili karşılaştırma matrisi tutarlı olarak düşünülebilir ve anket BAHF açısından geçerlidir.

Çizelge 4.4 Buckley'in BAHF risk parametre ağırlıkları

Risk parametresi	O	S	PPE	M	U	w
O	(1,1,1)	(0.50,0.68,0.83)	(0.50,0.66,0.89)	(0.65,0.96,1)	(0.69,0.89,1.13)	0,16
S	(1.21,1.46,1.98)	(1,1,1)	(0.89,1,1.33)	(0.89,1.33,1.62)	(0.81,1.18,1.62)	0,24
PPE	(1.13,1.51,2.02)	(0.75,1,1.13)	(1,1,1)	(1,1.04,1.54)	(1,1.13,1.64)	0,23
M	(1,1.04,1.54)	(0.62,0.75,1.13)	(0.65,0.96,1)	(1,1,1)	(0.85,1,1.28)	0,19
U	(0.89,1.130,1.45)	(0.62,0.85,1.23)	(0.61,0.89,1)	(0.78,1,1.18)	(1,1,1)	0,19

Buckley'in BAHF yöntemi tarafından beş risk parametresinin ağırlığını belirlendikten sonra, gözlemlenen hastanenin altı bölümünün her birindeki tehlike türlerine göre her bir risk parametresinin bulanık değerlendirmeleri BVIKOR ile uygulanmıştır. Çalışmada, doktorların dil değişkenlerinde risk parametreleri değerlendirmeleri tüm çalışanlar (diğer bir deyişle "tüm sistem" için), radyoloji bölümü, laboratuvar, toplum ve ruh sağlığı merkezi (TRSM), evsel ve tıbbi atık bölümü (EVTA), poliklinikler ve acil servis bölümünde toplam 12 farklı tehlike türü ile ilgili değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, elde edilen dilsel değerlendirmeler üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Daha sonra, bulanık karar matrisini belirlemek için tehlike tiplerinin toplu bulanık derecelendirmeleri hesaplanmıştır. Örneğin, acil servis için bulanık karar matrisi Çizelge 4.5'de verilmektedir.

Çizelge 4.5 Acil servis bölümü tehlike tiplerinin bulanık karar matrisi

Tehlike Türleri	O	S	PPE	M	U
H1	1 4.2 7	1 5.2 9	0 3.4 7	0 2.4 5	1 4.8 9
H2	3 5 7	1 5 9	0 4 7	0 2.6 7	1 4.6 7
H3	0 1.6 5	3 6.8 9	0 2.6 7	0 2.4 5	1 4.8 7
H4	1 3.8 7	1 4.4 9	0 3.4 7	0 2.4 7	1 4.6 7
H5	0 1.4 5	1 4.8 9	0 2.9 7	0 2.6 5	0 3.5 7
H6	3 5.4 9	1 3.8 7	0 1.8 5	0 2.2 7	0 3.4 7
H7	0 5.6 9	1 4.6 7	0 2.7 7	0 2.1 7	0 4.8 9
H8	0 5.4 9	0 3.8 9	0 2.7 7	3 5.4 9	0 4.6 9
H9	1 6.8 10	5 7 9	0 0.6 3	0 0.1 3	0 4 9
H10	1 4.2 7	1 4 9	0 1 5	0 1.6 5	0 3 7
H11	1 3.8 7	3 6 9	1 4.6 9	1 4.4 7	1 5 9
H12	0 1.9 5	5 8.8 10	0 4.1 9	3 6.4 9	3 6.4 9

Bir sonraki adımda, tüm risk parametre değerlemelerinin bulanık en iyi f_j^* ve bulanık en kötü f_j^- değerleri, denklem (2.8) ve (2.9) kullanılarak hesaplanmıştır. Normalize bulanık mesafe, Çizelge 4.6'da gösterildiği gibi, acil servisteki tehlike tiplerinin her bir risk parametresi için hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6 Acil servisi bölümü tehlike tiplerinin normalize bulanık mesafeleri

Tehlike Türleri	O	S	PPE	M	U
H1	4.13	5.13	3.43	2.43	4.87
H2	5.00	5.00	3.83	2.90	4.40
H3	1.90	6.53	2.90	2.43	4.53
H4	3.87	4.60	3.43	2.77	4.40
H5	1.77	4.87	3.10	2.57	3.50
H6	5.60	3.87	2.03	2.63	3.43
H7	5.23	4.40	2.97	2.57	4.70
H8	5.10	4.03	2.97	5.60	4.57
H9	6.37	7.00	0.90	0.57	4.17
H10	4.13	4.33	1.50	1.90	3.17
H11	3.87	6.00	4.73	4.27	5.00
H12	2.10	8.37	4.23	6.27	6.27

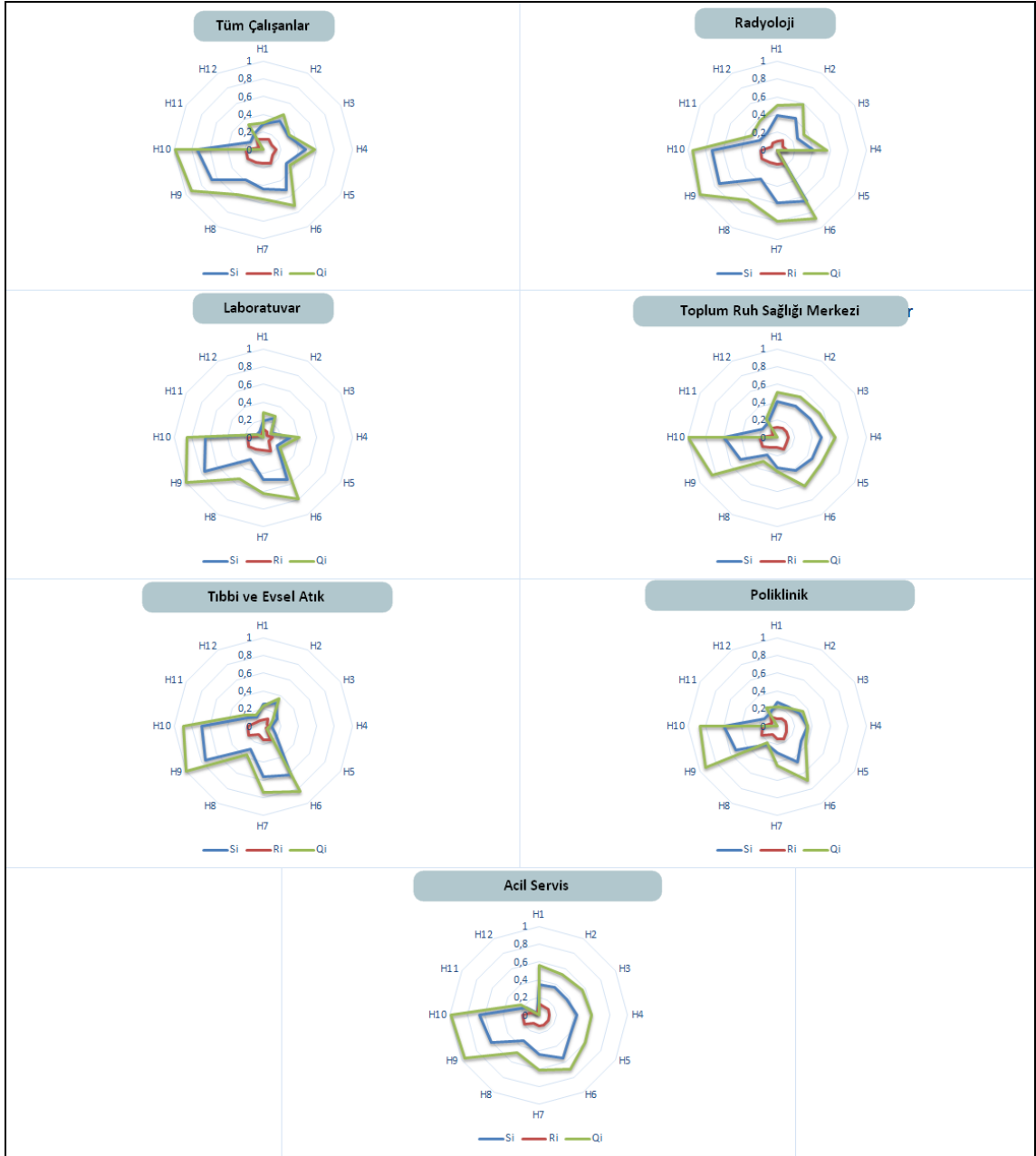
Daha sonra S, R ve Q değerleri Çizelge 4.6'deki gibi tüm tehlike tipleri için hesaplanmıştır. Son olarak, tehlike tiplerinin S, R ve Q'ya göre azalan düzende risk öncelik sıraları belirlenmiştir. Şekil 4.1, her bir bölüm için S, R ve Q değerlerini göstermektedir. Minimum değerler en yüksek risk sıralamasına sahipken, S, R ve Q

değerlerinde 1'e en yakın riskler en düşük risk olarak sıralanmayı temsil etmektedir. Sonuçlar, gözlenen hastanenin tüm sistemindeki en önemli tehlike tiplerinin elektrik (H11), enfeksiyon (H1) ve yangın ve diğer acil durumlardan (H12) kaynaklandığını göstermektedir. Radyoloji bölümünde radyasyon (H5), H11 ve tehlikeli madde (H3) en önemli tehlike tipleridir. H12, H11 ve H3'ün tehlike türleri gözlemlenen hastanenin laboratuvarında ilk üç sıraya yerleşmiştir. Laboratuarda, toplum ruh sağlığı merkezindeki "H3" tipi tehlike yerine, havalandırma ve iklim esaslı tehlikeler (H8) üçüncü derecede önemli bir tehlike türü olarak gözlemlenmiştir. Hastanenin evsel ve tıbbi atık bölümünde tehlikeli madde (H5), tıbbi atıklar (H4) ve radyasyon (H3) en önemli tehlike türleri olarak belirlenmiştir. Poliklinik ve acil serviste yapılan analizler, gözlenen hastanede H11'in en önemli tehlike türü olduğunu göstermektedir. Bu tehlikeleri, poliklinikte H8 ve H1, hastanenin acil servisinde H12 ve allerjenler (H2) izlemektedir.

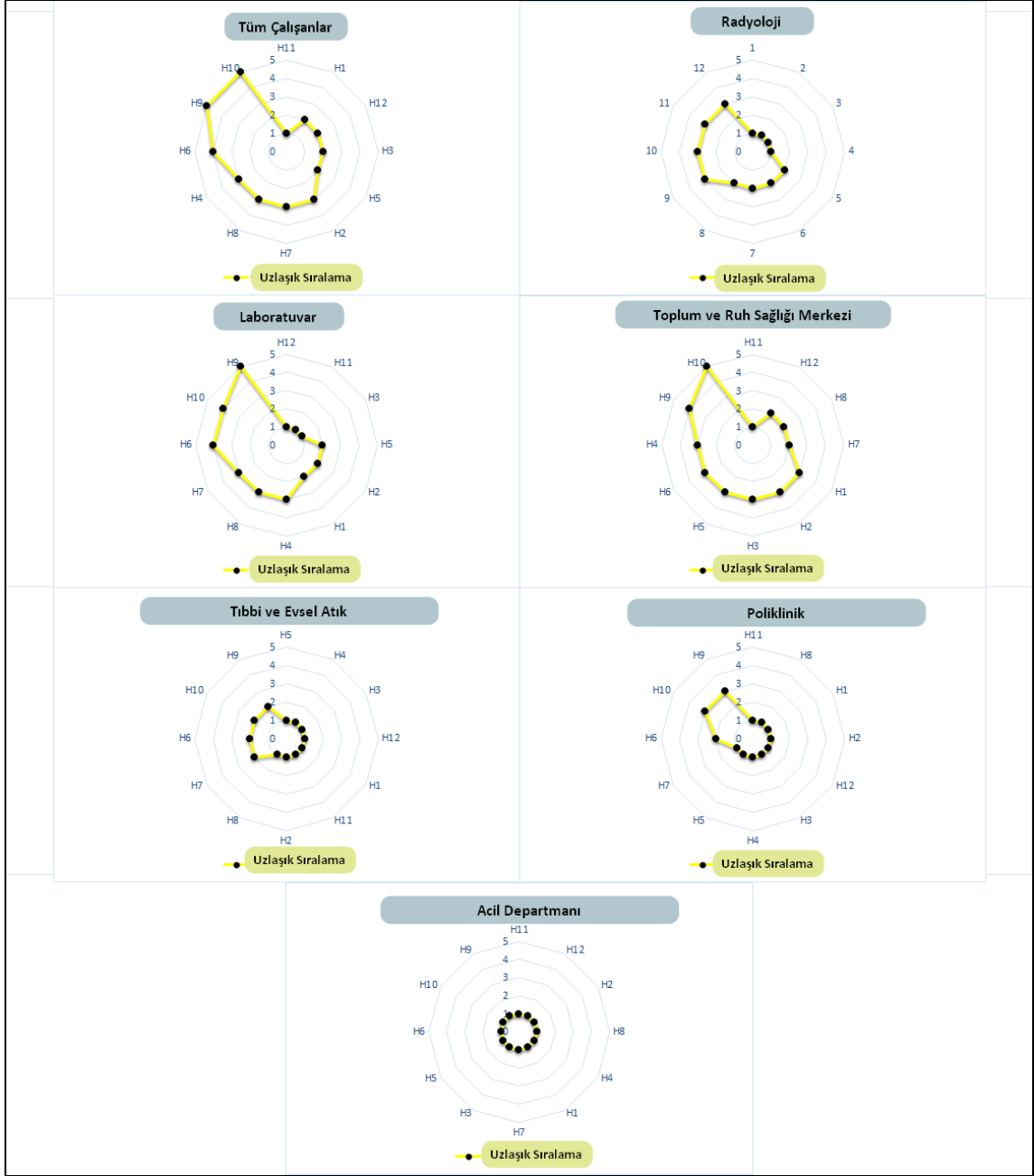
Çizelge 4.7 Acil servis bölümü tüm tehlike türleri için S, R ve Q değerleri

Tehlike Türleri	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
Si	0,38	0,34	0,43	0,41	0,50	0,49	0,40	0,32	0,48	0,57	0,23	0,13
Ri	0,12	0,10	0,12	0,11	0,12	0,14	0,12	0,13	0,19	0,16	0,07	0,11
Qi	0,48	0,38	0,54	0,48	0,61	0,68	0,49	0,45	0,89	0,88	0,12	0,16

Her bir bölüm için uzlaşık tehlike sıralamaları da Şekil 4.2'te sunulmaktadır. Tüm çalışanların risk önceliklendirmesi durumunda, tehlike altındaki seviye 1 (H11) ideal çözüme en yakın tehlike değerini temsil eder; bu, diğerine kıyasla en fazla riske sahip olduğu anlamına gelir ve benzer şekilde en üst sıra 5 (H9 ve H10), kendileriyle ilişkili en az riske sahip olan tehlikeleri temsil eder. Şekil 4.2'te gösterildiği üzere toplam 5 küme bulunmaktadır. H11'den oluşan Küme 1, en yüksek risk düzeyine sahip olan tehlikeyi temsil eder. Oluşan diğer kümelenmelere bakarsak 2. kümenin H12, H1, H5 ve H3'ten Küme 3'ün H2, H8, H7 ve H4; Küme 4'ün H6 ve son olarak, Küme 5'in H9 ve H10 tehlikelerinden oluştuğu gözlemlenmektedir. BVIKOR kullanılarak tehlike tipleri için uzlaşık sıralamaları göstermek için, gözlemlenen hastanenin kalan altı bölümü için de benzer şekilde küme oluşturarak analizler yapılmıştır.



Şekil 4.6 Hastane bölüm tehlike türlerinin S, R ve Q'ya bağlı risk öncelik sıralaması



Şekil 4.7 Hastanenin her bir bölümü için tehlike türlerinin uzlaşık sıralaması

4.3.1 Risk Kontrol Önlemleri

Daha iyi ve daha sağlıklı bir işyeri için vizyon; yöneticilerin ve çalışanların hastane / bölümle ilgili tüm riskleri ve iyileştirmeler için olası önlemleri de içeren sürekli bir iyileştirme tarzında birlikte çalışma sürecini tartıştığı bir kurum kültürü yaratmaktır. Risk önceliklerini belirledikten ve tehlike kategorilerini altı bölümde sıraladıktan sonra, aşağıdaki alanlarda uzlaşmacı bir çözüm önerilmiştir: çalışma ortamının iyileştirilmesi, çalışma koşulları, çalışan bilgileri ve çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak için

danışmanlık. İşverenler, çalışanlarının sağlık ve güvenliğini korumak, kaza kayıtlarını tutmak, bilgi ve eğitim sağlamak, çalışanlara danışmak ve yüklenicilerle işbirliği yapmak ve koordinasyon için pratik önlemler almakla yükümlüdür. Bu raporda, risk kontrol önlemleri, on karar vericinin önerileriyle iki kategoriye ayrılmıştır; Koruyucu önlemler ve önleyici tedbirler. İki kategoriye ayırmada temel amaç, tehlikeleri kaldırmak, tehlikelerini kaynağında kontrol etmek, tehlikeleri en aza indirmek ve uygun KKD sağlamaktır.

Ana strateji ve yapı belirlendikten sonra altı bölümden her birine ve sistemin tamamına koruyucu ve önleyici tedbirler alınması kararlaştırıldı. Kontrol önlemleri belirlemenin, hastanede risklerin etkin bir şekilde yönetilmesine yardımcı olabileceği düşünüldü. Tüm çalışan kategorileri için H11, H9, H10 en yüksek riski taşıyordu. Altı bölümden her biri için, gerekli faaliyetleri, testleri ve takip sürelerini dikkate alarak önleyici tedbirler almaları önerilmiştir.

Gözlemlenen hastanenin geriye kalan altı bölümü için de aynı analiz sistemi uygulanmıştır. (1) Personel eğitimi ve aşıların (hepatit B, tetanoz, difteri, boğmaca, menenjit) yapılması, anti-HBs testinde yer alan tüm çalışanlar için koruyucu önlemlerin alınması gerekir: (2) KKD ekipman kullanılmalı ve ses yalıtımı faaliyetleri için yaralanma anında test gereklidir. (3) Yaralanma, bıçak yaralanmaları ve kan ve vücut sıvılarıyla temasta bir Anti-HBs testi ve yardımcı aletler (tekerlekli sandalye, minder) testi gereklidir. Koruyucu önlemler şu şekilde özetlenebilir: (1) Toz eldivenleri kullanılmalıdır. (2) Kimyasalların malzeme güvenliği ile ilgili sağlıkla ilgili bilgi formları açıklanmalı ve çalışanlara açıklanmalıdır. (3) Temizlik kimyasalları çalışanların alerjileri dikkate alınarak satın alınmalıdır. (4) Asansörler asansör yönetmeliklerine göre uyarlanmalı ve koşullar periyodik olarak kontrol edilmelidir. (5) Hastane kreşleri periyodik olarak kontrol edilmelidir. (6) Bölümün gereksinimlerine ve iş yüküne göre yeterli sayıda çalışan istihdam edilmelidir. (7) Çalışma ortamını göz önüne alırsak, çalışanların sayısı ve dar hasta alanları genişletilmelidir. (8) Merdivenlerde güvenli yürüyüş adımları kullanılmalıdır. (9) Hastane görevlilerine yeterli istirahat alanı ve mola verilmelidir. (10) Hastaları ve ziyaretçileri daha sağlıklı tutmak için hastane temizleme kontrol listesi kullanılmalıdır. (11) Yeterli mekanik havalandırma sağlanmalıdır. Klima sistemi periyodik olarak kontrol edilmelidir. Doğal havalandırma ikinci seçenek olarak

düşünülmelidir. (12) Çalışanların termal konforları mevsim şartlarına göre verilmelidir. (13) Her bölüm için yeterli sayıda izolasyon odası olmalıdır. (14) Hastane yöneticileri uzatma kablosu politikaları ve prosedürlerini sağlamalıdır. Toprak kaçağı kesicileri kullanılmalıdır. Her elektrik panosunda izolasyon paspası bulunmalıdır. (15) Periyodik bakım ve incelemeler uzmanlar tarafından yapılmalıdır. (16) Atık toplama politikası, tüm çalışanların yardımıyla hastane yöneticisi tarafından ele alınmalı ve izlenmelidir.

Radyoloji bölümünde sonuçlar H5, H11 ve H3'ün en yüksek risk seviyesine sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, bu riskleri ortadan kaldırmak için belirli bir periyodik olarak koruyucu önlemler alınmalı ve izlenmelidir. Tam kan sayımı testi ve hematolojik muayene ve aşılar, yılda en az bir kez yapılan inceleme ve personel eğitime ihtiyaç duyulur. Radyasyona karşı korunma ve etkin kullanım için temel güvenlik standartları ve KKD'nin radyasyona karşı kontrolü için, yaralanmalar sırasında çevresel kan yayması muayenesi ve preparatı gereklidir. Ses yalıtımı aktivitesi için; (1) bir kaza anında deri cilt muayenesi gereklidir, bıçaklı yaralanmaları ve kanın vücut sıvısı ile temasında muayenesi, kapsamlı göz muayenesi ve iki ayda bir kardiyovasküler dozimetre kontrolü gereklidir. Radyoloji bölümündeki önleyici tedbirlere ilişkin olarak, yukarıda belirtilenlerden farklı olarak tüm çalışanlar için aşağıdaki tedbirler alınmalıdır: (1) radyasyona karşı uygun KKD'yi tanımlamak ve sağlamak. (2) 24 saat güvenlik mevcut olmalıdır. (3) Cilt ve saç dökülmeleri ayrıntılı olarak incelenmelidir.

Laboratuvar bölümü için, dikkate alınması gereken bazı önemli önlemler bulunmaktadır. Başlangıçta, laboratuvar personeli tehlikeli olmayan atıkları tehlikeli atıktan tecrübe etmeye ve ayırmaya özen göstermelidir. İkincisi, ekonomik olarak mümkünse mühürleme sürecine bir kişi atanmalıdır. Laboratuvar personeli periyodik olarak kontrol edilmeli ve pratik olarak incelenmelidir. Üçüncüsü, yeterli sayıda çalışan, bölüm gereksinimlerine ve iş yüküne göre işe alınmalıdır. Son olarak, delinmeye dirençli eldivenler ve kaplar tercih edilmelidir.

Toplumsal ruh sağlığı merkezinde, sonuçlar, H12, H11 ve H8'in en yüksek riski taşıdığını göstermektedir. Riskleri kabul edilebilir seviyeye düşürmek için gözlemlenen diğer birimlerden farklı yeni önlemler alınmalıdır. Bunlardan biri psikolojik yardımın varlığı ile ilgilidir. Evsel ve tıbbi atık bölümünde sonuçlar, H5, H4 ve H3'ün en yüksek riske sahip

olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, haftalık, aylık, üç aylık ve yıllık yangın alarm sisteminin bakımı, yangın ve personel eğitimi yapılmalıdır. Buna ek olarak, potansiyel risk taşıyan tüm yerlerde elektrikli cihazların kayıtlarının ve nem seviyesinin periyodik olarak izlenmesi gerekmektedir. Tehlikeli sağlık atıkları yönetimi planlanmalıdır. Sitotoksik atıklar güçlü, sızdırmaz kaplarda toplanmalıdır. Kimyasal veya farmasötik atıklar bulaşıcı atıklarla birlikte toplanmalıdır. Acil servis bölümünde, alınması gereken zorunlu kontrol önlemleri tüm çalışanlar için aynıdır. Risk değerlendirme süreci devam eden bir süreç olarak gerçekleştirilmeli ve kontrol önlemlerinin yeterliliği de sürekli gözden geçirilmelidir.

4.3.2 Sinirsel Bulanık Mantık Yaklaşımı Kullanımı

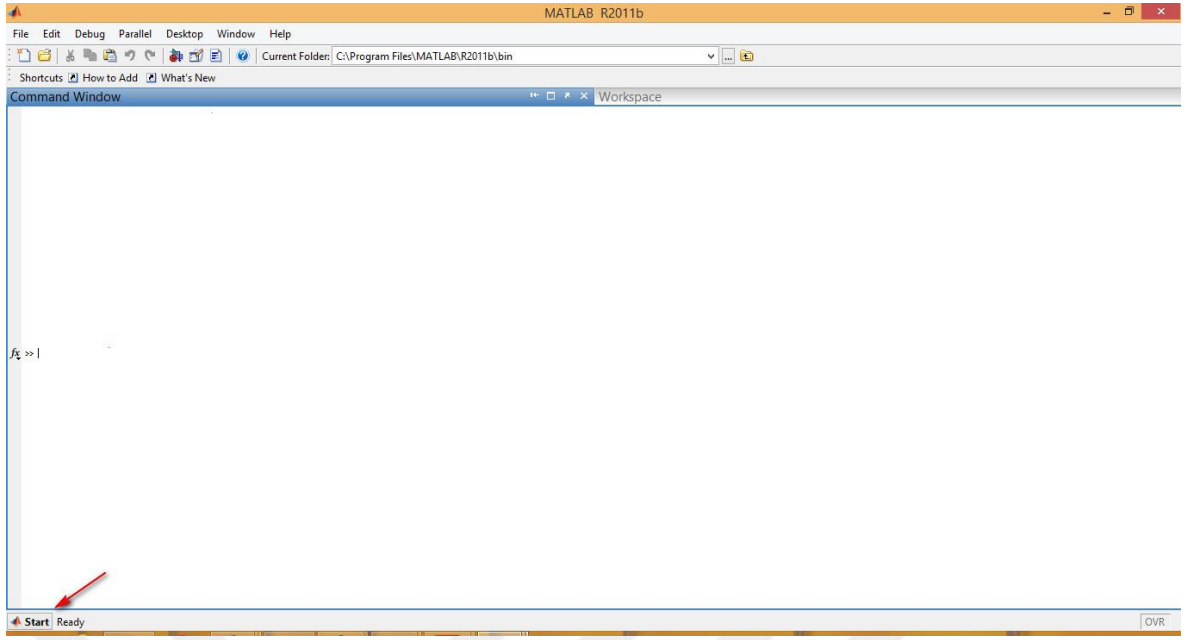
Çalışmanın sonuçları incelendiğinde adaptif ağların yapıları ve avantajlarının ve bulanık mantıkla bir araya getirilmesi ile daha kapsamlı ve efektif bir risk analizi yapılabileceği görülmüştür. Bunun sonucunda da en iyi alternatifin Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi (ANFIS) olduğu ortaya çıkmaktadır. Sinirsel bulanık sisteminin paralel çalışma, sayısal verilerden doğrusal olmayan haritalama yapabilme özelliği, öğrenme özelliği (melez öğrenme), sayısal ve sözel verilerin birleştirilmesi gibi özellikleri ve avantajlarını daha faydalı, kapsamlı, efektif ve kendi kendini eğiten risk analiz sistemi kurulması amacıyla kullanılması amaçlanmaktadır. Sinirsel bulanık yapı sayısal verilerden bulanık bilginin oluşturulmasını da sağlar [66]. Sinirsel bulanık sistemlerin amacı bulanık mantıkla yapay sinir ağları yaklaşımlarının faydalarını toplayıp şekil 4.8’de gösterildiği gibi birleştirmektir. Bu sebepten dolayı çalışmamın devamında sinirsel bulanık yaklaşımı temel alan risk analizi uygulaması yapılmış ve sonuçlar elde edilmiştir.



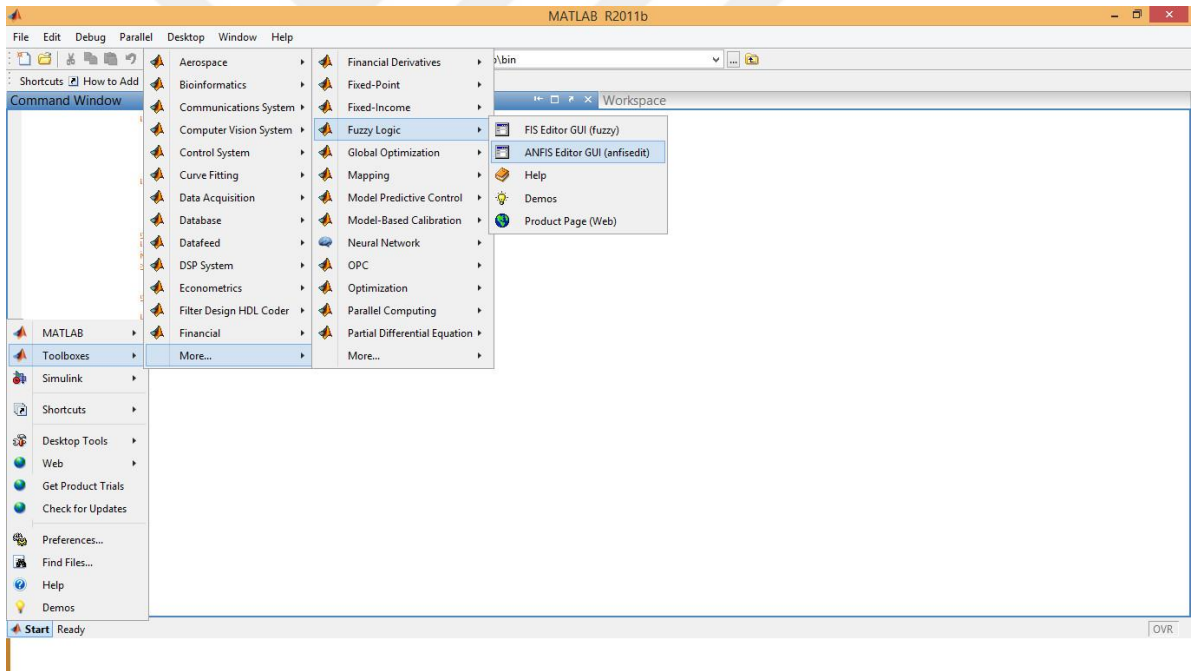
Şekil 4.8 Sinirsel bulanık sistemlerin sinir ağları ve bulanık mantıkla ilişkisi

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE HASTANE BAZLI SİNİREL BULANIK MANTIK METODOLOJİSİ

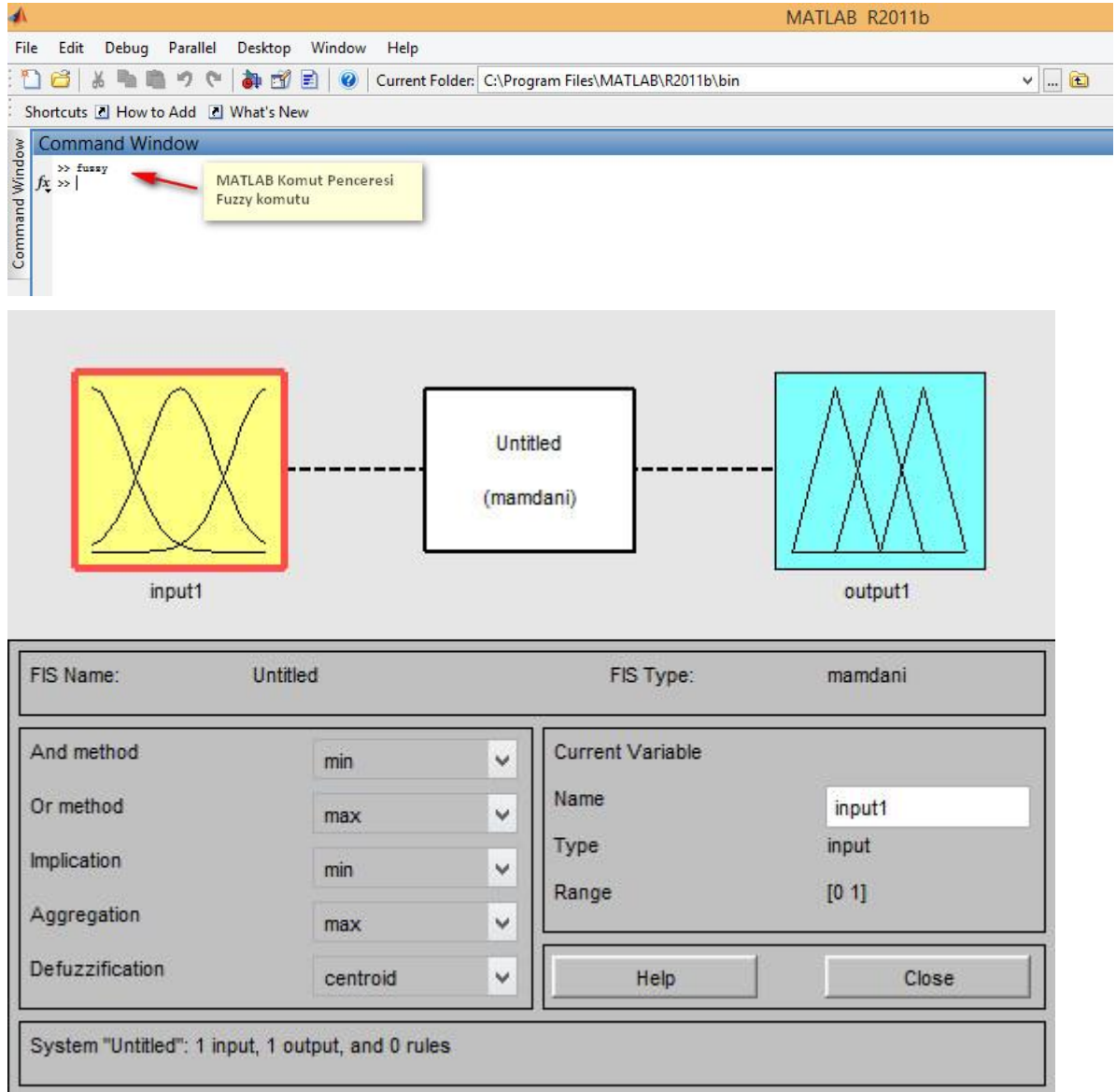
Çalışmanın bu bölümünde sinirsel bulanık bazlı risk değerlendirmesinde kullanacağımız MATLAB Bulanık Mantık Modülü'nün nasıl bir düzenle programlanacağı aktarılacaktır. MATLAB programında sol alt köşede “Start” butonuna basıldığında Şekil 5.1 ve 5.2’de gösterildiği üzere (Fuzzy Logic Toolbox) ANFIS editörü yer almaktadır. Bulanık Mantık Modülü'nün altında kullanıcının özgün bir şekilde kural ve üyelik fonksiyon tarzlarının belirlemesini sağlayan bulanık çıkarım sistem editörü yer almaktadır. Bu noktada çalışmada Matlab Fuzzy Toolbox’ını anlatmak amacıyla FIS editörünü kullanacağız. Bunun için Matlab komut satırında “fuzzy” komutunu yazıp FIS editör penceresine ulaşılabilir. (Şekil 5.3). Açılan ekranda “Edit” menüsünün altında yer alan “Membership Functions” seçeneği ile üyelik fonksiyonlarının düzenlenebilmesi, girdi değişkenlerinin sayı ve yapılarının düzenlenebilmesi için “Membership Function Editor” penceresine ulaşılabilir. Her değişkenin üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi için *input1* ve *input2* kutularına çift tıklanır. Bu noktada “Add Variable” butonu seçildiğinde modele girdi ve çıktılar eklenebilmekte/çıkarılabilmekte , “Rules” butonu seçildiğinde ise “Rule Editor” penceresi altında kuralların düzenlenebilmesi mümkün olacaktır.



Şekil 5.1 MATLAB bulanık mantık giriş penceresi

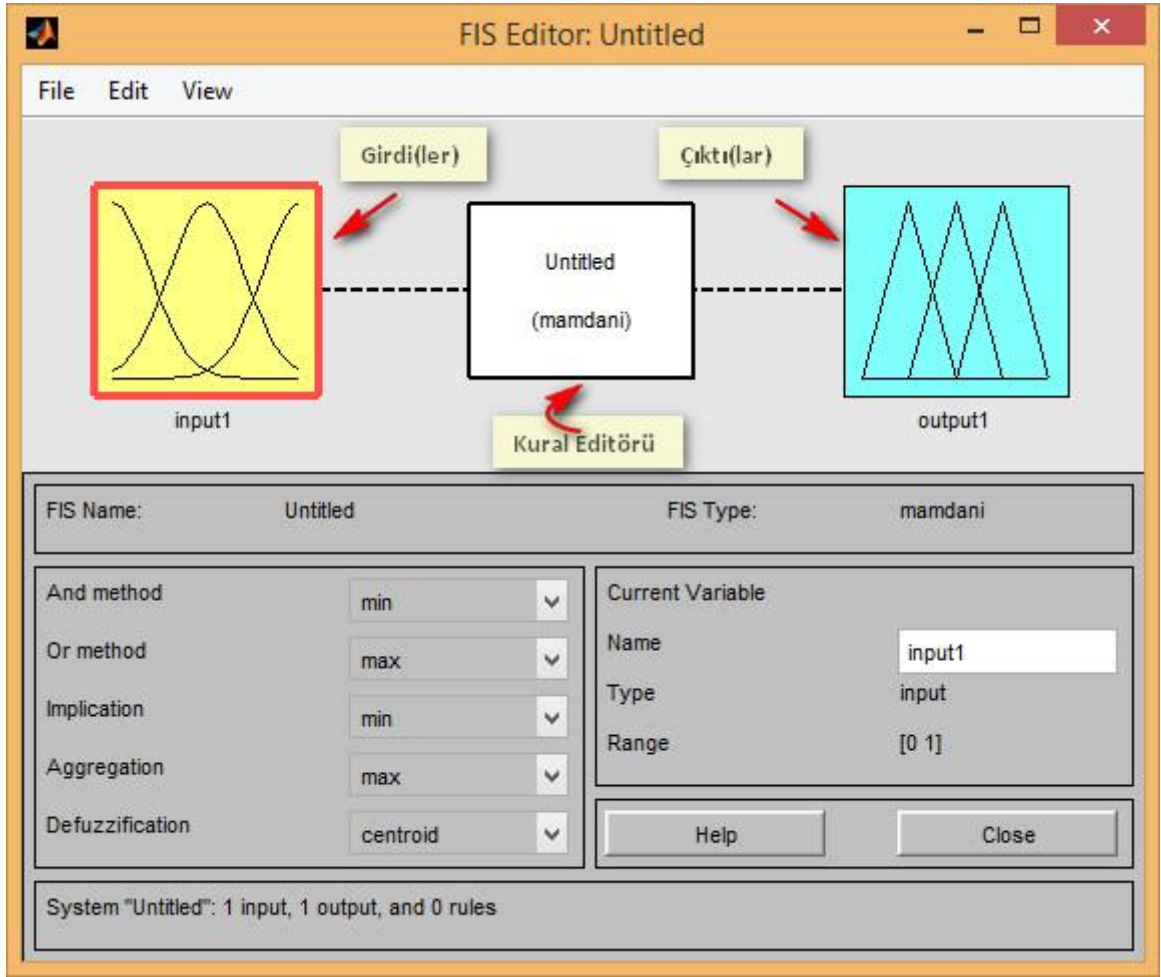


Şekil 5.2 MATLAB ANFIS editörü



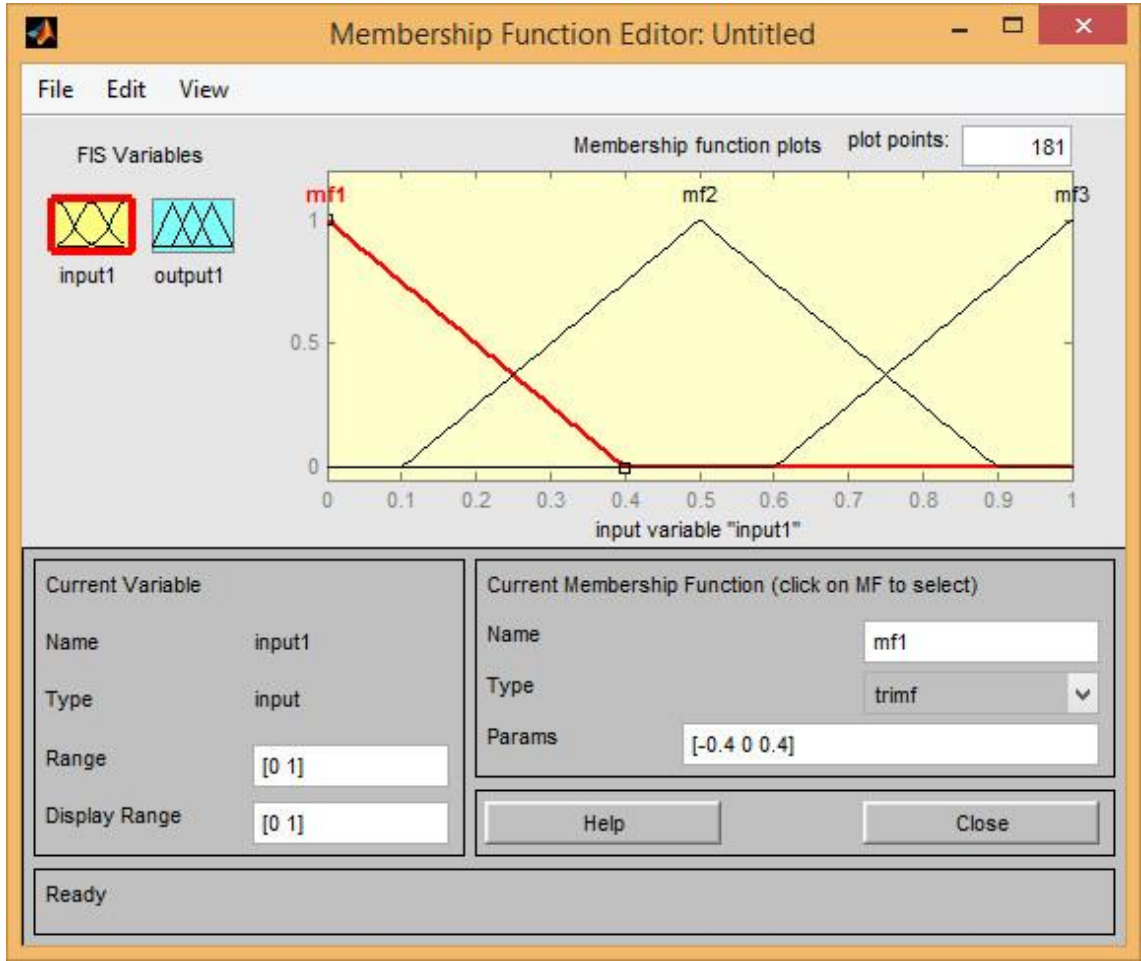
Şekil 5.3 "Fuzzy" komutu ve FIS editör penceresi

FIS penceresinde düzenlemenin kullanıcı (uzmanlar) tarafından yapılabileceği bir yapı bulunmaktadır. Bu noktada girdi ve çıktılar, kural editörü çift tıklanarak yapıları belirlenebilmektedir. (Şekil 5.4)



Şekil 5.4 FIS editör penceresi bileşenleri

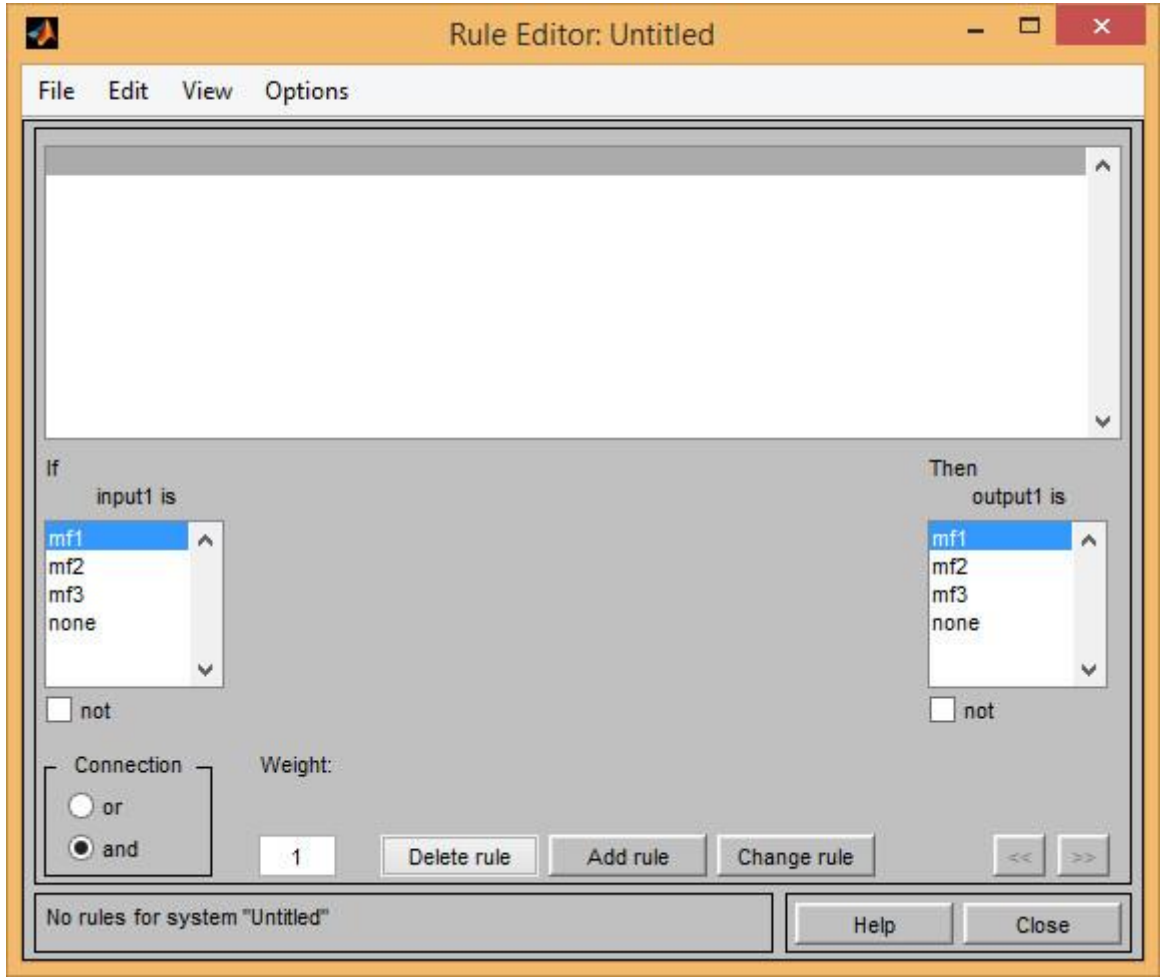
Input butonu (girdiler) çift tıklandığında açılan pencerede girdilerin uzmanlarca belirlenmiş üyelik fonksiyon tipleri, aralıkları belirlenebilmektedir. Bu noktadaki girdilerin sayısı arttırılabilmekte yapıları güncellenebilmektedir. (Şekil 5.5)



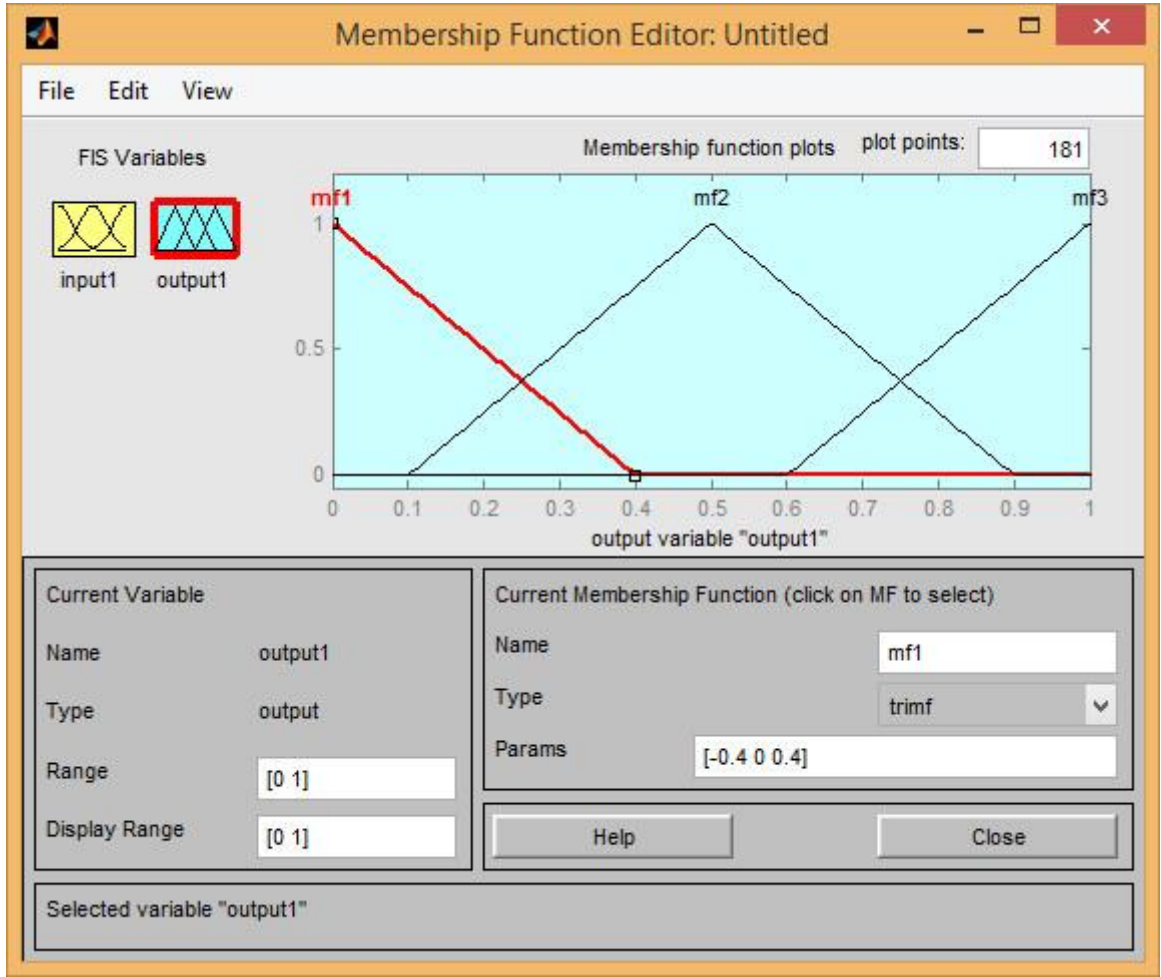
Şekil 5.5 Üyelik fonksiyon editörü-girdi

Kural Editörü butonu çift tıklandığında açılan pencerede girdilerin uzmanlarca belirlenmiş aralıkları çerçevesinde çıktılarla bağlantısını belirleyecek kurallar eklenebilmektedir. Bu noktadaki bağlantı ve/veya şeklinde seçilebilmekte, ağırlıklandırılabilir. (Şekil 5.6)

Output butonu (çıkı) çift tıklandığında açılan pencerede çıktının uzmanlarca belirlenmiş üyelik fonksiyon tipleri, aralıkları girdilere benzer şekilde belirlenebilmektedir. Bu noktadaki çıktı yapısı da güncellenebilmektedir. (Şekil 5.7)



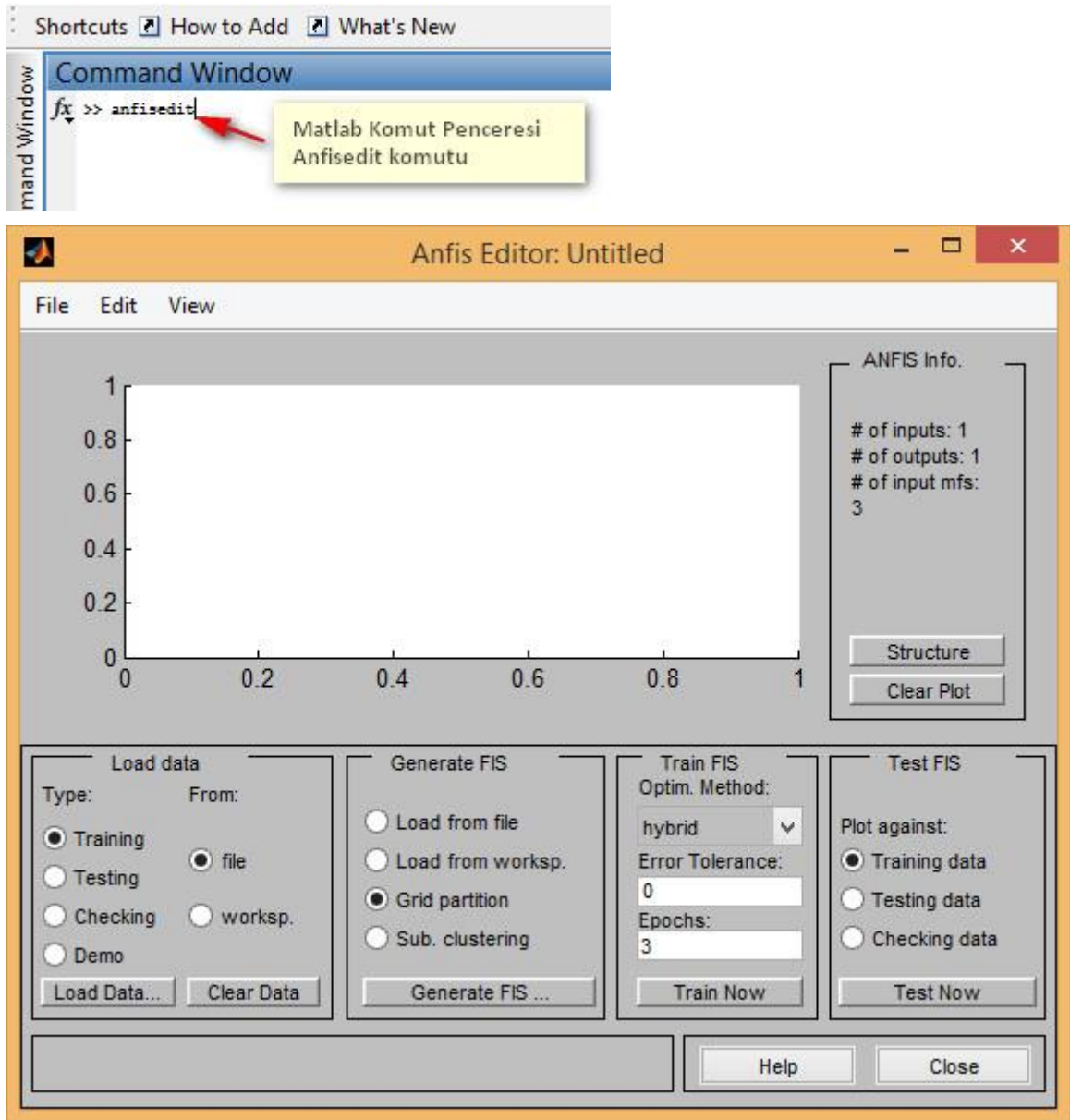
Şekil 5.6 Kural editörü



Şekil 5.7 Üyelik fonksiyon editörü-çıkışı

MATLAB FIS yapısı uzman görüş yapısına dayalı bir bütün oluşturmaktadır. Sinirsel bulanık mantık tabanlı yapıya geçiş için ANFIS editörüne ulaşmak gerekir. Bu noktada komut penceresine “anfisedit” komutu yazılarak ANFIS editörüne ulaşılabilir. (Şekil 5.8)

ANFIS Editör yapısı ÇKKV problemlerinde eldeki girdiler ve çıktı verisine uygun üyelik fonksiyonları ve kurallar uzmanlarca belirlenmesine imkan vermektedir.



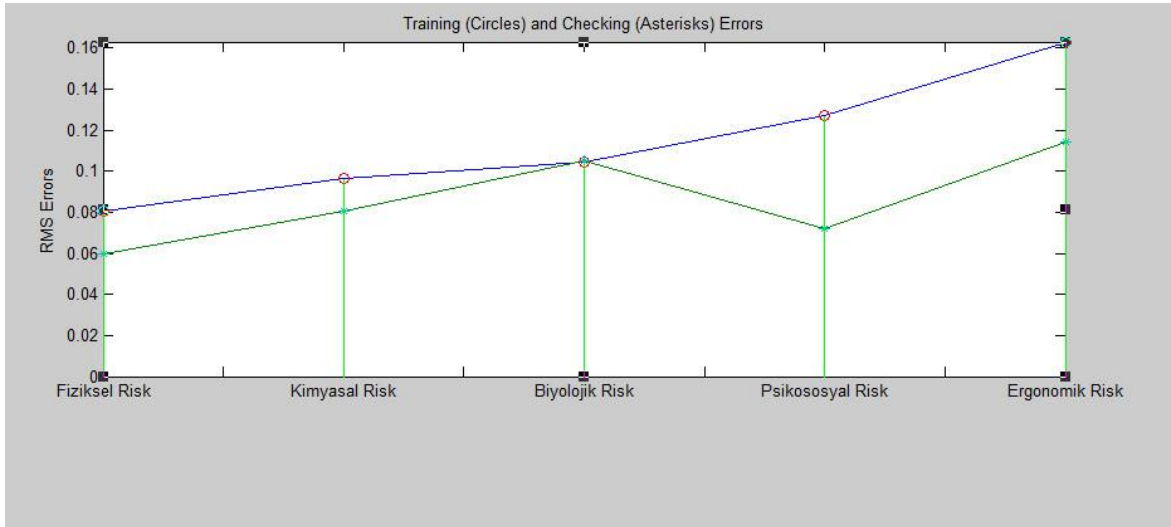
Şekil 5.8 “Anfisedit” komutu ve ANFIS editör penceresi

“exhsrch” komutu yazılarak modelin girdilerinin çıktısı etkilme seviyeleri görülebilmektedir. Sinirsel bulanık yaklaşımı ele alan risk analiz çalışmasında çıktısı (risk değeri) en fazla etkileyen girdileri(fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikososyal, ergonomik riskler) bulmak amacıyla

>> exhsrch(1,train_data, test_data, risk_name) komutu yazılarak risk gruplarının hata kare ortalamalarının karekökü cinsinden (RMSE) etkileri Şekil 5.9’da gösterilmiştir. Komutun başında yazılan 1 rakamı en fazla etkileyen girdiyi bulmak amacıyla yazılmaktadır. Bu sayı 2,3 ve 4 olduğunda hangi kombinasyonun risk değerini en fazla

etkilediği gözlemlenebilmektedir. Yaptığımız çalışmada 5 girdili tek çıktılı bir model üzerinde 3 farklı aralık belirlenen üyelik fonksiyonları için 3'ün 5.kuvveti kadar farklı kural modelimizin tutarlılığı bakımından eklenmiştir. Toplamda $3^5=243$ tane kural modelde mevcuttur.

train_data çalışmada eğitim veri setini, test_data test veri setini, risk_name risk gruplarının isimlerini göstermektedir.



Şekil 5.9 Girdilerin çıktı değerine kare ortalamalarının karekökü cinsinden etkisi

Şekil 5.9 incelendiğinde sırasıyla Psikososyal risk-Fiziksek risk-Kimyasal risk-Biyolojik risk-Ergonomik risk şeklinde en düşük hatadan en yüksek hataya bir sıralama gerçekleşmiştir. En düşük hataya sahip yani çıktığı en çok etkileyen girdi Psikososyal risk olarak ortaya çıkmıştır. Sonraki aşamalarda bu risk gruplarının çoklu şekliyle grupsal hataları “exhsrch” komutu aracılığıyla irdelenmiştir. Hastane risk analizinde daha kapsayıcı olması ve tutarlı sonuçlar elde etmek amacıyla çoklu hata değerlerindeki azalma gözlemlense de bu gözardı edilerek tüm girdiler ANFIS model sistemine dahil edilmiştir. Çoklu grupsal hata değerleri sırasıyla altta listelenmiştir.

Train 5 ANFIS models, each with 1 inputs selected from 5 candidates;

ANFIS model 1: Fiziksel Risk --> trn=0.1630, chk=0.1140

ANFIS model 2: Kimyasal Risk --> trn=0.1272, chk=0.0718

ANFIS model 3: Biyolojik Risk --> trn=0.1042, chk=0.1049

ANFIS model 4: Psikososyal Risk --> trn=0.0964, chk=0.0808

ANFIS model 5: Ergonomik Risk --> trn=0.0808, chk=0.0596

```
>> exhsrch(2,train_data, test_data, risk_name);
```

Train 10 ANFIS models, each with 2 inputs selected from 5 candidates...

ANFIS model 1: Fiziksel Risk Kimyasal Risk --> trn=0.0969, chk=0.0789

ANFIS model 2: Fiziksel Risk Biyolojik Risk --> trn=0.0882, chk=0.1054

ANFIS model 3: Fiziksel Risk Psikososyal Risk --> trn=0.0769, chk=0.0923

ANFIS model 4: Fiziksel Risk Ergonomik Risk --> trn=0.0729, chk=0.0512

ANFIS model 5: Kimyasal Risk Biyolojik Risk --> trn=0.0768, chk=0.0796

ANFIS model 6: Kimyasal Risk Psikososyal Risk --> trn=0.0707, chk=0.0629

ANFIS model 7: Kimyasal Risk Ergonomik Risk --> trn=0.0726, chk=0.0763

ANFIS model 8: Biyolojik Risk Psikososyal Risk --> trn=0.0738, chk=0.0950

ANFIS model 9: Biyolojik Risk Ergonomik Risk --> trn=0.0583, chk=0.0644

ANFIS model 10: Psikososyal Risk Ergonomik Risk --> trn=0.0617, chk=0.0385

```
>> exhsrch(3,train_data, test_data, risk_name);
```

Train 10 ANFIS models, each with 3 inputs selected from 5 candidates...

ANFIS model 1: Fiziksel Risk Kimyasal Risk Biyolojik Risk --> trn=0.0564, chk=0.0674

ANFIS model 2: Fiziksel Risk Kimyasal Risk Psikososyal Risk --> trn=0.0426, chk=0.0800

ANFIS model 3: Fiziksel Risk Kimyasal Risk Ergonomik Risk --> trn=0.0531, chk=0.0521

ANFIS model 4: Fiziksel Risk Biyolojik Risk Psikososyal Risk --> trn=0.0498, chk=0.0798

ANFIS model 5: Fiziksel Risk Biyolojik Risk Ergonomik Risk --> trn=0.0506, chk=0.0538

ANFIS model 6: Fiziksel Risk Psikososyal Risk Ergonomik Risk --> trn=0.0462, chk=0.0529

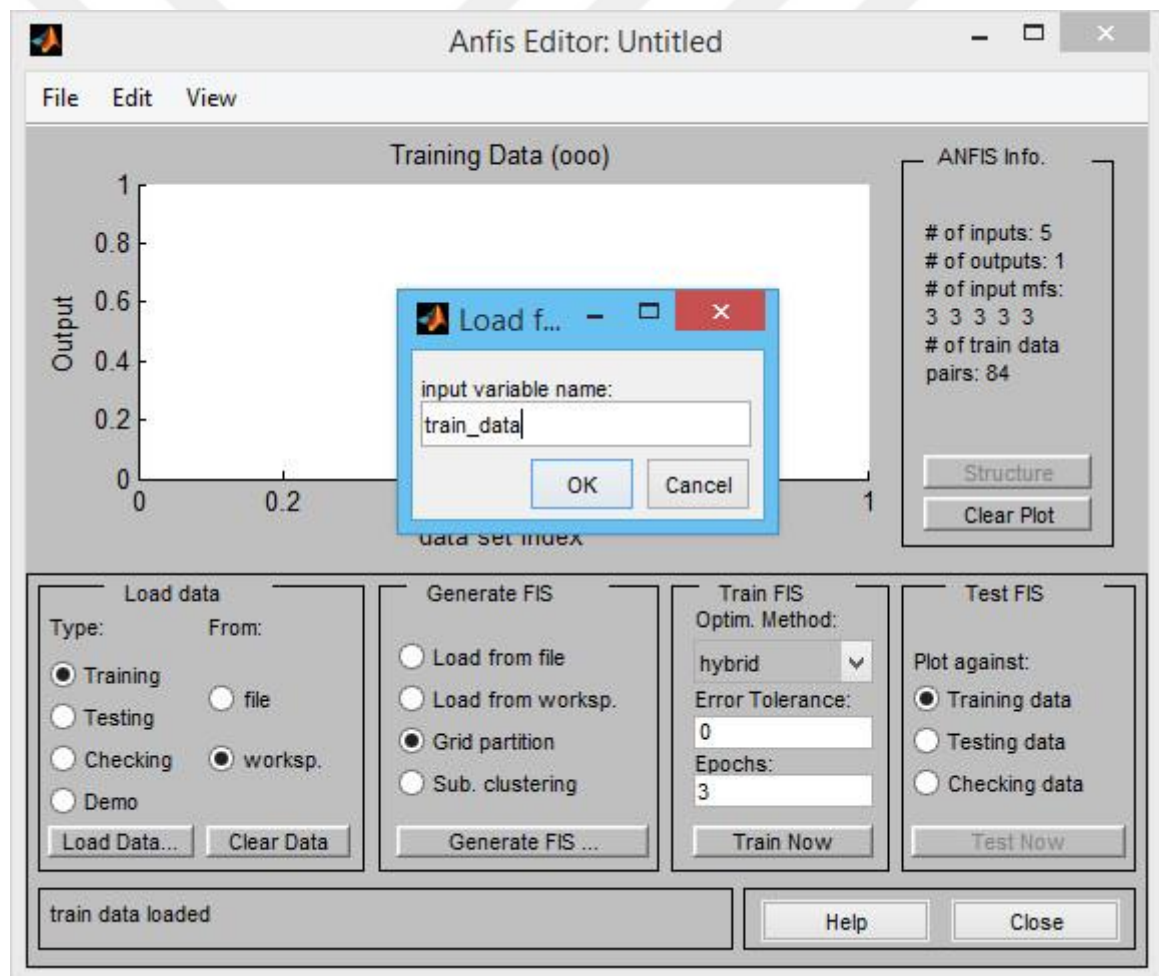
ANFIS model 7: Kimyasal Risk Biyolojik Risk Psikososyal Risk --> trn=0.0459, chk=0.0662

ANFIS model 8: Kimyasal Risk Biyolojik Risk Ergonomik Risk --> trn=0.0454, chk=0.0652

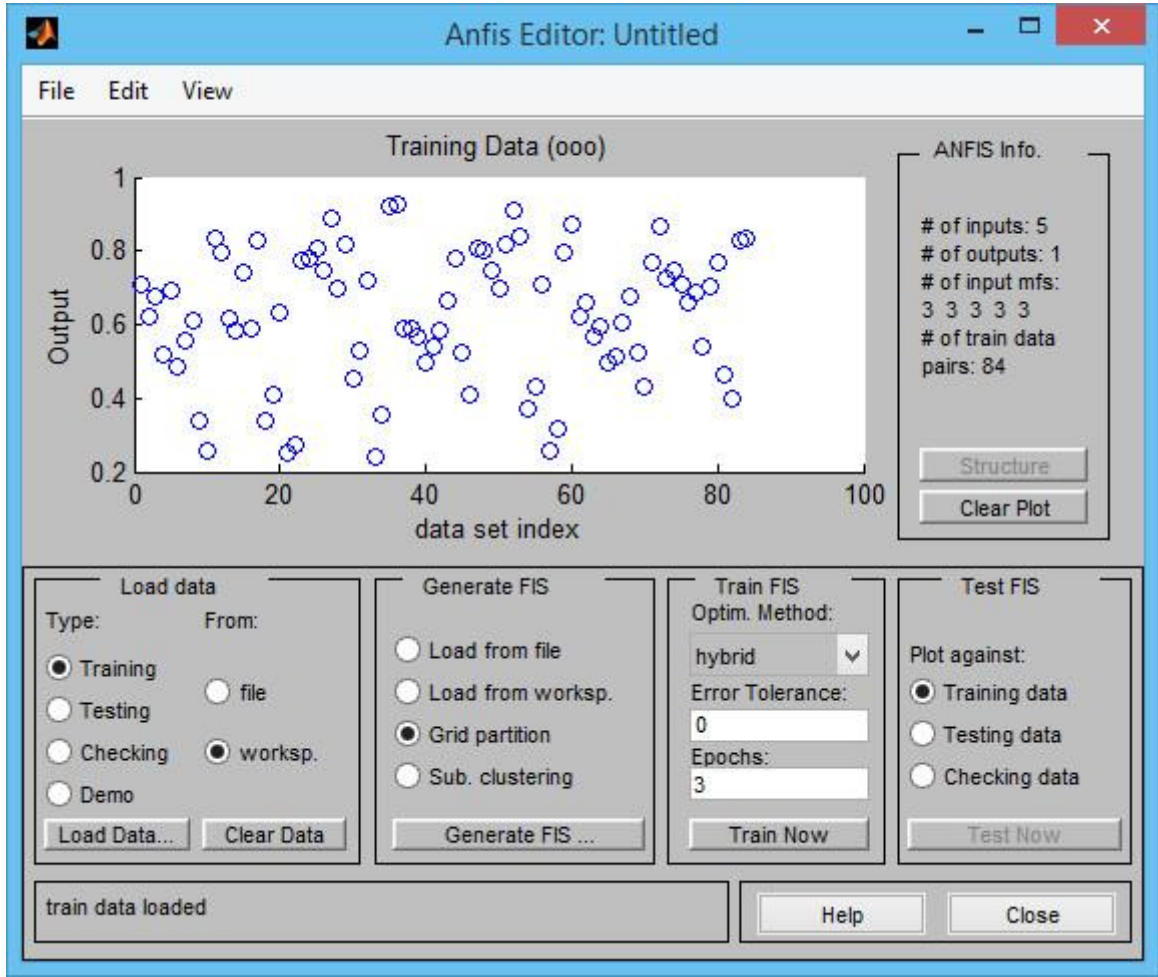
ANFIS model 9: Kimyasal Risk Psikososyal Risk Ergonomik Risk --> trn=0.0474, chk=0.0695

ANFIS model 10: Biyolojik Risk Psikososyal Risk Ergonomik Risk --> trn=0.0459, chk=0.0577

Bu aşamadan sonra ANFIS editöründeki “Load data” seçeneği üzerinden modelin eğitim test ve kontrol verileri yüklenmiştir. Worksp. opsiyonu ile MATLAB çalışma alanında (workspace) bulunan dosyalar aktarılabilmekte iken , file opsiyonu ile çalışma alanı dışında bir klasörde kaydedilmiş olan dosyalar aktarılabilmektedir. “Load data” butonuna basılması sonrası worksp opsiyonu ile train_data (eğitim verisi) ANFIS editöre aktarılmıştır. (Şekil 5.10 ve 5.11)

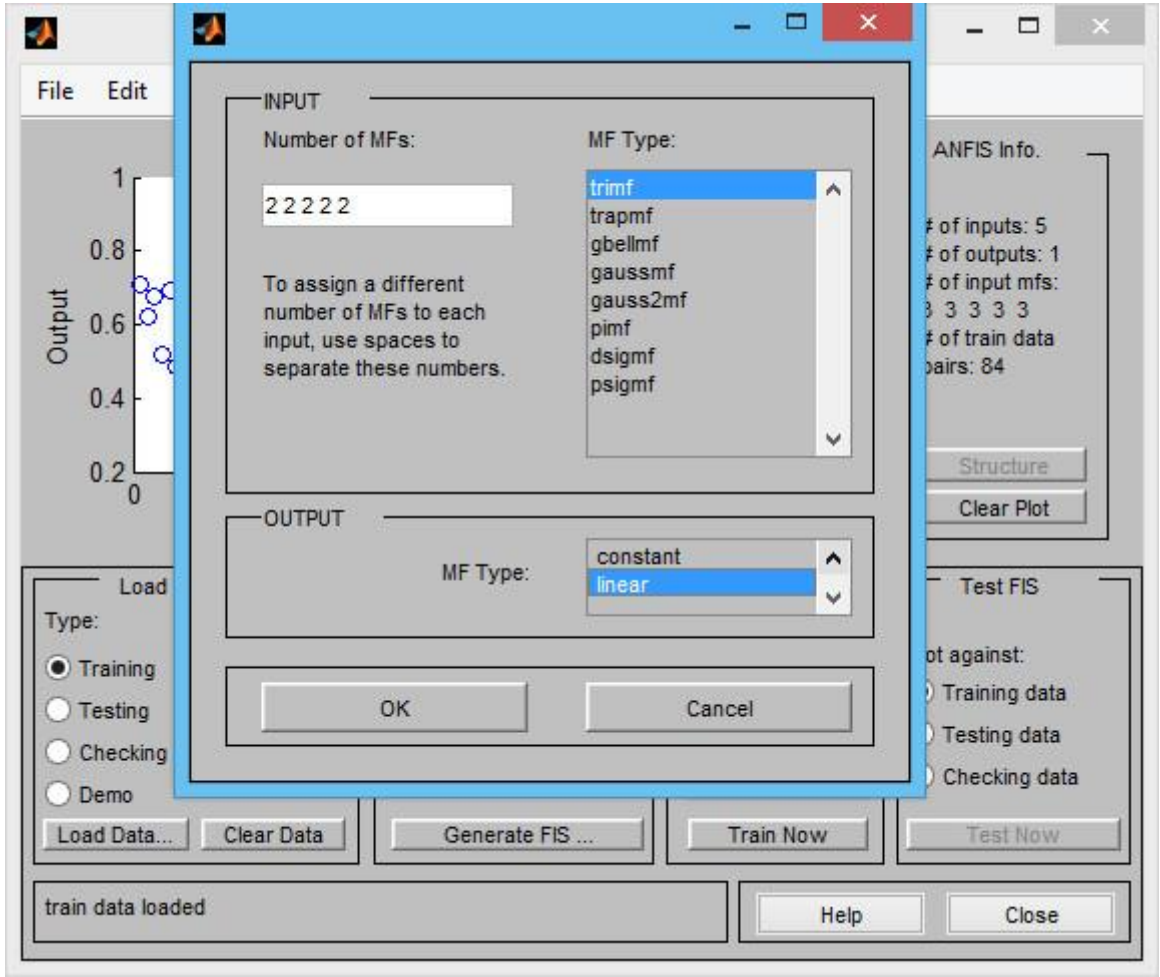


Şekil 5.10 Girdi verilerinin ANFIS editörüne yüklenmesi



Şekil 5.11 Girdi verilerinin ANFIS editöründe dağılım görüntüsü

ANFIS editöründe her girdi için üyelik fonksiyon sayısı ve fonksiyon tipini belirleneceği "Generate FIS" kısmı Şekil 5.12'de gösterilmektedir. Bu kısımda üyelik fonksiyonlarının türü ve üyelik fonksiyon sayısı rakamla yazılarak belirlenir. Aynı şekilde çıktı üyelik fonksiyon tipi sabit yada lineer olmak üzere 2 türden birisi olarak seçilir.



Şekil 5.12 ANFIS editöründe üyelik fonksiyon sayısı ve tür seçimi

BÖLÜM 6

UYGULAMA

Çalışmada hastane risk analizi problemini sinirsel bulanık yaklaşım tabanlı olarak üç basamakta olacak ANFIS odaklı model uygulanacaktır. İstanbul ilinde 500'den fazla yatak kapasitesi, 1000'den fazla sağlık çalışanına sahip olan bir kamu hastanesinde tıbbi bölüm bazlı toplanan veriler kullanılarak risk değerlendirmesi çalışması sinirsel bulanık mantık bazlı olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve klasik risk değerlendirme yöntemleriyle hata ölçütleri üzerinden kıyaslanmıştır. Sinirsel bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak yapılan çalışmanın aşamaları Şekil 6.1'de gösterilmektedir. Uygulanan yöntemin verimlilik ve esnekliğini göstermek için elde edilen sonuçlar Buckley BAHP ve BVIKOR iki aşamalı risk değerlendirme modeliyle kıyaslanacaktır. Buckley BAHP yönteminde bulanık durumun genişletilmesinde kolaylık sağlanması, tek bir sonucu garanti etmesi avantajları bulunmaktadır [67], [68]. Uygulamada amaçlanan sinirsel bulanık mantığı risk analizine entegre ederek ölçülebilir bir çıktı olarak toplam risk değeriyle daha etkin bir değerlendirme ve kullanılan klasik risk değerlendirme modellerden daha iyi sonuçlar elde edilmesi olacaktır [69]. Bölüm 5'de anlatılan metodoloji ışığında ANFIS'te etkin ve efektif bir risk değerlendirmesi çalışması için girdiler fiziksel, kimyasal biyolojik, psikososyal riskler olarak belirlenmiş ve Ek-A'da gösterilen veri seti hastane uzman personelleri(doktor-işyeri hekimi) ile ortaklaşa detaylı çalışma sonucu elde edilmiş.



Şekil 6.1 İSG’de sinirsel bulanık mantık ile risk değerlendirme model aşamaları

Çalışmanın ilk adımı çerçevesinde, her bir kriter (girdi) için uygun sayıda ve tipte üyelik fonksiyonu seçiminin yapılması gerekmektedir [70], [71]. Üyelik fonksiyonu adedinin belirlenmesi ANFIS modelinin uygulanması konusunda önemli hususlardan biridir. Her bir girdi ile ilişkili bir üyelik fonksiyonu seçilmesi halinde eğitilecek parametre sayısı 84, iki üyelik fonksiyonu seçilmesi halinde 168 üç üyelik fonksiyonu seçilmesi halinde ise eğitilecek parametre sayısı 252 olacaktır. İSG çerçevesinde daha kapsamlı bir çalışma elde etmek amacıyla üç üyelik fonksiyonu seçilmesine karar verilmiştir. Sonrasında modele en uygun üyelik fonksiyon tipi belirlenmelidir. Çalışmada girdilerin üyelik fonksiyon tipleri seçiminde 40 çevrim için elde edilen hata değerleri sonucunda gauss2mf fonksiyon tipinin en az hata değerini vermesiyle sonuçlanmıştır. (Çizelge 6.1) Bu noktada Ek-A’da belirtilen veriler train_data ve test_data şeklinde adlandırılmış ve

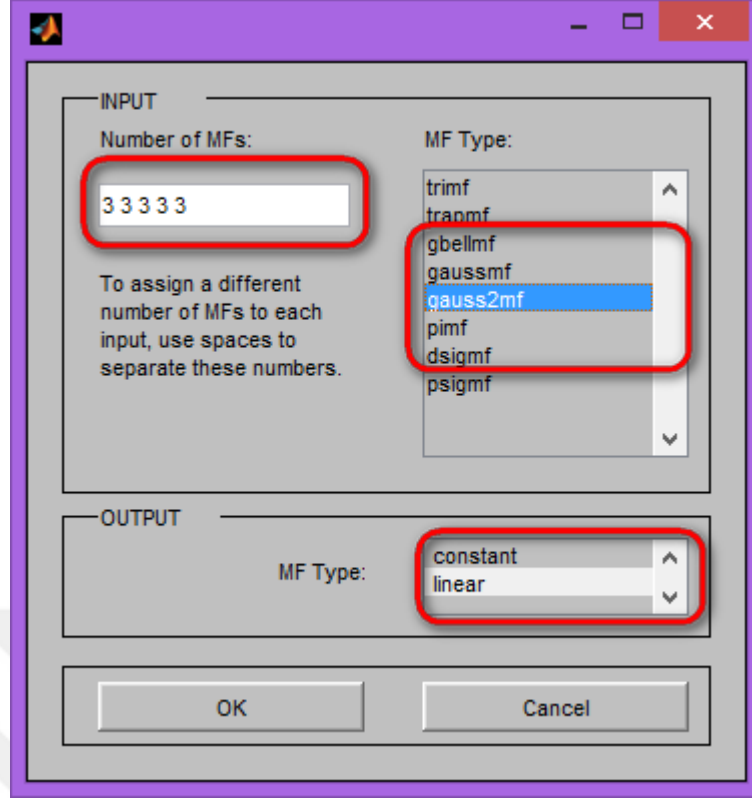
yüklenmiştir. (Şekil6.1) Yapılan kriter seçiminin ardından problem 5 girdi ve 1 çıktıdan oluşan sinirsel bulanık sisteme dönüşmüştür. Girdilerin üyelik tipleri ve sayılarının belirlenmesi için Şekil 6.1’de görülen “Generate FIS” butonu kullanılmakta açılan pencere Şekil 6.2’de gözüktüğü gibi ekranda yer alan “number of MF’s” kısmına “3 3 3 3 3” ifadesi, “MF Type” seçeneğinde de gauss2mf üyelik fonksiyonu seçilmektedir. Çıktı “MF Type” ifadesi için de linear ifadesi seçilmektedir. Bu önceki kısımlarda da belirtildiği gibi birinci derecede Sugeno bulanık modelini temsil etmektedir.

Çizelge 6.1 Üyelik fonksiyonları hata değerleri

Üyelik Fonksiyon Tipi	40 Çevrim Hata Değeri
trimf	0,000015090
trapmf	0,000077620
gbellmf	0,000006395
gaussmf	0,000020704
gauss2mf	0,000004942
pimf	0,000005391
dsigmf	0,000009287
psigmf	0,000009287

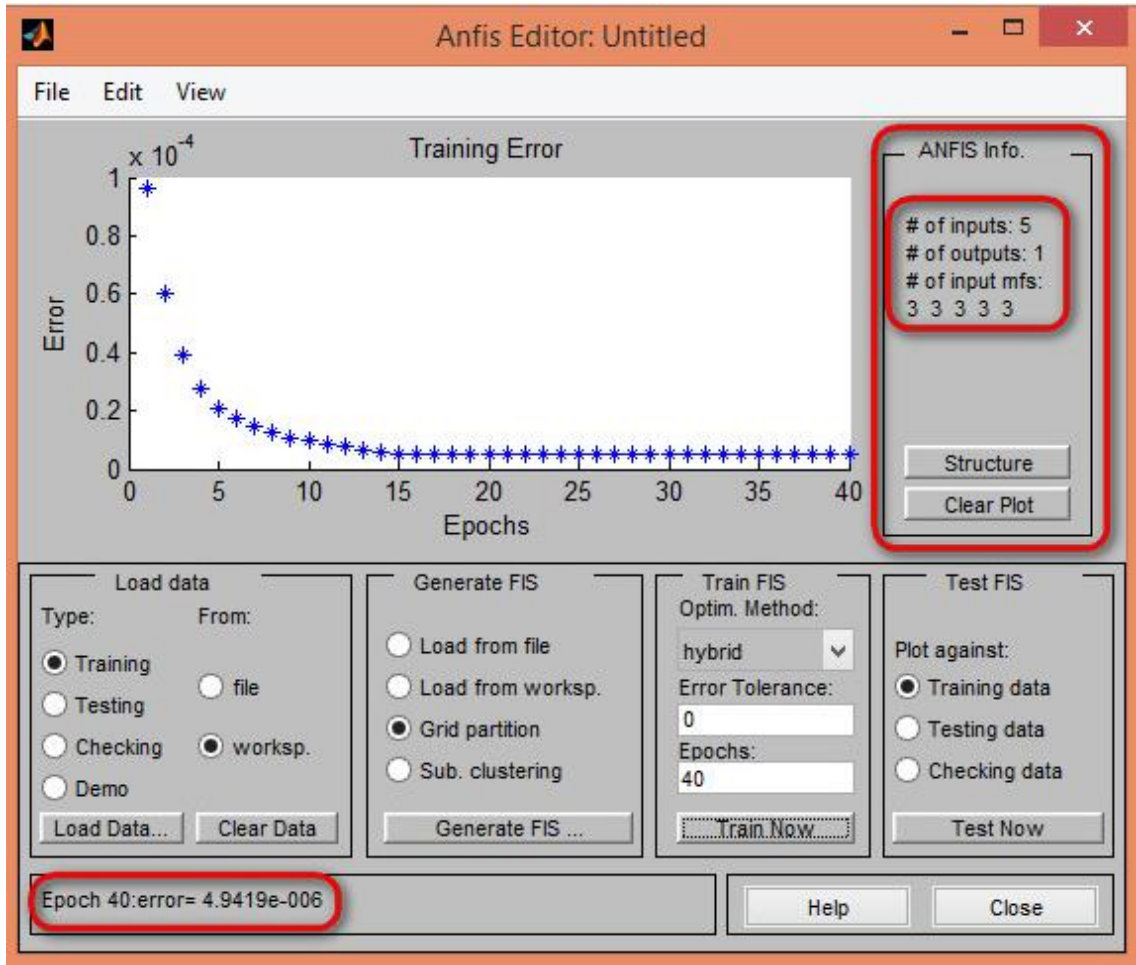
test_data	<21x6 double>	0.1700	0.7800
train_data	<84x6 double>	0.0200	0.9260

Şekil 6.2 Model veri setlerinin sisteme aktarılması



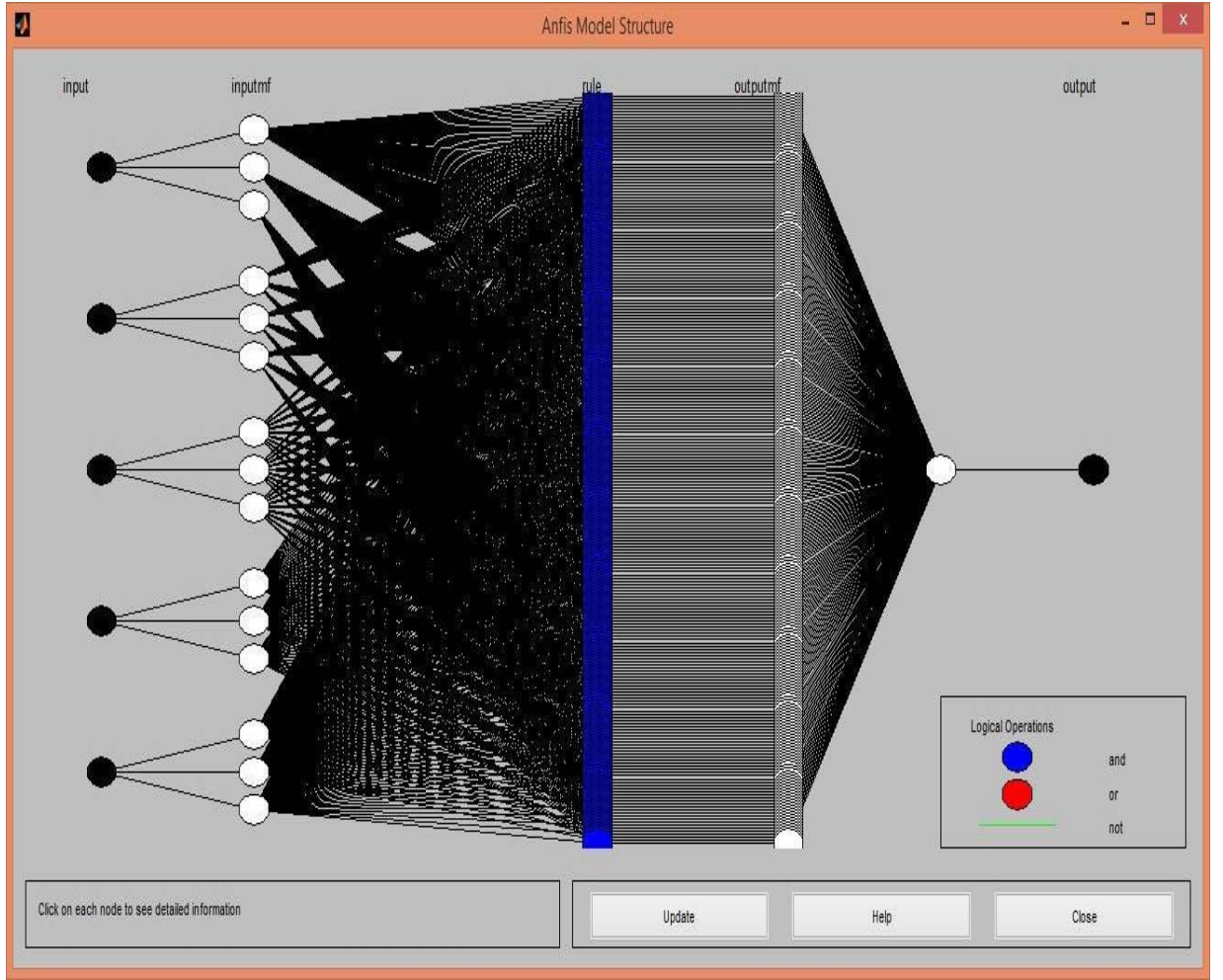
Şekil 6.3 Model veri setlerinin sisteme aktarılması

Eğitilecek veri seti ANFIS editöründe yüklenildiği ve test edildiğinde Şekil 6.3’de gözüktüğü gibi model hakkında bilgiler gözlemlenebilmekte ve sol alt köşede “Epoch 40: error = 0,000004942” yazmaktadır. Bu seçilen üyelik fonksiyonu tipi ve girdilerin her biri için 3 adet üçgen üyelik fonksiyonu uygun olarak melez öğrenme algoritması ile eğitim datası 40 çevrim eğitilmiş ve çıktı değeri 0,000004942 büyüklüğünde bir hata değeri ile doğru olarak tahmin edilmiştir anlamındadır.



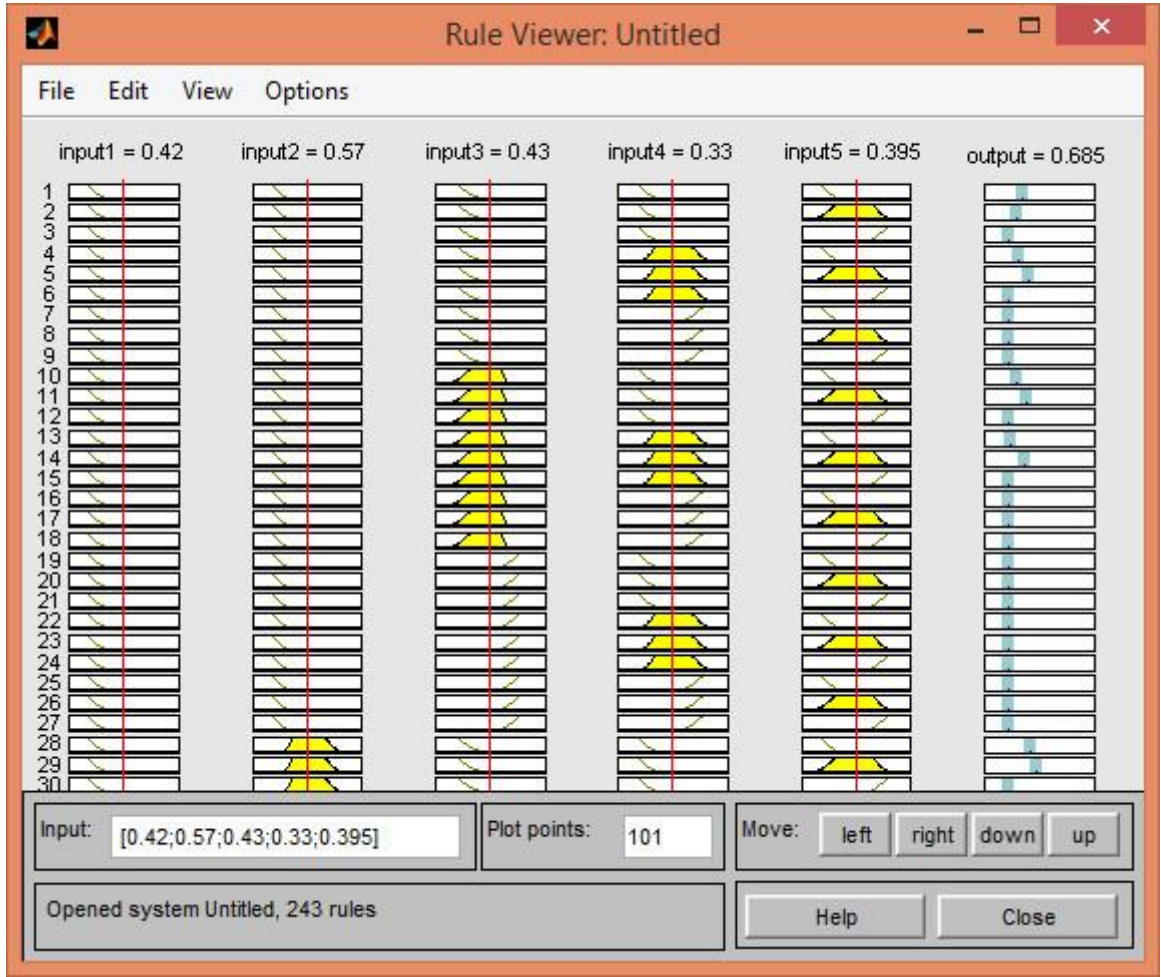
Şekil 6.4 Gauss üyelik fonksiyonu hata grafiği

ANFIS editor penceresinde structure ANFIS model yapısını göstermektedir. (Şekil 6.5) Şekilde en soldaki siyah düğümler girdileri, her bir düğüm için 3 bağlantı içeren 2.katman düğümleri üyelik fonksiyonlarını temsil etmektedir.



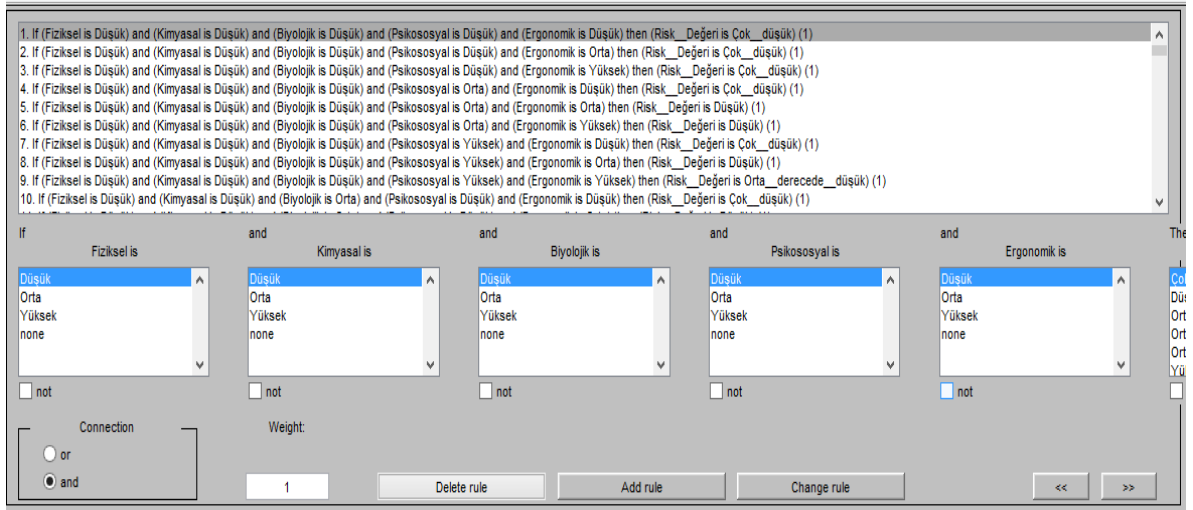
Şekil 6.5 ANFIS model yapısı

Şekil 6.6'da da gözlemlenebileceği gibi bundan sonraki aşamada her bir girdinin (5 girdi) 3 üyelik fonksiyonu olması sebebiyle $3^5=243$ farklı kural oluşmaktadır. Bağlantılı olunan kurallardan gelen çıktı dördüncü katmanda sistemin tahmin ettiği risk değeri çıktı değeri olarak beşinci katmanda gösterilmektedir. Şekil 6.5'te kurulan modele bağlı kurallar gözükmemektedir.



Şekil 6.6 ANFIS modeli kural görüntüsü

Modelde tanımlanan kurallar “Rule Editör” altında kullanıcılar (uzman) tarafından düzenlenebilmektedir. Risk değerlendirme modeli ilk 10 kural Şekil 6.7’de gözlemlenebilir.



Şekil 6.7 Modelde ilk on kuralın gösterimi

Matlab’da komut ekranında kullanılan “evalfis” komutu ile 105 tane çıktı değeri listelenebilmektedir. Bunun için modelin tanımlanması ve evalfis(girdi,model) şeklinde komut gönderilmesi gerekmektedir.

Hastane risk analiz çalışması için risk gruplarını içeren veritabanı oluşumu sonrasında sistemdeki toplam risk değerine her bir girdi (risk grubu) etkisi araştırılmaktaydı. Risk değeri 0 ile 1 arasında bir olasılıksal kavramla ifade edildiği için elde edilen sonuçlarda normalleştirme işlemi excel aracılığıyla yapılmıştır. Bu çalışma Çizelge 6.2’de gösterilmektedir. Çalışmada kullanılan veriler ve sağlık sektörü genel yapısı itibarıyla hata tolerans değerleri çok düşük seviyelerdedir. Bundan dolayı veriler yüzdelik ve bindelik esasta farklılıklar göstermektedir. İlk 85 veri seti eğitim son 20 tanesi ise test veri setidir.

Çizelge 6.2 ANFIS model çıktı değerleri

Grup	Risk Değeri	ANFIS Model	ANFIS Normalleştirme
1	0,710	0,705	0,708
2	0,621	0,623	0,610
3	0,675	0,676	0,670
4	0,521	0,523	0,501
5	0,693	0,694	0,689
6	0,485	0,487	0,461
7	0,556	0,558	0,539
8	0,611	0,614	0,600
9	0,337	0,335	0,299

Çizelge 6.2 ANFIS model çıktı değerleri (devamı)

Grup	Risk Değeri	ANFIS Model	ANFIS Normalleştirme
10	0,255	0,256	0,209
11	0,832	0,836	0,842
12	0,794	0,797	0,800
13	0,614	0,617	0,603
14	0,581	0,583	0,567
15	0,739	0,742	0,740
16	0,589	0,591	0,575
17	0,830	0,834	0,840
18	0,340	0,342	0,302
19	0,410	0,413	0,379
20	0,633	0,635	0,624
21	0,249	0,249	0,203
22	0,275	0,275	0,231
23	0,774	0,776	0,778
24	0,782	0,783	0,787
25	0,805	0,807	0,812
26	0,746	0,749	0,747
27	0,888	0,891	0,903
28	0,700	0,703	0,697
29	0,817	0,821	0,825
30	0,453	0,455	0,426
31	0,531	0,533	0,512
32	0,719	0,722	0,718
33	0,239	0,240	0,192
34	0,354	0,355	0,318
35	0,920	0,923	0,938
36	0,926	0,929	0,945
37	0,589	0,591	0,575
38	0,588	0,591	0,574
39	0,567	0,569	0,551
40	0,497	0,499	0,475
41	0,540	0,543	0,522
42	0,582	0,585	0,568
43	0,663	0,666	0,657
44	0,781	0,784	0,786
45	0,523	0,525	0,503
46	0,408	0,410	0,377
47	0,808	0,811	0,815
48	0,799	0,802	0,806
49	0,746	0,748	0,749
50	0,696	0,698	0,693

Çizelge 6.2 ANFIS model çıktı değerleri (devamı)

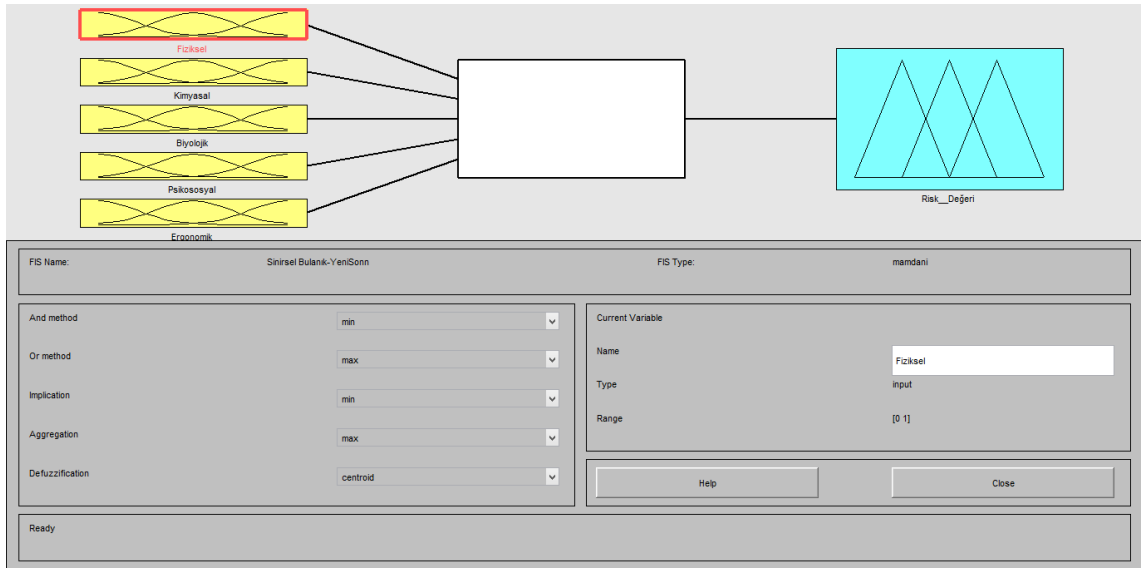
Grup	Risk Değeri	ANFIS Model	ANFIS Normalleştirme
51	0,816	0,819	0,824
52	0,908	0,913	0,925
53	0,842	0,846	0,853
54	0,374	0,375	0,340
55	0,432	0,433	0,403
56	0,709	0,711	0,707
57	0,256	0,257	0,210
58	0,315	0,316	0,275
59	0,794	0,797	0,800
60	0,870	0,873	0,883
61	0,621	0,623	0,610
62	0,659	0,662	0,652
63	0,568	0,569	0,552
64	0,594	0,596	0,581
65	0,498	0,500	0,476
66	0,512	0,514	0,491
67	0,603	0,605	0,591
68	0,678	0,681	0,673
69	0,525	0,527	0,505
70	0,430	0,431	0,401
71	0,766	0,767	0,769
72	0,867	0,868	0,880
73	0,727	0,729	0,727
74	0,746	0,748	0,747
75	0,709	0,711	0,707
76	0,658	0,660	0,651
77	0,686	0,686	0,682
78	0,542	0,544	0,524
79	0,706	0,706	0,704
80	0,769	0,772	0,774
81	0,463	0,466	0,437
82	0,400	0,403	0,368
83	0,831	0,831	0,841
84	0,832	0,836	0,842
85	0,669	0,711	0,709
86	0,606	0,663	0,656
87	0,630	0,645	0,702
88	0,645	0,701	0,698
89	0,527	0,624	0,614

Çizelge 6.2 ANFIS model çıktı değerleri (devamı)

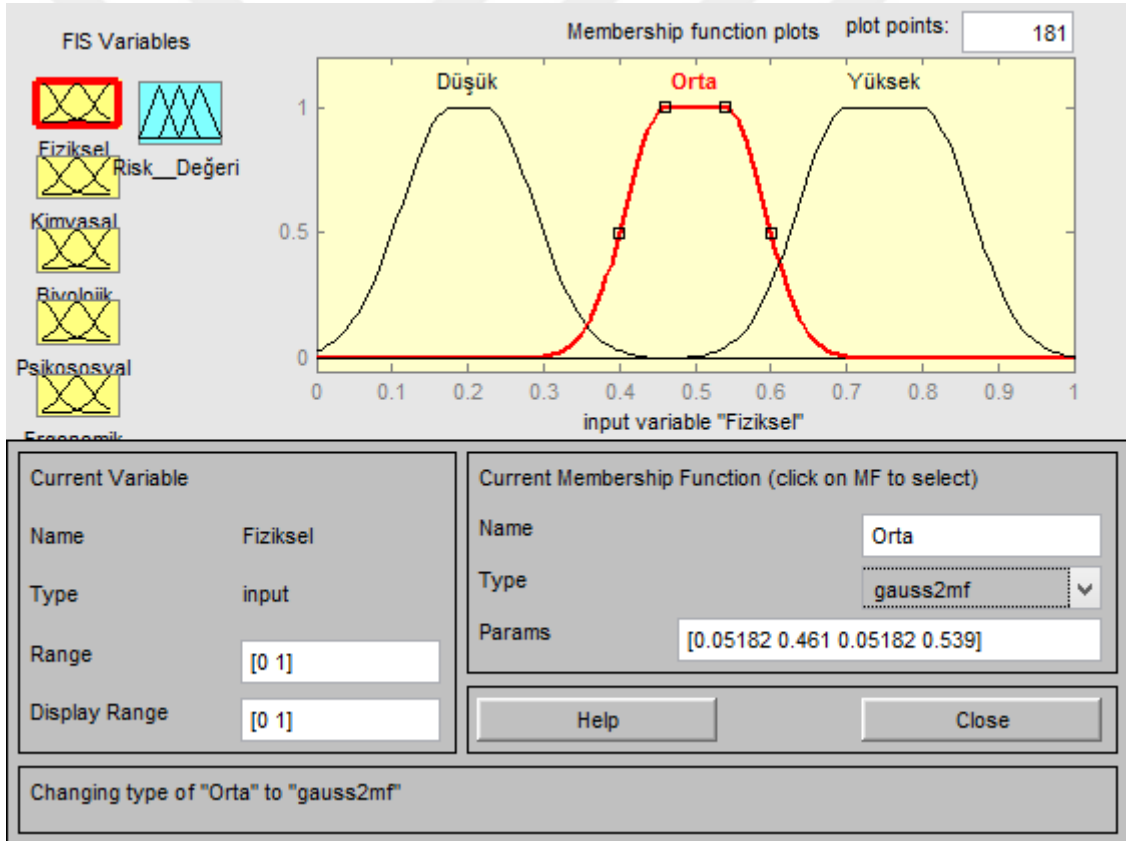
Grup	Risk Değeri	ANFIS Model	ANFIS Normalleştirme
90	0,461	0,932	0,952
91	0,657	0,976	0,990
92	0,600	0,966	0,989
93	0,568	0,954	0,976
94	0,551	0,541	0,523
95	0,535	0,536	0,517
96	0,540	0,585	0,571
97	0,505	0,888	0,904
98	0,466	0,537	0,519
99	0,427	0,587	0,573
100	0,602	0,604	0,592
101	0,544	0,531	0,476
102	0,574	0,438	0,391
103	0,688	0,676	0,671
104	0,777	0,788	0,793
105	0,702	0,808	0,816

Sinirsel bulanık mantık yaklaşımı ile İSG risk analiz çalışmamızda risk gruplarının toplam risk değeri üzerinde etkisini ANFIS ile nasıl hesaplanabileceği irdelenmiştir. Girdilerin bulanık çıkarım arayüzündeki gösterimi Şekil 6.8’de verilmiştir. Girdilerin yapısı üyelik fonksiyon editör aracılığıyla düzenlenebilmektedir. Fiziksel risk grubu için örnek gösterim Şekil 6.9’da verilmiştir.

Her bir girdi için üç adet üyelik fonksiyonu atanmıştır. Belirtilen üç üyelik fonksiyonuna düşük orta yüksek sözel değerleri atanmıştır.



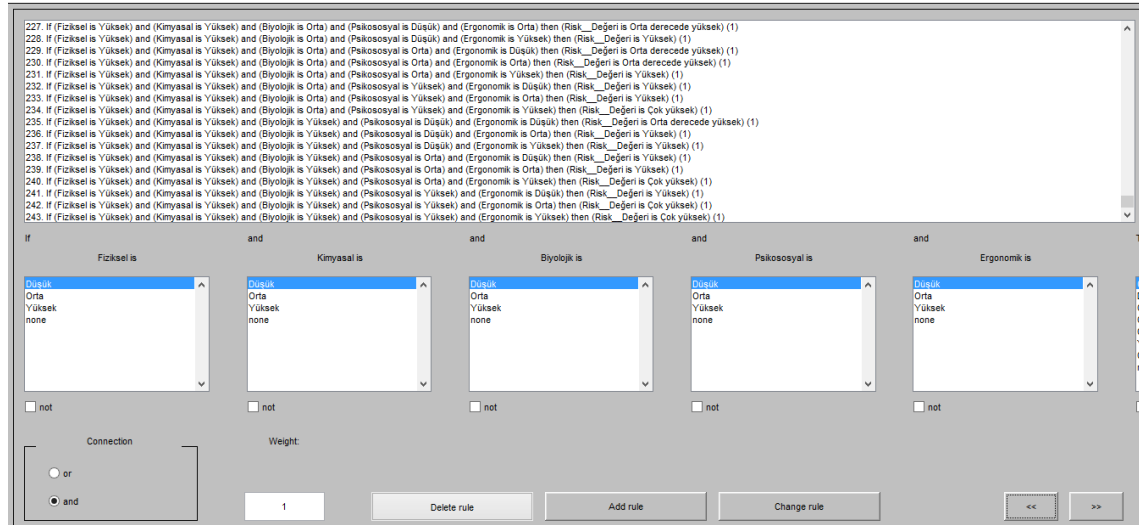
Şekil 6.8 Model FIS yapısı



Şekil 6.9 Girdi üyelik fonksiyon yapıları

Risk değerlendirme modeli 243 kural içermektedir ve bu da 243 ayrı çıktı tipi oluşturmaktadır. Her bir çıktı kuralı için çok düşük, orta derecede düşük, düşük, orta derecede yüksek, yüksek, çok yüksek olmak üzere altı adet sözel değer atanmıştır.

Bütün bu sözel değer tanımlamaları sonucunda oluşan kural yapısı anlamlı hale gelmiştir. Edit menüsünün altında yer alan Rules seçeneği ile kurallar görüntülenir. (Şekil 6.10)



Şekil 6.10 ANFIS eğer-ise kural görüntüsü

6.1 Duyarlılık Analizi

Duyarlılık analizi ÇKKV problemlerinde girdiler üzerindeki değişikliklerin model sonuçları üzerine olan etkilerini tanımlar. Duyarlılık analizi, model parametrelerindeki veya model girdilerindeki birimsel değişikliklere göre model çıktısındaki değişiklikleri tahmin etmek için kullanılmaktadır. Duyarlılık analizi sinirsel bulanık sistemler için ideal varyasyonların oluşturulması noktasında fikir üretilmesine fayda sağlayabilmektedir [73], [74]. Duyarlılık analizi modelin öğrenme parametrelerini değiştirerek model çıktısının karşılaştırmasını da içerebilmektedir. Sinirsel bulanık modellerde duyarlılık analiz çalışmalarında üyelik fonksiyon türleri, bulanık küme sayıları, kural ağırlıkları incelenebilmektedir [75], [76].

Çalışmamızda fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikososyal ve ergonomik risk faktörlerinin genel risk değerine etkisini gözlemlemek amacıyla duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Bu noktada modelin kural sayısı, üyelik fonksiyon tipleri, üyelik fonksiyon sayıları sabit tutularak girdilerin model sonucuna etkisi gözlemlenmiştir. Çizelge 6.3’de fiziksel risk faktörü açısından yapılan toplam risk değerine etki değerlendirmeleri gösterilmiştir. Karar vericiler (KV) ile gösterilmiş olup değerlendirmeleri Çizelge 2.2’ye göre oluşturulmuştur.

Çizelge 6.3 Fiziksel risk için kriterlerin değerlendirilmesi

Risk Ağırlıkları										
Risk Grubu	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9	KV10
Fiziksel Risk	VG	MG	VG	MG	G	G	VG	G	VG	MG
Kimyasal Risk	G	MG	G	F	MG	MG	MG	G	MG	F
Biyolojik Risk	MG	F	G	MG	MG	G	G	G	G	MG
Psikososyal Risk	MG	MP	F	G	VG	MP	VG	MG	VG	MP
Ergonomik Risk	MP	F	MG	G	G	MG	F	G	F	MP

Çizelge 6.4’de kimyasal risk faktörü açısından yapılan toplam risk değerine etki değerlendirmeleri gösterilmiştir.

Çizelge 6.4 Kimyasal risk için kriterlerin değerlendirilmesi

Risk Ağırlıkları										
Risk Grubu	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9	KV10
Fiziksel Risk	MG	MG	VG	MG	G	G	VG	G	VG	MG
Kimyasal Risk	MG	G	F	MG	G	VG	G	MG	MG	MP
Biyolojik Risk	F	F	G	MP	F	G	G	G	F	F
Psikososyal Risk	MP	MP	MG	MG	VG	MG	VG	MG	MG	G
Ergonomik Risk	F	G	MG	G	F	MG	MG	MG	G	MP

Çizelge 6.5’de biyolojik risk faktörü açısından yapılan toplam risk değerine etki değerlendirmeleri gösterilmiştir.

Çizelge 6.5 Biyolojik risk için kriterlerin değerlendirilmesi

Risk Ağırlıkları										
Risk Grubu	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9	KV10
Fiziksel Risk	G	G	G	MG	MG	MG	G	MG	G	G
Kimyasal Risk	G	MG	MG	MP	VG	G	MG	MP	MG	F
Biyolojik Risk	MG	F	G	F	G	F	MG	MG	P	MG
Psikososyal Risk	G	MG	F	G	F	MG	VG	G	G	MG
Ergonomik Risk	MG	F	MP	F	MP	F	G	F	MG	F

Çizelge 6.6’da psikososyal risk faktörü açısından yapılan toplam risk değerine etki değerlendirmeleri gösterilmiştir.

Çizelge 6.6 Psikososyal risk için kriterlerin değerlendirilmesi

Risk Ağırlıkları										
Risk Grubu	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9	KV10
Fiziksel Risk	G	G	MG	MG	VG	VG	F	G	VG	MG
Kimyasal Risk	MG	MG	G	G	VG	MG	G	MG	G	G
Biyolojik Risk	MG	F	G	MP	MG	G	MP	MG	F	MG
Psikososyal Risk	P	G	F	MP	G	MP	G	F	G	P
Ergonomik Risk	P	MP	G	MG	G	G	MP	MP	MG	MP

Çizelge 6.7’de ergonomik risk faktörü açısından yapılan toplam risk değerine etki değerlendirmeleri gösterilmiştir.

Çizelge 6.7 Ergonomik risk için kriterlerin değerlendirilmesi

Risk Ağırlıkları										
Risk Grubu	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9	KV10
Fiziksel Risk	G	MG	G	MG	G	VG	G	MG	MG	MP
Kimyasal Risk	MG	MG	F	P	MG	MG	MG	F	MG	F
Biyolojik Risk	MG	MP	F	G	G	MG	G	G	G	MG
Psikososyal Risk	MG	MP	MP	G	G	MP	VG	MG	VG	P
Ergonomik Risk	P	P	MP	P	MG	G	G	F	F	MP

Bu değerlendirmeler doğrultusunda ANFIS’in risk faktörlerine duyarlılığı test edilmiş ve faktörlere bağlı risk değişim aralıklar sonuçları Çizelge 6.8’de gösterilmiştir. Buna göre fiziksel risk grubunda yapılacak değişikliğin en fazla etki eden değişiklik olmakla birlikte bunun toplam risk değerine 0,07 düzeyinde etki edebileceği buna benzer şekilde kimsayal risk grubunda yapılacak değişikliğin toplam risk değerine 0,063 düzeyinde etki edebileceği, biyolojik risk grubunda yapılacak değişikliğin toplam risk değerine 0,044 düzeyinde etki edebileceği, psikososyal risk grubunda yapılacak değişikliğin toplam risk değerine 0,017 düzeyinde etki edebileceği ve son olarak da ergonomik risk grubunda yapılacak değişikliğin toplam risk değerine 0,011 düzeyinde etki edebileceği ortaya çıkmıştır.

Çizelge 6.8 Faktöre göre toplam risk değer değişim aralıkları

Risk Grubu	Risk Değer Değişim Aralığı
Fiziksel Risk	0-0,07
Kimyasal Risk	0-0,063
Biyolojik Risk	0-0,044
Psikososyal Risk	0-0,017
Ergonomik Risk	0-0,011

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hastane risk değerlendirmesinde tehlike gruplarının belirlenmesi sonrası modelin çözümüne gauss2mf üyelik fonksiyonu en düşük RMSE seviyesinde sonuçlar verdiği için bu fonksiyon seçilerek başlanmıştır. Başlangıçta belirlenen ve geliştirilen model 5 girdi, 1 çıktı ve 243 kuraldan oluşturulmuştur. Sonuçlar elde edilerek normalize edilmiştir. Bu sonuçlara bağlı alınması gereken önlemler uzmanlarca oluşturulmuştur. Eğitim veri seti 85, test veri seti ise 20 veriden oluşmaktadır.

İSG’de en önemli parçalardan birisi risk değerlendirmesidir. Literatürde yapılan ilgili risk değerlendirme çalışmaları göz önüne alındığında risk değerlendirmesi risk değeri optimizasyonunu ele alan ve birçok kriter içeren bir ÇKKV problemidir. Tezde literatürdeki çalışmalar ve hastane yapısı ve uzman görüşleri de ele alınarak risk değerlendirme modeli elde edilmiştir. Sağlık sektörü hastane bazlı risk değerlendirme çalışmamızda hastane ve bölüm bazlı risk grupları ve tehlike türlerinin belirlenmesi sonrasında her bir risk grubunun önem sırası belirlenmiş ve risk değerlendirmesinde kullanılan veri seti ANFIS’in öğrenme özelliği ve adaptif ağ tabanlı yapısı ile klasik yöntemlerden daha düşük hatayla sonuçlanmıştır. Önerilen risk değerlendirme modeli ilçe, il, bölge ve ülke çapında risk değerlendirmesi aşamalarında da kullanılabilir. Sağlık sektörünün en önemli parçalarından olan hastanelerde risk katsayısı olabildiğince minimum seviyeye indirgenmesi gerekliliği kurulan modelin her girdinin 3 üyelik fonksiyonu olan toplam 5 girdiden oluşması ve çıktı üyelik fonksiyon sayısının da 7 tane olması sebebiyle hız bakımından daha büyük bir veri seti kullanıldığında uzun sürebilecek bir yapıdadır. Modeli sunulan İSG’de sinirsel bulanık mantık yaklaşımının

klasik ve bulanık risk değerlendirmelerine üstünlüğünü kıyaslamak adına aynı veri seti üzerinden BAHP, L-Matris çıktı sonuçlarının hata değerleri kıyaslanmıştır. Çizelge 7.1’de hata seviyeleri karşılaştırması gösterilmiştir.

Çizelge 7.1 Sinirsel bulanık mantık yaklaşımı sonuç karşılaştırması

	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Model	MSE	RMSE	MAPE	MSE	RMSE	MAPE
ANFIS	2.4×10^{-11}	4.9×10^{-6}	2.8×10^{-2}	9.7×10^{-13}	9.7×10^{-7}	1.1×10^{-2}
BAHP	4.1×10^{-8}	6.4×10^{-4}	6.5×10^{-2}	3.6×10^{-10}	1.9×10^{-5}	2.7×10^{-2}
L-Matris	9.6×10^{-2}	3.1×10^{-1}	6×10^{-1}	5.3×10^{-2}	2.3×10^{-1}	4.5×10^{-1}

Sonuçlar, gözlenen hastanenin tüm sistemindeki en önemli risk grubunun fiziksel risk grubunun olduğunu bunun da kendi içinde elektrik, yangın ve diğer acil durumlar risklerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Radyoloji bölümünde en önemli risk grubunun kimyasal risk grubunun olduğunu bunun da kendi içinde radyasyon ve tehlikeli madde risklerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Laboratuvar bölümünde en önemli risk grubunun kimyasal risk grubunun olduğunu bunun da kendi içinde alerjen madde ve tehlikeli madde risklerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Toplum ruh sağlığı merkezindeki bölümünde en önemli risk grubunun psikososyal risklerinden kaynaklandığı bunun da kendi içinde iletişim ve şiddet olduğu tespit edilmiştir. Tıbbi ve evsel atık bölümünde en önemli risk grubunun kimyasal risklerinden kaynaklandığı bunun da kendi içinde tıbbi atıklar ve tehlikeli madde olduğu tespit edilmiştir. Poliklinik ve acil servis bölümünde en önemli risk grubunun fiziksel risklerinden kaynaklandığı bunun da kendi içinde şiddet ve havalandırma & iklimlendirme olduğu tespit edilmiştir.

Risk gruplarının önem derecelerinin belirlenmesi sonrasında bunlara bağlı alınması gereken önlemlerin detaylı şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için uzmanlarca sinirsel bulanık mantık sonucu elde edilen sonuçlar uzmanlarca değerlendirilmiş ve alınması gereken önlemler koruyucu önlemler ve alınması gereken önlemler olmak üzere iki aşamada oluşturulmuştur. İki kategoriye ayıran temel amaç, tehlikeleri kaldırmak, tehlikeleri kaynaklarında kontrol etmek, tehlikeleri en aza indirmek ve uygun KKD sağlamaktır.

Gözlemlenen hastanenin bölümleri için de koruyucu önlemler ve alınması gereken önlemler şu şekilde sıralanmıştır. Öncelikle personel faaliyetleri ve hastanede yer alan

tüm çalışanlar için aşağıdaki koruyucu önlemlerin alınması gerekir. İlk önce eğitim, anti-HBs testi ve aşılar yapılmalıdır; ikinci olarak KKD ekipmanların sağlanması, ses yalıtımı ve yardımcı araç gereçlerin temini gereklidir. Üçüncü olarak kan ve vücut sıvılarıyla temas, yaralanma ve bıçak yaralanmaları durumunda ve temas sonrası kontrolü gereklidir. Koruyucu önlemler şu şekilde özetlenebilir: Toz eldivenleri kullanılmalıdır, kimyasalların malzeme güvenliği açısından bilgi formları oluşturulup ve çalışanlara açıklanmalıdır, temizlik kimyasalları çalışanların alerjileri dikkate alınarak satın alınmalıdır, asansörler asansör yönetmeliklerine göre uyarlanmalı ve koşullar periyodik olarak kontrol edilmelidir, hastane kreşleri periyodik olarak kontrol edilmelidir. Bölümün gereksinimlerine ve iş yüküne göre yeterli sayıda çalışan istihdam edilmelidir. Çalışma ortamını göz önüne alırsak, çalışanların sayısı ve dar hasta alanları genişletilmelidir. Merdivenlerde güvenli yürüyüş adımları kullanılmalıdır. Hastane görevlilerine yeterli istirahat alanı ve mola verilmelidir. Hastaları ve ziyaretçileri daha sağlıklı tutmak için hastane temizleme kontrol listesi kullanılmalıdır. Yeterli mekanik havalandırma sağlanmalıdır. Klima sistemi periyodik olarak kontrol edilmelidir. Doğal havalandırma ikinci seçenek olarak düşünülmelidir. Çalışanların termal konforları mevsim şartlarına göre verilmelidir. Her bölüm için yeterli sayıda izolasyon odası olmalıdır. Hastane yöneticileri uzatma kablosu politikaları ve prosedürlerini sağlamalıdır. Toprak kaçağı kesicileri kullanılmalıdır. Her elektrik panosunda izolasyon paspası bulunmalıdır. Periyodik bakım ve incelemeler uzmanlar tarafından yapılmalıdır. Atık toplama politikası, tüm çalışanların yardımıyla hastane yöneticisi tarafından ele alınmalı ve izlenmelidir.

Bölüm bazlı alınması gereken koruyucu önlemler ve alınması gereken önlemler belirlenmiştir.

Tüm çalışanlar için alınması gereken koruyucu önlemler için;

Personel Eğitimi

Aşılamalar (Hepatit B, Tetanoz, Grip, Kızamık-Kızamıkçık-Kabakulak(KKK), Suçiçeği)

Ses yalıtımı

Yardımcı araç-gereç kullanımı (tekerlekli sandalye, sedye) faaliyetleri

gerçekleştirilmelidir.

Anti HBs testinin gerçekleştirilmesi istenilmektedir. Tetkikler işe girişte ve yılda bir kez yapılmalıdır. Kesici delici alet yaralanmaları ve olay olduğunda, kan/vücut sıvıları ile temas sonrasında da tekrarlanmalıdır.

Tüm çalışanlar için alınması gereken önlemler ise Çizelge 7.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 7.2 Tüm çalışanlar için alınması gereken önlemler

Çalışanlara yeterli sayıda ve işe uygun kişisel koruyucular temin edilmelidir. Pudrasız eldiven kullanılmalıdır.
Hastane içinde kullanılan kimyasalların ürün güvenlik bilgi formları alınarak sağlık zararları çalışanlara anlatılmalıdır.
Temizlik kimyasallarının çalışanlarda alerjik etki göstermeyecek ürünlerden seçilmesi sağlanmalıdır.
Asansörü bulunan binalarda asansörler asansör yönetmeliğine uygun hale getirilmelidir.
Hastaların taşındığı sedyeler periyodik olarak kontrol edilmelidir.
Her bölümlerde yapılan işe ve yoğunluğa göre yeterli sayıda personel istihdam edilmelidir.
Çalışma ortamı, çalışan ve hasta sayısı göz önüne alınarak değerlendirilme dar olan alanlar genişletilmelidir.
Hastane merdivenlerine kaymaz bant yapıştırılmalıdır.
Bölümlerde çalışan personel sayısına uygun olarak dinlenme alanları oluşturulmalıdır.
Her binada tuvaletler için (bay-bayan) birer tane görevli bulunmalı ve tuvaletlerin temizliği sürekli olarak yapılmalı,
Yeterli suni havalandırma sağlanmalı ve klima tesisatı kontrol edilmelidir.
Periyodik bakım ve kontrolleri yapılmalıdır. Doğal havalandırma ikinci bir seçenek olarak tercih edilmelidir.
İklimlendirme mevsime uygun olarak çalışanların termal konforunu sağlayacak şekilde yapılmalıdır.

Çizelge 7.2 Tüm çalışanlar için alınması gereken önlemler (devamı)

Temizlik personelleri eğitilmeli kaygan zeminler levhalar ile belirtilmelidir.
Hastanede mümkün olduğunca az uzatma kablosu kullanılabilmesi için teknik çalışmalar yapılmalıdır.
Elektrik panolarına kaçak akım rölesi takılmalıdır.
Elektrik panoları altlarında yalıtkan paspas bulunmalıdır.
Periyodik bakım ve kontrol gerektiren ekipmanların kontrollerinin yapılıp yapılmadığı denetlenmelidir.
Bölümde atıkların kontrolü toplanması, ayrıştırılması ve taşınması işlemlerinin hastane atık yönetim prosedürüne göre yapılmalıdır.

Radyoloji bölümünde çalışanlar için alınması gereken koruyucu önlemler için;

Personel Eğitimi

Aşılamalar (Hepatit B, Tetanoz, Grip, KKK, Suçiçeği)

Radyasyona karşı KKD Kullandırılması

Yardımcı araç-gereçlerin etkin kullanımı (tekerlekli sandalye, sedye)

Ses yalıtım faaliyetleri gerçekleştirilmelidir.

Hemogram, Hematoloji muayenesi, Periferik Yayma, Dermatoloji muayenesi, Göz muayenesi, Dozimetre takipleri gerekmektedir. Tetkikler ilk işe girişte ve yılda bir kez yapılmalıdır. Kesici delici alet yaralanmaları ve olay olduğunda, kan/vücut sıvıları ile temas sonrasında da tekrarlanmalıdır. Radyoloji bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler ise Çizelge 7.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 7.3 Radyoloji bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler

Çalışanlara radyasyona karşı yeterli sayıda ve işe uygun kişisel koruyucular temin edilmelidir. 24 saat güvenlik bulunmalıdır.
Hastane içinde kullanılan kimyasalların ürün güvenlik bilgi formları alınarak sağlık zararları çalışanlara anlatılmalıdır.

Çizelge 7.3 Radyoloji bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler (devamı)

Çalışanlarda bulunan deri döküntüleri, tüy döküntüleri ile ilgili detaylı araştırma yapılması ve çalışanlarla paylaşılması
Radyasyon Koruyucuları etkinliğinin kontrolü yapılmalıdır.
Asansörü bulunan binalarda asansörler asansör yönetmeliğine uygun hale getirilmelidir.
Her bölümlerde yapılan işe ve yoğunluğa göre yeterli sayıda personel istihdam edilmelidir.
Hastaların taşındığı sedyeler periyodik olarak kontrol edilmelidir.
Çalışma ortamı, çalışan ve hasta sayısı göz önüne alınarak değerlendirilme dar olan alanlar genişletilmelidir.
Bölümlerde çalışan personel sayısına uygun olarak dinlenme alanları oluşturulmalıdır.
Hastane merdivenlerine kaymaz bant yapıştırılmalıdır.
Yeterli suni havalandırma sağlanmalı ve klima tesisatı kontrol edilmelidir.
Periyodik bakım ve kontrolleri yapılmalıdır. Doğal havalandırma ikinci bir seçenek olarak tercih edilmelidir.
İklimlendirme mevsime uygun olarak çalışanların termal konforunu sağlayacak şekilde yapılmalıdır.
Temizlik personelleri eğitilmeli kaygan zeminler levhalar ile belirtilmelidir.
Hastanede mümkün olduğunca az uzatma kablosu kullanılabilmesi için teknik çalışmalar yapılmalıdır.
Elektrik panolarına kaçak akım rölesi takılmalıdır.
Elektrik panoları altlarında yalıtkan paspas bulunmalıdır.

Çizelge 7.3 Radyoloji bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler (devamı)

Periyodik bakım ve kontrol gerektiren ekipmanların kontrollerinin yapılıp yapılmadığı denetlenmelidir.
Atıkların taşınması, kontrolü toplanması, ayrıştırılması, yönetim prosedürü doğrultusunda yapılmalıdır.

Laboratuvar bölümünde çalışanlar için alınması gereken koruyucu önlemler için;

Personel Eğitimi

Aşılamalar (Hepatit B, Tetanoz, Grip, KKK, Suçiçeği)

Radyasyona karşı KKD Kullanılması

Yardımcı araç-gereçlerin etkin kullanımı (tekerlekli sandalye, sedye)

Ses yalıtım faaliyetleri gerçekleştirilmelidir.

Anti HBs testinin gerçekleştirilmesi istenilmektedir. Tetkikler işe girişte ve yılda bir kez yapılmalıdır. Kesici delici alet yaralanmaları ve olay olduğunda, kan/vücut sıvıları ile temas sonrasında, Hepatit B aşısı 1 yıl sonrasında, AntiHBs düzeyi 10 IU/ml 'den fazla olanlara da tekrarlanmalıdır. Laboratuvar bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler ise Çizelge 7.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.4 Laboratuvar bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler

Çalışanlara yeterli sayıda ve işe uygun kişisel koruyucular temin edilmelidir.
Hastane içinde kullanılan kimyasalların ürün güvenlik bilgi formları alınarak sağlık zararları çalışanlara anlatılmalıdır.
Lab personeli atık toplanmasında tecrübeli olmalı ve zararlı/sız ayrımı yapılarak ayrıştırılmalıdır. Bu iş için mümkünse özel bir personel ayrılmalıdır.
Lab personeli dönemsel ve pratik olarak denetlenmelidir.
Her bölümlerde yapılan işe ve yoğunluğa göre yeterli sayıda personel istihdam edilmelidir.

Çizelge 7.4 Laboratuvar bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler (devamı)

Lablarda özel eldivenler ve kaplar tercih edilmelidir.
Hastane merdivenlerine kaymaz bant yapıştırılmalıdır.
Hastane yönetimi tarafından elektrikli aletlerin periyodik kontrolünü bakımını yapılmalıdır.
Bölümlerde çalışan personel sayısına uygun olarak dinlenme alanları oluşturulmalıdır. Uzatma kabloları üzerine ilgili prosedür izlenmelidir.
Bakımlar uzman kişilerce yapılmalıdır.
Yeterli suni havalandırma sağlanmalı ve klima tesisatı kontrol edilmelidir.
Periyodik bakım ve kontrol gerektiren ekipmanların kontrollerinin yapılıp yapılmadığı denetlenmelidir.

Toplum ve Ruh Sağlığı Merkezi bölümünde çalışanlar için alınması gereken koruyucu önlemler için;

Personel Eğitimi

Aşılamalar (Hepatit B, Tetanoz, Grip, KKK, Suçiçeği)

Temel Güvenlik Standartları

Ses yalıtım faaliyetleri gerçekleştirilmelidir.

Anti HBs ve Anti HAVIgG testinin gerçekleştirilmesi istenilmektedir. Tetkikler işe girişte ve tedavide olmak üzere yılda bir kez yapılmalıdır. Kesici delici alet yaralanmaları ve olay olduğunda, kan/vücut sıvıları ile temas sonrasında, AntiHBs düzeyi 10 IU/ml 'den fazla olanlara da tekrarlanmalıdır. Toplum ve Ruh Sağlığı Merkezi bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler ise Çizelge 7.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.5 TRSM bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler

Psikolog yardımı sağlanmalıdır.
Her bölümlerde yapılan işe ve yoğunluğuna göre yeterli sayıda personel istihdam edilmelidir.
Hastane merdivenlerine kaymaz bant yapıştırılmalıdır.
Bölümlerde çalışan personel sayısına uygun olarak dinlenme alanları oluşturulmalıdır.
Uygun ve etkili mekanik havalandırma sistemi kurulmalı
Klimalar periyodik kontrolden geçmeli
Doğal havalandırma ikinci bir seçenek olarak tercih edilmelidir.
Temizlik personeli eğitimi işin önemine binaen eğitilmelidir.
Uzatma kabloları üzerine ilgili prosedür izlenmelidir.
Belirli prosedürler içerisinde atık toplama politikası izlenmeli ve buna tüm çalışanlar uymalıdır.

Tıbbi ve Evsel Atık bölümünde çalışanlar için alınması gereken koruyucu önlemler için;

Personel Eğitimi

Aşılamalar (Hepatit B, Tetanoz, Grip, KKK, Suçiçeği)

Temel Güvenlik Standartları

Ses yalıtım faaliyetleri gerçekleştirilmelidir.

Anti HBs ve Hemogram testinin gerçekleştirilmesi istenilmektedir. Tetkikler işe girişte ve tedavide olmak üzere yılda bir kez yapılmalıdır. Kesici delici alet yaralanmaları ve olay olduğunda, kan/vücut sıvıları ile temas sonrasında, normal değerlerden sapmalar olduğu şüpheli durumlar da uzmanlarca detaylı incelenmeli ve tekrarlanmalıdır. Tıbbi

ve Evsel Atık bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler ise Çizelge 7.6'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.6 EVTA bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler

Hafta/ay/yıllık yangın eğitimi, dökümente edilmesi, tatbikat çalışması ve bakımı gereklidir.
Her bölümlerde yapılan işe ve yoğunluğa göre yeterli sayıda personel istihdam edilmelidir.
Elektrikli aletlerin periyodik bakımları ve izlenmesi gereklidir.
Tüm ilgili bölümlerde nem seviyesi giriş kontrolü yapılmalıdır.
Çalışan personel sayısına uygun olarak dinlenme alan ve araları oluşturulmalıdır.
Klimalar periyodik kontrolden geçmelidir.
Doğal havalandırma ikinci bir seçenek olarak tercih edilmelidir.
Uygun ve etkili mekanik havalandırma sistemi kurulmalıdır.
Tehlikeli madde atık yönetmeliği oluşturulmalı ve planlanmalıdır.
Sitotoksik atıklar belirli çerçevede uygun araçlar ile toplanmalıdır.
Kimyasal ve farmasötik atıklar bulaşıcı atıklarla birlikte değerlendirilmelidir.

Poliklinikler bölümünde çalışanlar için alınması gereken koruyucu önlemler için;

Personel Eğitimi

Aşılamalar (Hepatit B, Tetanoz, Grip, KKK, Suçiçeği)

Temel Güvenlik Standartları

Yardımcı araç-gereçlerin etkin kullanımı (tekerlekli sandalye, sedye)

Ses yalıtım faaliyetleri gerçekleştirilmelidir.

Anti HBs testinin gerçekleştirilmesi istenilmektedir. Tetkikler işe girişte ve tedavide olmak üzere yılda bir kez yapılmalıdır. Kesici delici alet yaralanmaları ve olay olduğunda, kan/vücut sıvıları ile temas sonrasında, normal değerlerden sapmalar olduğu şüpheli durumlar da uzmanlarca detaylı incelenmeli ve tekrarlanmalıdır. Poliklinikler bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler ise Çizelge 7.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 7.7 Poliklinikler bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler

Çalışanlara yeterli sayıda ve işe uygun kişisel koruyucular temin edilmelidir. Pudrasız eldiven kullanılmalıdır.
Her bölümlerde yapılan işe ve yoğunluğa göre yeterli sayıda personel istihdam edilmelidir.
Psikolog yardımı sağlanmalıdır.
Güvenlik personeli sayısı artırılmalıdır.
Çalışan personel sayısına uygun olarak dinlenme alan ve araları oluşturulmalıdır.
Klimalar periyodik kontrolden geçmelidir.
Temizlik kimyasallarının çalışanlarda alerjik etki göstermeyecek ürünlerden seçilmesi sağlanmalıdır.
Tüm mobilya sedye sandalye periyodik olarak dezenfekte edilmelidir.
Doğal havalandırma ikinci bir seçenek olarak tercih edilmelidir.
Her bölümlerde yapılan işe ve yoğunluğa göre yeterli sayıda personel istihdam edilmelidir.

Acil Servis bölümünde çalışanlar için alınması gereken koruyucu önlemler için;

Personel Eğitimi

Aşılamalar (Hepatit B, Tetanoz, Grip, KKK, Suçiçeği)

Temel Güvenlik Standartları

Yardımcı araç-gereçlerin etkin kullanımı (tekerlekli sandalye, sedye)

Ses yalıtım faaliyetleri gerçekleştirilmelidir.

Anti HBs testinin gerçekleştirilmesi istenilmektedir. Tetkikler işe girişte ve tedavide olmak üzere yılda bir kez yapılmalıdır. Kesici delici alet yaralanmaları ve olay olduğunda, kan/vücut sıvıları ile temas sonrasında, normal değerlerden sapmalar olduğu şüpheli durumlar da uzmanlarca detaylı incelenmeli ve tekrarlanmalıdır. Acil Servis bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler ise Çizelge 7.8’de egösterilmiştir.

Çizelge 7.8 Acil Servis bölümünde çalışanlar için alınması gereken önlemler

Çalışanlara yeterli sayıda ve işe uygun kişisel koruyucular temin edilmelidir. Pudrasız eldiven kullanılmalıdır.
Her bölümlerde yapılan işe ve yoğununa göre yeterli sayıda personel istihdam edilmelidir.
Güvenlik personeli sayısı artırılmalıdır.
Acil Servis kriz yönetmeliği oluşturulmalı ve periyodik olarak güncellenmelidir.
Çalışan personel sayısına uygun olarak dinlenme alan ve araları oluşturulmalıdır.
Tüm mobilya sedye sandalye periyodik olarak dezenfekte edilmelidir.
Bakımlar uzman kişilerce yapılmalıdır.
Her bölümlerde yapılan işe ve yoğununa göre yeterli sayıda personel istihdam edilmelidir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar ve iki aşamalı önlem listesi sonrasında ilerleyen çalışmalarda girdi sayıları ve tehlike grupları sayıları çoğaltılarak kapsam genişletilebilir [77]. Bu çalışmanın uzantısı olarak farklı boyutta ve kapsamda çalışmalar da yapılabilir. Örneklendirmek gerekirse bulanık kümenin üçgen üyelik fonksiyonu yerine yamuk üyelik fonksiyonları tanımlanarak farklı bir bulanık küme matrisi elde edilebilir ve buna

bağlı sonuçlar karşılaştırılabilir [78]. Çalışmadaki karar verici sayısı, karar kriter sayısı ve ağırlık değerleri değiştirilerek duyarlılık analizi yapılp sonuçlardaki değişimler incelenebilir. Ayrıca literatürde yaygın olarak kullanılan diğer bulanık ÇKKV teknikleri ile karşılaştırılarak sonuçlar arasında farklılıklar ortaya konabilir.

Bu alışma İSG’de sinirsel bulanık mantık yaklaşımının kullanılarak daha etkin risk analizleri yapılacağını göstermek amacıyla ilerleyen çalışmalara katkı sunmayı amaçlamaktadır.



KAYNAKLAR

- [1] Öner, S., (2014). İş Sağlığı, İş Güvenliği ve Sağlık Çalışanları, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Anabilim Dalı Hastane ve Sağlık Kurumları Yönetim Bilim Dalı, İstanbul.
- [2] Korkmaz, A. ve Avsallı, H., (2014). İş Sağlığı, İş Güvenliği ve Sağlık Çalışanları, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Anabilim Dalı Hastane ve Sağlık Kurumları Yönetim Bilim Dalı, İstanbul.
- [3] International Labour Organization (ILO), ILO Safety and Health at Work, HYPERLINK, <http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang-en/index.htm> www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang-en/index.htm, 5 Nisan 2017.
- [4] International Labour Organization (ILO), (2014). Global Strategy on Occupational Safety and Health, Conclusions Adopted by the International Labour Conference at its 91st Session, Geneva.
- [5] Gul, M. ve Guneri, A. F., (2016). "A fuzzy multi criteria risk assessment based on decision matrix technique: A case study for aluminum industry", Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 40: 89-100.
- [6] Liu, H. C., Liu, L., Liu, N. ve Mao, L. X., (2012). "Risk evaluation in failure mode and effects analysis with extended VIKOR method under fuzzy environment", Expert Systems with Applications, 39(17): 12926-12934.
- [7] Liu, H. C., You, J. X., You, X. Y. ve Shan, M. M., (2015). "A novel approach for failure mode and effects analysis using combination weighting and fuzzy VIKOR method", Applied Soft Computing, 28: 579-588.
- [8] Grassi, A., Gamberini, R., Mora, C., & Rimini, B., (2009). "A fuzzy multi attribute model for risk evaluation in workplaces", Safety Science, 47(5): 707-716.
- [9] Mahdevari, S., Shahriar, K. ve Esfahanipour, A., (2014). "Human health and safety risks management in underground coal mines using fuzzy TOPSIS", Science of the Total Environment, 488: 85-99.

- [10] John, A., Paraskevakakis, D., Bury, A., Yang, Z., Riahi, R. ve Wang, J., (2014). "An integrated fuzzy risk assessment for seaport operations", *Safety Science*, 68: 180-194.
- [11] Hu, A. H., Hsu, C. W., Kuo, T. C. ve Wu, W. C., (2009). "Risk evaluation of green components to hazardous substance using FMEA and FAHP", *Expert Systems with Applications*, 36(3): 7142-7147.
- [12] Djapan, M. J., Tadic, D. P., Macuzic, I. D. ve Dragojovic, P. D., (2015). "A new fuzzy model for determining risk level on the workplaces in manufacturing small and medium enterprises", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, 229(5): 456-468.
- [13] Ebrahimnejad, S., Mousavi, S. M. ve Seyrafiyanpour, H., (2010). "Risk identification and assessment for build–operate–transfer projects: A fuzzy multi attribute decision making model", *Expert systems with applications*, 37(1): 575-586.
- [14] Vahdani, B., Salimi, M., ve Charkhchian, M., (2015). "A new FMEA method by integrating fuzzy belief structure and TOPSIS to improve risk evaluation process", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 77(1-4): 357-368.
- [15] Öztürk, D., (2009). "Risk Analizi, Cbs Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri İle Sel Ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği", *Doktora Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
- [16] Gul, M., Ak, M.F. ve Guneri, A. F., (2017). "Occupational health and safety risk assessment in hospitals: A case study using two-stage fuzzy multi-criteria approach", *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* 23(2): 187-202
- [17] Kenya Ministries of Health and IntraHealth International, (2013). "Report of the Occupational Safety and Health Risk Assessment", Nairobi, Kenya: MsOH.
- [18] Victorian Auditor-General's Report, (2013). "Occupational Health and Safety Risk in Public Hospitals", Melbourne, Australia.
- [19] İşler, M.C., (2013). İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimleri İle Güvenlik Kültürünün İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesindeki Etkisi, İş Müfettiş Yardımcılığı Etüdü, Ankara.
- [20] Sosyal Güvenlik Kurumu , (2013). Sosyal Güvenlik Kurumu 2010-2011-2012 yılları istatistik yıllıkları, Bölüm 3, İş Kazası ve Meslek Hastalıkları İstatistikleri, Ankara.
- [21] Division of Mental Health and Prevention of Substance Abuse World Health Organization (1998), "The World Health Organization Quality of Life Assessment (WHOQOL) User Manual", (1): 11-15.
- [22] Aytaç S., (2011), "İş Kazalarını Önlemede Güvenlik Kültürünün Önemi", *Türk Metal Dergisi*, S.147, http://www.turkmetaldergi.com/online/dergi/2011_10/, 15 Nisan 2017.

- [23] Demircioğlu, M., (2006). Ulusal ve Uluslararası Hukukta İş Güvenliği Uzmanlığı, Beta Yayınları, İstanbul.
- [24] Kılış, İ., (2014). İş Sağlığı ve Güvenliği, Sosyal Politika Bursa: Dora Yayıncılık: 239-269.
- [25] Centel T., (2006). "İş Sağlığı ve Güvenliği Alanındaki Son Gelişmeler", MESS Sicil İş Hukuku Dergisi, 3, İstanbul.
- [26] Yılmaz F., (2010). "Türkiye’de İş sağlığı ve güvenliği örgütlenmesi", Kamu İş Sendikası İş Hukuku ve İktisat Dergisi, Ankara.
- [27] Can T., (2004) "Avrupa Birliği’ne Üyelik Sürecinde İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatının Uyum ve Yeni Yönetmelikler", İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatındaki Değişiklikler ve İşveren Yükümlülükleri Semineri, TİSK Yayını , 241: 32–34.
- [28] Yılmaz, G., (2007). "İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tarihi Gelişimi", Mühendis ve Makine Dergisi, 26-28.
- [29] Deveci N., (2007). Özel Sağlık İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği, Dokuz Eylül Üniversitesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, İzmir.
- [30] Yılmaz F., (2009). " Küreselleşme Sürecinde Gelişmekte Olan Ülkelerde Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, (1): 45-72.
- [31] Süloğlu A., (2009). Diyaliz Merkezlerinde Çalışan Doktor ve Hemşirelerde Tükenmişlik Sendromu. Aile Hekimliği Uzmanlık Tezi, İstanbul.
- [32] TMMOB, (2015). VIII. Ulusal İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kongresi Sonuç Bildirisi
- [33] Ulutaşdemir N., Balsak H., Berhuni Ö., Özdemir E., Ataşalan ve E., (2015). Sağlık Personelinde Mesleki Riskler ve Etkilerinin İş Stresi Düzeyleri Üzerine Etkisi (Güneydoğu Örneği), VIII. Ulusal İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kongresi. Adana.
- [34] World Health Organization, (2004). World alliance for patient safety forward programme Geneva.
- [35] Gorman, T., Dropkin, J., Kamen, J., Nimbalkar, S., Zuckerman, N., Lowe, T., Szeinuk, J., Milek, D., Piligian, G. ve Freund, A., (2013). Controlling health hazards to hospital workers. New Solutions, 23: 1-67.
- [36] Liu HC, Fan XJ ve Li P., (2014). "Evaluating the risk of failure modes with extended MULTIMOORA method under fuzzy environment", Eng Appl Artif Intell 34: 168–77.
- [37] Saaty, T. L., (1990). "How to make a decision: the analytic hierarchy process", European journal of operational research, 48(1): 9-26.
- [38] Buckley, J. J., (1985). "Fuzzy hierarchical analysis, Fuzzy Sets and Systems", 17(3): 233–247.
- [39] Tzeng, G.H., and Huang, J.J., (2011). "Multiple attribute decision making: methods and applications", CRC Press.

- [40] Chan, H. K. ve Wang, X., (2013). "Fuzzy extent analysis for food risk assessment. In Fuzzy Hierarchical Model for Risk Assessment", 89-114.
- [41] Chang, D. Y., (1996). "Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP", European Journal of Operational Research, 95(3): 649-655.
- [42] Tzeng, G. H., Lin, C.W., Opricovic, S., (2005). "Multi- Criteria Analysis of Alternative Fuel Buses for Public Transportation", Energy Policy, 33(4): 1011-1024.
- [43] Arıkan F. ve Küçükçe Y.S., (2012). "A Supplier Selection-Evaluation Problem for the Purchase Action and its Solution", Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 27(2): 255-264.
- [44] Gul, M., Celik, E., Aydin, N., Gumus, A. T. ve Guneri, A. F., (2016). "A state of the art literature review of VIKOR and its fuzzy extensions on applications." Applied Soft Computing, 46: 60-89.
- [45] Akarsu, H., (2015). Sağlık İşkolunda Tehlike ve Riskler: Bir Hastane Risk Analiz Uygulaması, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Uzmanlık Tezi, ÇASGEM.
- [46] Kabak M. ve Uyar Ö.O., (2013). "A Multi-Criteria Approach for Heavy Commercial Vehicle Selection Problem in Logistics Sector, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 28(1): 115-125.
- [47] Guneri, A. F., Gul, M. ve Ozgurler, S., (2015). "A fuzzy AHP methodology for selection of risk assessment methods in occupational safety", International Journal of Risk Assessment and Management, 18(4): 319-335.
- [48] Hwang C.L. ve Yoon K., (1981). "Multiple Attribute Decision Making, Springer Verlag, Berlin.
- [49] Chen S.J. ve Hwang C.L., (1992). "Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer -Verlag, Berlin.
- [50] Delice E.K., (2016). "A Fuzzy Multi Criteria Model for Airline Companies Selection", Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 31(2): 263-276.
- [51] Kılıç O. ve Çerçioğlu H., (2016). "Application of Compromise Multiple Criteria Decision Making Methods for Evaluation of TCDD's Railway Lines Projects", Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 31(1): 211-220.
- [52] İç Y.T., Tekin M., Pamukoğlu F.Z. ve Yıldırım S.E., (2014). "Development of A Financial Performance Benchmarking Model for Corporate Firms", Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 30(1): 71-85.
- [53] World Health Organization, (1986). Ottawa Charter for Health Promotion, (95) : 1, Geneva.
- [54] Dağdeviren M., (2007). "Personnel Selection with Fuzzy Analytical Hierarchy Process and an Application", Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 22(4): 791-799.

- [55] R. Amalberti, (2001). "The paradoxes of almost totally safe transportation systems", *Safety Science*, 37: 109-126.
- [56] P. H. Lin., (2001). "Safety management and risk modelling in aviation - the challenge of quantifying management influences, PhD thesis, Delft University of Technology.
- [57] L. Xianfeng ve H. Shengguo., (2012). "Airport Safety Risk Evaluation Based on Modification of Quantitative Safety Management Model", *Procedia Engineering*. (43): 238-244.
- [58] T. L. Saaty., (1980). "The Analytic Hierarchy Process, McGraw Hill, New York.
- [59] T. Y. Hsieh, S. T. Lu ve G. H. Tzeng., (2004). "Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings", *International Journal of Project Management*. 22: 573-584.
- [60] M. Haghighi, A. Divandari ve M. Keimasi., (2010). "The impact of 3D readiness on e-banking development in Iran: A fuzzy AHP analysis", *Expert Systems with Applications*. 37: 4084-4093.
- [61] Chen, T.C., (2000). "Extensions of the TOPSIS for Group Decision - Making On Fuzzy Environment", *Fuzzy Sets and Systems*, 114: 1-9.
- [62] Efendigil, T., Önüt, S. ve Kahraman, C., (2009), "A Decision Support System for Demand Forecasting with Artificial Neural Networks and Neuro-Fuzzy Models: A Comparative Analysis", *Expert Systems with Applications*, 36(3): 6697-6707.
- [63] Kaya. T ve Kahraman C., (2011). "An integrated fuzzy AHP-ELECTRE method for environmental impact assessment", *Expert Systems with Applications*. 38: 8553-8562.
- [64] F. Yasmin, A. Kumar ve A. Kumar., (2013). "Fuzzy Theory Concept Applied in Analytic Network Process, *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering* (3): 832-837.
- [65] Victorian Auditor Report, (2013). *Occupational Health and Safety Risk in Public Hospitals*. Melbourne, Australia.
- [66] S.J.Chen ve C.L.Hwang., (1993). " Fuzzy Multiple Attribute decision-making , Methods and Applications, *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 375.
- [67] Making Methods, (2007). "Lecture Notes in Economics and Matematical Systems", (375): 298-486.
- [68] S.M.Chen ve J.M.Tan., (1994). "Handling multicriteria fuzzy decision-making problems based on vague set theory, *Fuzzy Sets and Systems*, (67): 163-172.
- [69] Zadeh, L.A., (1975). "Theconcept of linguistic variable and its application to approximate reasoning", *Information Sciences*, 8(1): 199-249.
- [70] Chen Y., Yang B., Ajith A., ve Peng, L., (2007). " Automatic Design of Takagi Sugeno Type Fuzzy Systems Using Evolutionary Algorithms", *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 15(3): 385.

- [71] Tsoukalas, L.H. ve Uhrig, R.E., (1996). "Fuzzy and neural approaches in engineering, John Wiley & Sons.
- [72] Dağdeviren M., Dönmez N. ve Kurt M., (2006). "Developing a New Model for Supplier Evaluation Process for a Company and its Application", Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 21(2): 247-255.
- [73] Shing, J. ve Jang, R., (1993). "ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference system", IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, 23(3):665-685.
- [74] Çalışma Hayatında Yeni Bir Dönem: 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Toplumsal Bilimler Dergisi, 2012(26).
- [75] Alpar, R., (2003), "Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş 1", Nobel Yayın Dağıtım, Kızılay, Ankara.
- [76] Ceylan, H. ve Bashelvacı, V.S., (2011). "Risk analysis with matrix method: An application", International Journal of Engineering Research and Development, (3): 25-33.
- [77] Saaty, M.B., (2009). "Implementation of integrated occupational health and safety risk assessment methods, checklist and matrix methods, to a construction site", M.Sc Thesis, Ankara: Gazi University Institute of Science and Technology.
- [78] P.K. Marhavalas, D. Koulouriotis. Ve V. Gemeni. (2009). "Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000–2009". Review Article, 11: 477-523.
- [79] Buragohain, M., (2008). "Adaptive Network based Fuzzy Inference System (ANFIS) as a tool for system identification with special emphasis on training data minimization. A Doctoral thesis submitted to Department of Electronics and Communication Engineering, Indian Institute of Technology Guwahati.

RİSK DEĞERLENDİRME VERİLERİ

A.1 Hastane Bölüm Bazlı Eğitim ve Test Risk Analiz Verileri

İndeks	Fiziksel	Kimyasal	Biyolojik	Psikososyal	Ergonomik	Risk Değeri	Bölüm
1	0,42	0,63	0,40	0,26	0,63	0,710	Genel
2	0,41	0,50	0,39	0,19	0,55	0,621	Genel
3	0,23	0,74	0,40	0,26	0,58	0,675	Genel
4	0,37	0,47	0,29	0,16	0,45	0,521	Genel
5	0,19	0,76	0,45	0,24	0,61	0,693	Genel
6	0,55	0,26	0,39	0,11	0,28	0,485	Genel
7	0,60	0,40	0,40	0,16	0,28	0,556	Genel
8	0,46	0,29	0,25	0,56	0,50	0,611	Genel
9	0,33	0,54	0,08	0,02	0,29	0,337	Genel
10	0,22	0,30	0,09	0,16	0,18	0,255	Genel
11	0,50	0,70	0,51	0,49	0,50	0,832	Genel
12	0,08	0,90	0,38	0,64	0,61	0,794	Genel
13	0,45	0,50	0,49	0,36	0,50	0,614	Radyoloji
14	0,46	0,50	0,50	0,23	0,50	0,581	Radyoloji
15	0,45	0,67	0,55	0,43	0,63	0,739	Radyoloji

16	0,43	0,45	0,43	0,32	0,57	0,589	Radyoloji
17	0,76	0,84	0,78	0,64	0,67	0,830	Radyoloji
18	0,28	0,24	0,41	0,18	0,20	0,340	Radyoloji
19	0,48	0,45	0,31	0,12	0,26	0,410	Radyoloji
20	0,51	0,29	0,42	0,58	0,57	0,633	Radyoloji
21	0,24	0,47	0,12	0,06	0,12	0,249	Radyoloji
22	0,16	0,27	0,16	0,22	0,26	0,275	Radyoloji
23	0,45	0,70	0,54	0,54	0,60	0,774	Radyoloji
24	0,37	0,84	0,47	0,51	0,65	0,782	Radyoloji
25	0,51	0,50	0,59	0,39	0,57	0,805	Laboratuvar
26	0,49	0,56	0,56	0,33	0,45	0,746	Laboratuvar
27	0,57	0,64	0,59	0,43	0,61	0,888	Laboratuvar
28	0,54	0,45	0,43	0,33	0,51	0,700	Laboratuvar
29	0,46	0,57	0,60	0,50	0,46	0,817	Laboratuvar
30	0,35	0,24	0,41	0,16	0,30	0,453	Laboratuvar
31	0,48	0,45	0,35	0,16	0,32	0,531	Laboratuvar
32	0,51	0,32	0,44	0,51	0,51	0,719	Laboratuvar
33	0,19	0,39	0,12	0,06	0,12	0,239	Laboratuvar
34	0,18	0,27	0,16	0,23	0,36	0,354	Laboratuvar
35	0,56	0,64	0,59	0,57	0,56	0,920	Laboratuvar
36	0,46	0,82	0,51	0,54	0,63	0,926	Laboratuvar
37	0,23	0,50	0,36	0,23	0,49	0,589	Toplum Ruh Sağlığı Merkezi
38	0,30	0,47	0,37	0,22	0,44	0,588	Toplum Ruh Sağlığı Merkezi
39	0,16	0,55	0,36	0,22	0,44	0,567	Toplum Ruh Sağlığı

							Merkezi
40	0,20	0,46	0,32	0,20	0,36	0,497	Toplum Ruh Sağlığı Merkezi
41	0,14	0,54	0,30	0,26	0,43	0,540	Toplum Ruh Sağlığı Merkezi
42	0,57	0,33	0,36	0,14	0,42	0,582	Toplum Ruh Sağlığı Merkezi
43	0,47	0,45	0,44	0,27	0,40	0,663	Toplum Ruh Sağlığı Merkezi
44	0,53	0,37	0,35	0,61	0,59	0,781	Toplum Ruh Sağlığı Merkezi
45	0,43	0,61	0,18	0,02	0,46	0,523	Toplum Ruh Sağlığı Merkezi
46	0,35	0,41	0,10	0,14	0,38	0,408	Toplum Ruh Sağlığı Merkezi
47	0,41	0,61	0,51	0,46	0,46	0,808	Toplum Ruh Sağlığı Merkezi
48	0,15	0,78	0,41	0,59	0,51	0,799	Toplum Ruh Sağlığı Merkezi
49	0,45	0,57	0,59	0,37	0,50	0,746	Tıbbi ve Evsel Atık
50	0,45	0,57	0,56	0,26	0,50	0,696	Tıbbi ve Evsel Atık
51	0,56	0,63	0,59	0,41	0,55	0,816	Tıbbi ve Evsel Atık
52	0,74	0,72	0,61	0,36	0,67	0,908	Tıbbi ve Evsel Atık
53	0,57	0,68	0,51	0,47	0,61	0,842	Tıbbi ve

							Evsel Atık
54	0,26	0,26	0,38	0,12	0,28	0,374	Tıbbi ve Evsel Atık
55	0,46	0,41	0,28	0,12	0,30	0,432	Tıbbi ve Evsel Atık
56	0,53	0,47	0,44	0,50	0,47	0,709	Tıbbi ve Evsel Atık
57	0,18	0,43	0,12	0,02	0,24	0,256	Tıbbi ve Evsel Atık
58	0,17	0,26	0,16	0,22	0,30	0,315	Tıbbi ve Evsel Atık
59	0,33	0,65	0,55	0,54	0,51	0,794	Tıbbi ve Evsel Atık
60	0,38	0,82	0,55	0,49	0,63	0,870	Tıbbi ve Evsel Atık
61	0,41	0,51	0,34	0,24	0,49	0,621	Acil Servis
62	0,50	0,50	0,38	0,29	0,44	0,659	Acil Servis
63	0,19	0,65	0,29	0,24	0,45	0,568	Acil Servis
64	0,39	0,46	0,34	0,28	0,44	0,594	Acil Servis
65	0,18	0,49	0,31	0,26	0,35	0,498	Acil Servis
66	0,56	0,39	0,20	0,26	0,34	0,512	Acil Servis
67	0,52	0,44	0,30	0,26	0,47	0,603	Acil Servis
68	0,51	0,40	0,30	0,56	0,46	0,678	Acil Servis
69	0,64	0,70	0,09	0,06	0,42	0,525	Acil Servis
70	0,41	0,43	0,15	0,19	0,32	0,430	Acil Servis
71	0,39	0,60	0,47	0,43	0,50	0,766	Acil Servis
72	0,21	0,84	0,42	0,63	0,63	0,867	Acil Servis
73	0,33	0,59	0,43	0,30	0,49	0,727	Poliklinik
74	0,41	0,49	0,41	0,34	0,55	0,746	Poliklinik
75	0,21	0,73	0,41	0,23	0,50	0,709	Poliklinik

76	0,33	0,49	0,36	0,29	0,50	0,658	Poliklinik
77	0,16	0,65	0,40	0,33	0,46	0,686	Poliklinik
78	0,53	0,30	0,23	0,20	0,46	0,542	Poliklinik
79	0,60	0,46	0,40	0,16	0,51	0,706	Poliklinik
80	0,50	0,49	0,29	0,53	0,57	0,769	Poliklinik
81	0,53	0,57	0,08	0,02	0,42	0,463	Poliklinik
82	0,36	0,30	0,14	0,14	0,37	0,400	Poliklinik
83	0,44	0,61	0,42	0,44	0,57	0,831	Poliklinik
84	0,12	0,83	0,36	0,57	0,60	0,832	Poliklinik
85	0,35	0,62	0,39	0,24	0,58	0,67	Test-Genel
86	0,34	0,57	0,36	0,21	0,53	0,61	Test-Genel
87	0,26	0,66	0,38	0,22	0,55	0,63	Test-Genel
88	0,45	0,56	0,51	0,34	0,54	0,64	Test-Radyoloji
89	0,51	0,51	0,50	0,31	0,38	0,53	Test-Radyoloji
90	0,43	0,33	0,38	0,29	0,34	0,46	Test-Radyoloji
91	0,45	0,42	0,48	0,33	0,43	0,66	Test-Laboratuvar
92	0,43	0,42	0,45	0,28	0,36	0,60	Test-Laboratuvar
93	0,45	0,34	0,40	0,28	0,38	0,57	Test-Laboratuvar
94	0,22	0,50	0,35	0,21	0,41	0,55	Test-TRSM
95	0,17	0,52	0,33	0,23	0,41	0,53	Test-TRSM
96	0,31	0,44	0,33	0,20	0,40	0,54	Test-TRSM
97	0,42	0,38	0,37	0,24	0,35	0,51	Test-Tıbbi ve Evsel Atık

98	0,39	0,44	0,28	0,21	0,34	0,47	Test-Tıbbi ve Evsel Atık
99	0,29	0,39	0,24	0,25	0,34	0,43	Test-Tıbbi ve Evsel Atık
100	0,56	0,51	0,23	0,29	0,45	0,60	Test-Acil Servis
101	0,52	0,51	0,18	0,27	0,40	0,54	Test-Acil Servis
102	0,48	0,58	0,24	0,22	0,41	0,57	Test-Acil Servis
103	0,31	0,58	0,31	0,39	0,51	0,69	Test-Poliklinik
104	0,31	0,69	0,39	0,42	0,59	0,78	Test-Poliklinik
105	0,27	0,68	0,37	0,34	0,57	0,70	Test-Poliklinik

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Muhammet Fatih AK
Doğum Tarihi ve Yeri :02.01.1989 - Şarkışla
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :mfa030732@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Endüstri Müh.	FMV Işık Üniversitesi	2013
Lisans	Endüstri Müh.	FMV Işık Üniversitesi	2011
Lise	Fen Bilimleri	Tenzile Erdoğan AÖL	2007

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2012	Özyeğin Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2011	FMV Işık Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2008	FMV Işık Üniversitesi	Kütüphane Sorumlusu

YAYINLARI

Makale

1. Gul, M., Ak, M.F. ve Guneri, A. F., (2017). "Occupational health and safety risk assessment in hospitals: A case study using two-stage fuzzy multi-criteria approach", Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal 23 (2): 187-202
2. (Yayın Sürecinde) Gul, M., Ak, M.F. ve Guneri, A. F., (2017)."Assessment of occupational hazards and associated risks in fuzzy environment: A case study in an underground copper and zinc mine", International Journal of Mining, Reclamation and Environment, 2017.

Bildiri

1. Ozdemir, Y., Ak, M.F. ve Başlıgil, H., (2016). "Airport safety risk evaluation based on fuzzy ANP and fuzzy AHP", FLINS 2016.

ÖDÜLLERİ

1. TÜBİTAK BİDEB Doktora Başarı Bursu
2. FMV Işık Endüstri Mühendisliği Bölüm 1.liği Uluslararası Ticaret Çift Anadal Üniversitesi Bölüm 3.lüğü Üniversite Dönem 2.liği