

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
SAYISAL YÖNTEMLER BİLİM DALI

TÜRKİYE'DEKİ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN
BULANIK MANTIK YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan

Rıza BİLGİ

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Süleyman ŞAHİN

BOLU 2018

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Rıza Bilgi'ye ait 'Türkiye'deki İş Sağlığı Ve Güvenliğinin Bulanık Mantık Yöntemi İle Analizi' adlı çalışma jürimiz tarafından İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Dalında yüksek lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

16.01.2018

Ünvanı,Adı,Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Yrd. Doç. Dr. Süleyman ŞAHİN



Üye : Yrd. Doç. Dr. Hakan Murat ARSLAN



Üye : Yrd. Doç. Dr. Abdulhamit EŞ



Sosyal Bilimler Enstitüsü Onayı



Doç. Dr. Yaşar Ayyıldız

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ETİK UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum, **“Türkiye’deki İş Sağlığı ve Güvenliği Düzeyinin Bulanık Mantık Yöntemi ile Analizi”** başlıklı çalışmanın yazılmasında, bilimsel ve etik kurallara uyulduğunu, başvuru kaynaklardan yapılan alıntılarının bilimsel kurallara uygun olarak metin içinde, dipnotlarda ve kaynaklarda gösterildiğini, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin tamamının ya da bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitede bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



Rıza BİLGİ

16.01.2018

ÖN SÖZ

“Türkiye’deki iş sağlığı ve güvenliğinin bulanık mantık yöntemi ile analizi” isimli bu çalışma, Bolu İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Dalında “Yüksek Lisans Tezi” olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi birikimi ve değerli katkıları ile beni yönlendiren, destekleri, tavsiyeleri ve eleştirileri ile daima yanımda olan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr Süleyman ŞAHİN’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda birikimlerini ve zamanlarını benimle paylaşan değerli hocalarım Mehmet AYTEKİN’e ve M. Ali ÇOBAN’a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmamda bana manevi desteklerini esirgemeyen sevgili eşime, aileme ve özellikle ağabeyim Murat BİLGİ’ye teşekkür eder, minnetlerimi sunarım.

Rıza BİLGİ

ÖZET

TÜRKİYE'DEKİ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN BULANIK MANTIK YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

Rıza BİLGİ

Yüksek Lisans Tezi

İşletme Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Süleyman ŞAHİN

Ocak 2018, 114+ xiv Sayfa

Bu tez çalışmasında, Türkiye'deki İş sağlığı ve güvenliği düzeyi bulanık mantık yöntemi ile belirlenmeye çalışılmıştır. Uygulamada üç farklı parametre kullanılmış, çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Bulanık mantık yöntemi için MATLAB programı kullanılmıştır. Türkiye'deki 1970-2015 yılları arasındaki iş kazaları ve buna bağlı ölümler ve sürekli iş görmezlik verileri kullanıldı. İş sağlığı ve güvenliği düzeyi bulanık mantık yöntemi ile analiz edilmiştir. Uygulama sonucunda, sürekli iş görmezlik ve ölümle sonuçlanmayan iş kazalarında iş sağlığı ve güvenliği düzeyi artmış bulunmuştur. Ölümle sonuçlanan iş kazalarında ise iş sağlığı ve güvenliği düzeyinde azalma olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: İş Sağlığı ve Güvenliği, Bulanık Mantık, İş Kazaları, Meslek Hastalıkları, Mamdani Çıkarım Yöntemi.

ABSTRACT

FUZZY LOGIC METHOD AND ANALYSIS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN TURKEY

RIZA BİLGİ

Master Thesis

Department of Business Administration

Adviser: Assist. Prof. Dr. Süleyman ŞAHİN

January 2018, 114+ xiv Pages

In this study, occupational health and safety level in Turkey were studied to determine with fuzzy logic method. Three different parameters were used in the application and the results were compared.

MATLAB program is used for fuzzy logic method. Between the years 1970-2015, deaths due to occupational accidents in Turkey and continuous incapacity data is used. The level of occupational health and safety was analyzed by the fuzzy logic method. As a result of the application, occupational health and safety levels were found to increase in work incidents which do not result in permanent disability and death and in occupational accidents resulting in death, there is a decrease in occupational health and safety.

Key words: Occupational Health and Safety, Fuzzy Logic, Accidents At Work, Occupational Diseases, Mamdani Extraction Method.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	ii
ETİK UYGUNLUK BEYANI.....	iii
ÖN SÖZ	iv
ÖZET	v
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER VE GRAFİKLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR	xiii

GİRİŞ	1
--------------------	----------

I. BÖLÜM

1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ.....	6
1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Tanım ve Kapsamı	6
1.2. İş Sağlığı ve Güvenliği Tarihçesi.....	8
1.3. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi	9
1.4. Gelişmiş ülkelerde İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)	10
1.5. Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG).....	11
1.6. İş Kazası ve Meslek Hastalığı.....	16
1.6.1. İş Kazası ve Meslek Hastalığı Tanımı	16
1.6.2. İş Kazası ve Meslek Hastalığı Nedenleri	18
1.6.3. İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sonuçları	21

II. BÖLÜM

2. BULANIK MANTIK.....	23
2.1. Bulanık Mantığın Tanımı.....	24
2.2. Bulanık Mantığın Tarihçesi	25

2.3. Bulanık Kümeler.....	28
2.3.1. Bulanık Kümelerin Gösterimi.....	29
2.2.1. Bulanık Küme İşlemleri.....	32
2.4. Bulanık Mantıklı Sistemler.....	42
2.4.1. Bulanık Mantıklı Sistemlerin Birimleri	43
2.4.2. Bulanık Mantığın Avantajları	53
2.4.3. Dezavantajları	54
2.4.4. Bulanık Mantığın Uygulama Alanları	54

III. BÖLÜM

3. UYGULAMALAR.....	57
3.1. Birinci Uygulama.....	57
3.1.1. Kullanılacak Veriler.....	57
3.1.2. Verilerin Normalize Edilmesi.....	62
3.1.3. Üyelik Fonksiyonlarının Belirlenmesi.....	64
3.1.4. Kural Tabanının Oluşturulması.....	64
3.1.5. Kullanılacak Çıkarım Yönteminin Belirlenmesi	73
3.1.6. Programın Kullanışı.....	73
3.1.7. Çıkan Sonuçlar.....	83
3.2. İkinci Uygulama	85
3.2.1. Giriş Parametrelerinin Belirlenmesi ve Verilerin Normalize Edilmesi	85
3.2.2. Üyelik Fonksiyonunun Belirlenmesi:	88
3.2.3. Kural Tabanının Oluşturulması.....	89
3.2.4. Programın Uygulanması ve Çıktı Değerleri	91
3.3. Üçüncü Uygulama	92
3.3.1. Giriş Parametrelerinin Belirlenmesi ve Verilerin Normalize Edilmesi	92
3.3.2. Üyelik Fonksiyonunun Belirlenmesi	95
3.3.3. Kural Tabanının Oluşturulması.....	96
3.3.4. Programın Uygulanması ve Çıktı Değerleri	97

IV. BÖLÜM**4. SONUÇ VE ÖNERİLER..... 100**

4.1. Öneriler 103

4.2. Eleştiriler..... 104

KAYNAKLAR 105

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: İş Kollarına Göre İş Kazası ve Meslek Hastalıkları İstatistikleri	19
Tablo 1.2: Sektörlere Göre İş Kazası, Sürekli İş Göremezlik ve Ölüm İstatistikleri.....	20
Tablo2.1: Klasik ve Bulanık Kümelere Göre Yaşlılar Kümesinin Üyelik Değerleri	30
Tablo 2.2: Klasik Mantık-Bulanık Mantık Arasındaki Temel Farklar	31
Tablo 2.3: Kural Tabanı	47
Tablo 2.4: kural Tabanı Gösterimi.....	47
Tablo 3.1: Türkiye’deki İş Kazalarının Yıllara Göre Dağılımı	59
Tablo 3.2: Normalize Edilmiş Veriler	63
Tablo 3.3: Üyelik Fonksiyonlarında Kullanılacak Sözel İfadeler	64
Tablo 3.3: Kural Tabanı	65
Tablo 3.4: Bulanık Mantık Kullanılarak Elde Edilen İSG Düzeyi	84
Tablo 3.5: İkinci Uygulamada Kullanılacak Veriler.....	87
Tablo 3.6: İkinci Uygulamada Kullanılacak Sözel İfadeler.....	89
Tablo 3.7: İkinci Uygulamanın Kural Tabanı	90
Tablo 3.8: İkinci Uygulama Sonucu Çıkan İSG Düzeyi.....	91
Tablo 3.9: Üçüncü Uygulamada Kullanılacak Veriler ve Normalize Edilmiş Hali	94
Tablo 3.10: Üçüncü Uygulamada Kullanılacak Sözel İfadeler	96
Tablo 3.11: Üçüncü Uygulamada Kullanılacak Kural Tabanı.....	97
Tablo 3.12: Üçüncü Uygulama Sonucu Elde Edilen İSG Düzeyi	98
Tablo 4.1: Uygulamalar Sonucu Elde Edilen İSG Düzeyleri	102

ŞEKİLLER VE GRAFİKLER LİSTESİ

Şekil 1.1: İş Kazalarının Tiplerine Göre Dağılımı (2008).....	19
Şekil 2.1: Yaş Uzayında Yaşlı Tanımının, Klasik Kümede ve Bulanık Kümede Grafik ile Gösterimi	31
Şekil 2.2: Bulanık Kesişim Kümesinin Üyelik Fonksiyon Grafiği ile Gösterimi	33
Şekil 2.3: Bulanık Bileşim Kümesinin Üyelik Fonksiyon Grafiği ile Gösterimi.....	34
Şekil 2.4: Bulanık Kümenin Tümlenyeni	34
Şekil 2.5: Bulanık Kümelerin Sözel Değişkenlere Göre Üyelik Fonksiyon Grafiği.....	36
Şekil 2.6: Üyelik Fonksiyonunun Kısımları	37
Şekil 2.7: Üçgen Üyelik Fonksiyonu Grafiği	37
Şekil 2.8: Üçgen Üyelik Fonksiyonu Örneği	38
Şekil 2.9: Yamuk Üyelik Fonksiyonu Grafiği.....	39
Şekil 2.10: Yamuk Üyelik Fonksiyonu Örneği	39
Şekil 2.11: Gaussian Üyelik Fonksiyonu Grafiği.....	40
Şekil 2.12: Çan Şekilli Üyelik Fonksiyonu Grafiği	41
Şekil 2.13: Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu Grafiği	41
Şekil 2.14: Bulanık Mantıklı Sistemlerin Temel Yapısı	43
Şekil 2.15: Giriş Değerlerinin Üyelik Fonksiyonu İle Gösterimi	44
Şekil 2.16: Çıkış Değerlerinin Üyelik Fonksiyonu İle Gösterimi	45
Şekil 2.17: Mamdani Bulanık Çıkarım Yöntemi.....	51
Şekil 2.18: Takagi-Sugeno Çıkarım Yöntemi	52
Şekil 3.1: Türkiye’deki İşçi Sayısının Yıllara Göre Dağılımı.....	59
Şekil 3.2: Türkiye’deki İş Kazası ve Meslek Hastalıkları Sayısının Yıllara Göre Dağılımı	59
Şekil 3.3: Türkiye’deki İş Kazası ve Meslek Hastalıkları Sonucu Ölen Kişi Sayısının Yıllara Göre Dağılımı	60
Şekil 3.4: Türkiye’deki İş Kazası ve Meslek Hastalıkları Sonucu Sürekli İş Görmezlik Durumuna Giren Kişi Sayısının Yıllara Göre Dağılımı	61

Şekil 3.5: Normalize Edilmiş Verilerin Grafik ile Gösterimi	63
Şekil 3.6: Matlab Giriş Sayfası.....	73
Şekil 3.7: Fuzzy Editörü	74
Şekil 3.8: Fuzzy Input, Output Belirleme.....	75
Şekil 3.9: Fuzzy Input, Output Belirleme.....	75
Şekil 3.10: Üyelik Fonksiyonlarının Belirlenmesi	76
Şekil 3.11: Üyelik Fonksiyonlarının Belirlenmesi	76
Şekil 3.12: Üyelik Fonksiyonlarının Belirlenmesi	77
Şekil 3.13: Üyelik Fonksiyonlarının Belirlenmesi	77
Şekil 3.14: Üyelik Fonksiyonlarının Belirlenmesi	78
Şekil 3.15: Kural Tabanı Sayfası.....	79
Şekil 3.16: Kurallar Dizininin Oluşturulması.....	79
Şekil 3.17: Kurallar Dizininin Oluşturulması.....	80
Şekil 3.18: Bulanık Çıkarım Sayfasının Açılması.....	81
Şekil 3.19: Bulanık Çıkarım Sayfası	81
Şekil 3.20: Bulanık Çıkarım ve Durulama Sayfası	82
Şekil 3.21: Bulanık Çıkarım ve Durulama Sayfası	83
Şekil 3.22: İSG Düzeyinin Yıllara Göre Dağılımı	84
Şekil 3.23: İkinci Uygulamada Kullanılacak Verilerin Normalize Edilmiş Hali.....	88
Şekil 3.24: İkinci Uygulama Sonucu Elde Edilen İSG Düzeyi.....	91
Şekil 3.25: Üçüncü Uygulamada Kullanılacak Verilerin Normalize Edilmiş Hali.....	95
Şekil 3.26: Üçüncü Uygulama Sonucu Elde Edilen İSG Düzeyi.....	99
Şekil 4.1: Üç Uygulama Sonucu Elde Edilen İSG Düzeylerinin Karşılaştırılması.....	102

KISALTMALAR

A	: Az
AB	: Avrupa Birliği
ABS	: Kilitlenme Karşıtı Frenleme Sistemi
AİBÜ	: Abant İzzet Baysal Üniversitesi
API	: American Petroleum Institute
ASC	: Anti Patinaj Sistemi
ASME	: American Society of Mechanical Engineers
BSI	: British Standards Institute (İngiliz Standartları Enstitüsü)
ce	: Isı Hata Değişimi
ÇA	: Çok Az
ÇÇÇİ	: Çok Çok Çok İyi
ÇÇÇK	: Çok Çok Çok Kötü
ÇÇİ	: Çok Çok İyi
ÇÇK	: Çok Çok Kötü
ÇF	: Çok Fazla
Çİ	: Çok İyi
ÇK	: Çok Kötü
ÇSGB	: Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
e	: Isı Hata
EB	: En Büyük
EK	: En Küçük
F	: Fazla
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü
İSG	: İş sağlığı ve Güvenliği
ISO	: International Organization for Standardization
İ	: İyi
K	: Kötü

LIFE	: Laboratory for Interchange Fuzzy Engineering
max	: Maksimum
MF	: Membership Function
min	: Minimum
NB	: Negatif Büyük
NÇB	: Negatif Çok Büyük
NFPA	: National Fire Protection Association
NK	: Negatif Küçük
NO	: Negatif Orta
NOB	: Negatif Orta Büyük
NOK	: Negatif Orta Küçük
O	: Orta
OHSA	: Occupational Safety and Health Administration
OHSAS	: Occupational Health And Safety Assessment Series
PB	: Pozitif Büyük
PÇB	: Pozitif Çok Büyük
PK	: Pozitif Küçük
PO	: Pozitif Orta
POB	: Pozitif Orta Büyük
POK	: Pozitif Orta Küçük
S	: Sıfır
SNZ	: Standards New Zealand
SSK	: Sosyal Sigortalar Kurumu
T.C	: Türkiye Cumhuriyeti
TS	: Takagi-Sugeno
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UÇÖ	: Uluslararası Çalışma Örgütü
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği kavramı; çalışanların can güvenliği, üretilen malın, işyerinin, makine ve araçların güvenliği gibi konuları içerir. İş sağlığı ve güvenliğine 1950'li yıllardan sonra hem ulusal hem de uluslararası alanda önem verilmeye başlanmıştır. Uluslararası düzenlemelerin başında ILO sözleşmeleri gelmektedir. AB ülkelerinde ISG ile ilgili mevzuatlar, ILO 155, 164 sayılı Sözleşme ve 89/391 Sayılı Çerçeve Yönerge temel alınarak hazırlanmıştır. ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü); çalışanların sağlık ve refahlarının en üst düzeye yükseltilmesi; işyeri koşullarının düzeltilmesi, çevrenin etkisi ve üretilen malların getirdiği sağlığa aykırı sonuçların ortadan kaldırılması; çalışanların uygun işlere yerleştirilmesi ve gereksinimlere uygun bir iş ortamı oluşturulması gibi yeni unsurlar ekleyerek çevresel faktörleri de ISG kapsamı içine almıştır.

İSG Yönetim Sistemi beş temel unsurdan oluşmaktadır; Bunlar

1. İSG politikası oluşturulma,
2. Planlama,
3. Uygulama ve çalıştırma,
4. Kontrol ve düzeltici faaliyetler,
5. Yönetimin gözden geçirmesi ve sürekli iyileştirme.

İSG düzeyini belirleyen etkenler;

1. İş kazası ve meslek hastalıkları
2. Sürekli iş görmezlik durumu
3. İşçi ölümleri
4. İşçi sayısı

İş kazası ve meslek hastalığı, çalışan işçinin çalışma süresi içerisinde kişisel veya fiziksel etmenlerden dolayı hemen veya daha sonra, bedenen veya ruhen, vücudun bir kısmının veya tamamının engelli hale gelmesidir. Engel durumu sürekli olursa, sürekli iş görmezlik durumundadır. Bazen iş kazaları ve meslek hastalıkları ölüm ile sonlanmaktadır. Ülkemizde ölümle sonuçlanan vakalar genellikle inşaat sektörü ve kömür madenciliğinde görülmektedir.

Ülkemizdeki iş sağlığı ve güvenliği düzeyi, Avrupa ülkelerinin çok altında olmakla beraber son yıllarda yapılan İSG iyileştirme politikaları ile birkaç basamak ilerleme kaydettiğini söyleyebiliriz. İSG kültürü oluşturmak için çeşitli çalışmalar yapılmış; 2015 yılında Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı bu konular ile ilgili çeşitli seminerler ve hizmet içi eğitimler vermiştir.

Dünyada ve ülkemizde yapay zekalı sistemler ve yapay zeka ürünleri gün geçtikçe önemli ölçüde artmaktadır. Yapay zekanın temel felsefesi ise insan zekasına benzer zeki sistemler yapmaktır. Yapay zekanın önemli bir birimi de bulanık mantıktır.

Bulanık mantık, hesaplama ve akıl yürütmede sayılar yerine kelimelerin kullanıldığı bir mantık sistemidir (Zadeh 1996: 103).

Bulanık mantık; insanın sezgisel ve deneyimsel çözüm üretmesini temel alarak modelleme yapar. Örneğin bir kavşağa ait trafik lambası sinyalizasyonu uygulamasında trafiğin yoğunluk durumuna göre, çok yoğun olan tarafta daha uzun süre yeşil ışık, yoğunluğun az olduğu tarafta da daha kısa süre yeşil ışık yanmasını sağlamak için, ‘çok yoğun-az yoğun’ ile ‘kısa süre-uzun süre’ gibi dilsel ifadeleri kullanarak insanın sezgisel yaklaşımına benzer kural tabanı oluşturarak modelleme yapar. Yani sayılar yerine kelimeler ile hesap yapar.

Son yıllarda, bulanık mantık uygulamalarının sayısı ve çeşitliliği önemli derecede artmıştır. Mühendislik ve bilgisayar biliminden biyoloji ve tıp bilimine; karar destek sistemlerinden kalite kontrolüne kadar birçok bölümde uygulamaları mevcuttur. Bu uygulamalar; kameralar, çamaşır makineleri ve mikrodalga fırını, su arıtma

sistemleri, asansör, nükleer reaktör, endüstriyel proses kontrolü, tıbbi cihazlar ve portföy seçimine kadar uzanmaktadır (https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy.pdf, 29 Ağustos 2017’de erişildi).

Bulanık mantık uygulamalarının artmasının sebeplerini şöyle sıralayabiliriz:

- Bulanık mantık insan doğasına yakındır.
- Bulanık mantık bir uzmanın deneyim ve tecrübelerini bir makineye yansıtabilme olanağı tanır.
- Bulanık mantık esnektir.
- Karmaşık matematiksel modellemelere ihtiyaç bırakmaz.
- Programlamalarda az yer kaplar (Eğrisöğüt Tiryaki ve Kazan 2007; Kahvecioğlu ve Kıyak 2003).

Bu kadar avantajları olan bulanık mantığın en önemli özelliği ise gri tonları kabul etmesidir. Klasik mantık sadece siyah ve beyazı kabul eder, gri tonları kabul etmez, onları da siyah beyaz olarak sınıflandırır. Bulanık mantık ise grileri kabul eder, onları siyahlık veya beyazlık derecelerine göre sınıflandırır. Yani ikili doğruluk değeri yerine derecelendirme yapar. Klasik mantık ikili dünya değeri denilen 0 ve 1 aitlik değerlerini kabul eder; ya doğru ya yanlış, ya uzun ya kısa, ya iyi ya kötü, ya siyah ya da beyaz... bulanık mantık ise üyelik değerlerini kullanır,yani bütün griler siyah kümesinin elemanıdır,fakat siyahlık derecesine göre; az siyah, çok siyah veya hemen hemen siyah gibi ve bunları üyelik değerleri ile yani 0,95 oranında siyah veya 0,3 oranında siyah olarak ölçeklendirerek ifade eder. Başka bir örnek verecek olursak, yaşlılar kümesi için; 65 yaşını doldurmuş birisini yaşlı kabul edip, 64 yaşındakini yaşlı kabul etmeyen klasik mantık yerine; bulanık mantık 65 yaşındakini 64 yaşındakine göre daha yaşlı olduğunu kabul eden mantık yöntemidir (Altaş 1999: 83-86).

Bulanık mantık gerçek dünya doğasına daha yakındır; çünkü her şeyi aslına yakın olarak kabul edip mantık sistemi içinde değerlendirmektedir. Bulanık mantık günlük kullandığımız dilsel ifadeleri kullanır; az, çok, hemen hemen gibi belirsizlik içeren dilsel ifadeler kullanır. Örneğin; hava az sıcak, problemi hemen hemen çözdüm, araba orta seviyenin az üstünde bir hızla gidiyor... Bu dilsel ifadeler kullanılarak kural

tabanı oluşturulur; örneğin havanın derecesi çok artarsa klimanın derecesini artırır, arabanın hızı çok azalırsa vitesi düşür, öğrencinin iki vize bir finalden aldığı notlar sırasıyla orta, çok zayıf, orta ise yılsonu ortalaması orta olsun gibi kurallar oluşturularak matematiksel ifadelerle gerek kalmadan istenen sonuç elde edilebilir (<https://cobanoglu.wikispaces.com/file/view/bulanikmantik.pdf>, 28 Ağustos 2017’de erişildi).

Bulanık mantıklı sistemlerin en önemli avantajı insanların deneyimlerini, önsezilerini yansıtabilir olması ve dilsel ifadelerin kullanılıyor olmasıdır (Yılmaz 2015: 1).

Bulanık mantık yöntemi ilk kez Azeri bilim adamı Prof. Zadeh tarafından 1960’lı yıllardaki makalelerinde ele alınmış olup, sonraları 70’li yıllarda makinelerde kullanılmaya başlanmış, şimdi ise yapay zeka teknolojilerinin en önemli unsurlarından biri olarak birçok makinelerde ve elektronik eşyalarda kullanılmaktadır.

Bulanık mantık tabanlı sistemler dört bölümden oluşur;

1. Giriş bölümü; kullanılacak parametrelerin belirlendiği, kullanılacak verilerin hazırlandığı bölümdür.
2. Üyelik fonksiyonun belirlenerek parametrelerin dilsel ifadelerle çevrildiği bölümdür.
3. Kural tabanının oluşturulduğu bölümdür.
4. Bulanık çıkarım yöntemi ile çıktı değerlerinin elde edildiği bölümdür (Türkyılmaz, 2012: 33).

Bu çalışmada Matlab programı fuzzy logic ara yüzü kullanılarak bulanık mantık yöntemli ile Türkiye’deki iş sağlığı ve güvenliği düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır.

Türkiye’deki 1970-2015 yılları arasındaki iş kazaları ve meslek hastalıkları, işçi ölümleri, sürekli işgörmezlik durumları göz önüne alınarak İSG düzeyinin yıllara göre dağılımı bulunmuştur. Bu çalışmada üç farklı parametre kullanılmıştır.:

- Birinci parametre genel İSG düzeyini,
- İkinci parametre iş kazaları ve meslek hastalıkları ağırlıklı İSG düzeyini
- Üçüncü parametre sürekli iş görmezlik ve işçi ölümleri ağırlıklı İSG düzeyini göstermektedir.

Türkiye'deki İSG düzeyinin yıllara göre dağılımı düzensiz olup, iş kazaları ve meslek hastalıklarına göre İSG dağılımında son yıllarda artış olduğu görülürken, işçi ölümleri ve sürekli iş görmezlik durumuna göre İSG dağılımında son yıllarda azalma olduğu görülmektedir. Bu ise İSG için yapılan çalışmaların basit iş kazalarını önlemede etkili, ölüm ve sakatlık ile sonuçlanan iş kazalarında ise yetersiz olduğunu göstermektedir. Bu ise Türkiye'deki İSG çalışmalarının nitelikli olmadığını göstermektedir.

I. BÖLÜM

1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Sağlık kavramı, organizmanın yaşadığı çevreyle uyumu ifade etmektedir. Dünya Sağlık Örgütü, sağlık kavramını; sadece hastalık ve sakatlıkların yokluğu değil, kişinin bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik hali içinde olması şeklinde tanımlanmaktadır. İş kazaları, dünyadaki ve ülkemizdeki çalışma hayatını etkileyen önemli sorunların başında yer almaktadır. İş kazalarının sebeplerini araştıran bir çok çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmaların verileri de farklılık arz etmektedir. Yapılan bir çalışma da, iş kazalarının insanlara, fizik ve mekanik çevre koşullarına, umulmadık olaylara bağlı olarak meydana geldiği bildirilmektedir (Camkurt 2013:6) İşyerinde; yetersiz ışıklandırma, kanserojen maddelere maruz kalma, uzun iş çalışma saatleri gibi yetersiz fiziksel ve ergonomik koşullar iş kazaları veya meslek hastalıklarına neden olabilir. (İşler 2013, http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/itkb/dosyalar/yayinlar/yayinlar2013/edud_19, 28 Ağustos 2017 de erişildi)

Kimyasal toksik maddelere maruz kalma kimyasal riskleri oluşturur. Özellikle hayvan besiciliği yapanların ve sağlık çalışanlarının maruz kaldığı hastalıklara ait riskler de biyolojik risklerdir. (OSHA, <https://osha.europa.eu/en/tools-andpublications/publications/factsheets/41>, 28.Ağustosta 2017’de erişildi.)

1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Tanım ve Kapsamı

İş sağlığı ve güvenliği kavramı; çalışanların can güvenliği, üretilen malın, iş yerinin, makine ve araçların güvenliği gibi konuları içerir. Hızla artan teknolojik gelişmeler insanlığın huzur ve refahına hizmet ederken diğer taraftan insan yaşamı ve

çevresi için tehlikeleri beraberinde getirmektedir. Üretim sürecine giren her yeni madde, makine, araç, gereç, yöntem ve teknik; insan sağlığı, çevre sağlığı ve iş yeri güvenliği için yeni tehditler oluşturmaktadır. İSG'nin konusunu Centel (1992: 58) 'işin yapılmasından doğan tehlikelerin ortadan kaldırılması veya azaltılması için gerekli yolların araştırılması ve bu yolda getirilen hükümler oluşturmak' olarak bildirmektedir.

İş kazaları ve meslek hastalıklarına 1950'li yıllardan sonra hem ulusal hem de uluslararası alanda önem verilmeye başlanmıştır. İş sağlığı ve güvenliğine, iktisadi boyutları kadar insani boyutlarıyla da ele alınmaya başlanmıştır. İSG hizmetlerine ilişkin temel uluslararası düzenlemeler; birincisi 12 Haziran 1989 tarihli 89/391 sayılı Avrupa Birliği İş Sağlığı ve Güvenliği Çerçeve Direktifi, diğeri ise 155 ve 161 sayılı ILO Sözleşmeleridir. Bu iki düzenleme üye ülkelerin iş sağlığı ve güvenliği konusunda uyması gereken temel standartları belirleyen düzenlemelerdir. (Gülmez 2003; Hermans 2001 ve Topçu 2009). İSG tanımına ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü); çalışanların sağlık ve refahlarının en üst düzeye yükseltilmesi; işyeri koşullarının düzeltilmesi, çevrenin etkisi ve üretilen malların getirdiği sağlığa aykırı sonuçların ortadan kaldırılması; çalışanların uygun işlere yerleştirilmesi ve gereksinimlere uygun bir iş ortamı yaratılması gibi yeni unsurlar ekleyerek çevresel faktörleri de İSG kapsamı içine aldığı görülmektedir. (Birleşik Metal-İş Sendikası 2002, http://www.birlesikmetal.org/kitap/kitap_02/2002-7.pdf, 28 Ağustos 2017'de erişildi).

Geniş olarak iş sağlığı; "tüm mesleklerde çalışanların bedensel, ruhsal, sosyal iyilik durumlarını sürdürmek, çalışanların çalışma koşullarından kaynaklanan risklerden korunmasını sağlamak, sağlıklarının bozulmasını önlemek, kendilerine uygun işlere yerleştirmek ve işin insana ve insanın işe uyumunu sağlamak" olarak tanımlanmaktadır (Gerek 2000: 14-36). İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulları, endüstrileşmiş ülkelerde önemli bir katılım-denetim mekanizması olarak, elli yıldan fazla bir süredir uygulanmaktadır. Ülkeler, İSG hizmetlerini; uluslararası düzenlemelere, kendi sağlık sistemlerine ve ihtiyaçlarına göre düzenlemektedir. İSG Yönetim Sistemi beş temel unsurdan oluşmaktadır; Bunlar

1. İSG politikası oluşturulma,
2. Planlama,

3. Uygulama ve alıştırma,
4. Kontrol ve düzeltici faaliyetler,
5. Yönetimin gözden geçirmesi ve sürekli iyileştirme.

Bu sebeple oluşturulan OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi işletmelerce oluşturulan yönetim sistemlerinin işleyişini takip edebilmek, bununla birlikte kalite ve evre yönetiminin uyumunu da gözeterek önleyici bir felsefe oluşturmayı amaçlamaktadır (Güler 2011; Sezeroğlu 2004). İş güvenliği çalışmalarının amaçları; çalışanları korumak, rahat ve güvenli bir ortamda çalışmalarını sağlamak, işletme güvenliğini sağlamak, tehlikeli durumları ortadan kaldırarak iş kazaları ve meslek hastalıklarını en aza indirmektir (nsar 2003; Semih 2004).

1.2. İş Sağlığı ve Güvenliği Tarihçesi

Dünya da İSG ile ilgili çalışmalar 19.yy başlarına dayanır. Belirli bir disiplin halinde olmayan bu çalışmalar farklı ülkelerdeki kurum, kuruluşlar tarafından standardize hale getirilmeye çalışılmıştır. Bu organizasyonlardan bazıları, American Petroleum Institute (API) ,National Fire Protection Association (NFPA),American Society of Mechanical Engineers (ASME) , Standards New Zealand (SNZ) ,British Standards Institute (BSI) ,Occupational Safety and Health Administration (OHSA),Occupational Safety and Health Service, NZ Chemical Industry Council ,Standards Australia, International Organization for Standardization (ISO) olup oluşturulmaya alışılan standartlar ise QS 9000, BS 8800 (Guide To Occupational Health and Safety Management Systems), ILO (International Labor Organisation) İş Sağlığı ve Gvenliği Yönetim Sistemi Rehberi: 2001, ISA 2000, NPR 5001, OSHA AS/NSZ 4360, OSHA AS/NSZ 4804, OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment Series) 18001 ve OHSAS 18002 Uygulama Rehberi'dir. Avrupada işçilerin sağlık ve güvenlik şartlarının ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi ile ilgili çalışmalar 1986 yılında 'tek senet'ile başlamıştır (zkılı 2005; Karluk 1996). Tek Senet anlaşmasına kadar Avrupa Parlamentonun görüşü tavsiye niteliği taşırken tek senet sonrası bağlayıcı nitelik almıştır. (Arsava 1996: 64). Avrupa Tek Senet'le birlikte sosyal

haklar ile ilgili önemli adımlar atılmıştır. Kılavuz niteliği taşıyan ilk sağlık ve güvenlik standardı 1996 yılında İngiliz Standartları Enstitüsü (BSI) tarafından yayınlanan ‘BS 8800 Mesleki Sağlık ve Güvenlik Yönetim Sistem Rehberi’dir. Bu rehber aynı zamanda standart kurumların belgelendirilmesine de temel teşkil etmektedir. 1999 yılında İngilizler tarafından kurulan komisyonla BS 8800 Mesleki Sağlık ve Güvenlik Yönetim Sistem Rehberi temel alınarak uluslararası alanda da kabul görecektir. OHSAS 18001 standardı oluşturulmuştur (Ofloğlu ve Gökmen 2005: 3). AB ülkelerinde ISG ile ilgili mevzuatlar, ILO 155, 164 sayılı Sözleşme ve 89/391 Sayılı Çerçeve Yönerge temel alınarak hazırlanmıştır.

1.3. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi

İş Sağlığı ve Güvenliği işin tüm süreçleri etkileyen, birçok faktörden etkilenen, işletmenin verimliliğini, rekabet gücünü artıran önemli bir konudur. İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG), sanayileşme ile birlikte dünyada olduğu gibi Türkiye’de de giderek artan önemini korumuştur ve bu alanda çalışmalar yapılmıştır (Dikmen vd. 2017: 117-132). İSG terimi, işyerinde kullanılan araç, gereç ve kimyasal maddelerin kullanıma bağlı doğabilecek risklere karşı işçilerin korunması ve İşçilerin kazaya uğramalarını önleyici tedbirlerin alınması olarak ifade edilmektedir (İşler ve Gerim 2010: 23). İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi’nin 23. Maddesinde “Herkesin çalışma, işini serbestçe seçme, adaletli ve elverişli koşullarda çalışma ve işsizliğe karşı korunma hakkı vardır.” denilmektedir. Elverişli koşullarda çalışma hakkı insan temel haklarına girmektedir. İş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması işletmelerdeki verimliliğin artmasını sağlar. Aynı zamanda toplum sağlığına ve sosyal barışa etkileri olduğu bilinmektedir. Son yıllarda “İş Sağlığı ve Güvenliği sağlamak için ve bir güvenlik kültürü oluşturmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır ve bu konu güncelliğini korumaktadır (Goodly LJ 2016; Sverre ve Øyvind 2016 ve Xinxia vd. 20159). Bu konuyla ilgili T.C Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı iş teftiş kurulu başkanlığı 2015 yılında, Sahada meslek hastalıkları ve iş kazaları riskleri ve önlenmesi, Meslek Hastalıkları Hastanelerinin Tanıtımı, Yapı İşlerindeki İş Kazalarının Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması, Yeraltı ve Yerüstü Maden Kazalarının Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması, Büyük Endüstriyel Kazaların

Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılmasını içeren İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili seminerler düzenlemiş ve hizmet içi eğitimler vermiştir. (ÇSGB 2015, http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/.../yayinlar/egitim/2015_Yili_Hizmetici, 29 Ağustos 2017’de erişilmiştir).

1.4. Gelişmiş ülkelerde İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)

Meslek hastalığı ile ilgili çalışmalar M.Ö.370 yılında Hipokrat’a kadar dayanırken, iş kazalarıyla ilgili çalışmalar daha çok 17 yy da sanayileşmenin başlamasıyla olmuştur.

Bilimsel anlamda ilk İSG çalışmaları 17. yy da İtalya’da Bernandino Ramazzini tarafından ele alınmıştır. Ancak İngiltere’de sanayileşmenin başlaması bu ülkenin İSG çalışmalarını da beraberinde getirmiş ve günümüzdeki modern İSG çalışmalarına zemin teşkil etmiştir (Cahit 1984; Güney 1992).

Avrupa’da 18. yy. da sosyal güvenlik ilkeleri benimsenmiş ve 19. yy. da iş kazası ve meslek hastalıkları güvencesiyle ilgili çalışmalar Avrupa dışında da yaygınlaşmıştır. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kurulmuş olan özerk kuruluşlardandır. Gelişen teknoloji ve artan sanayi ile dünyada İSG nin psiko – sosyal ve sosyo-ekonomik boyutları da önem kazanmıştır (Bıyıkçı 2010; Maureen ve Arnold 2010). Avrupada 1989 yılında tek senet ile başlayan, 1992 tarihli Maastricht Antlaşması, 1997 yılında Amsterdam Antlaşması, sonrasında Lüksemburg zirvesi, 2000 yılında Lizbon Avrupa Konseyi, 2005 AB Konseyi Zirvesi ile devam eden süreç sonrasında İSG ile ilgili Avrupa da ILO’nun 155-156 sayılı ve 89/391 /EEC çerçeve direktifi ile sonuçlanmıştır. Avrupa Birliği’ne tam üye ülkelerde İSG nin en üst düzeyde uygulanması önem arz etmektedir (Abrams 2001; Kalyoncu 2007).

ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü)

1919 Versay Antlaşması kapsamında kurulmuştur. Komisyonun icra organları üç taraflı olup hükümet, işveren ve işçi temsilcilerinden oluşmaktadır.

ILO'nun giriş bölümünde yer alan ve halan güncelliğini koruyan konular şunlardır:

- Günlük ve haftalık çalışma saatleri
- İşsizlik
- İş kazası ve işten dolayı oluşan sağlık sorunları
- Çocuklar, gençler ve kadınların korunması
- Yaşlılık ve malullük durumu
- Eşit değere eşit ücret
- Sendikalaşma
- Mesleki eğitim

ILO'nun stratejik hedefleri şöyle özetlenebilir:

- Çalışma hayatında standartların yaygınlaştırılması
- Kadın ve erkeklerin insana yakışır işlerde çalışıp, o düzeyde kazanç elde etmesi için fırsatların artırılması
- Sosyal diyalogun güçlendirilmesi (hükümet, işveren, işçi)

ILO muazzam deneyimi ve birikimi ile ülkelerin İSG politikalarına yön vermektedir (ILO Türkiye Ofisi 2018, <http://www.ilo.org/ankara/----/index.htm>, 17.01.2018 tarihinde erişildi).

1.5. Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)

Türkiye de ilk sosyal sigorta teşkilatı 15 Haziran 1936 tarihinde 3008 sayılı İş Kanunu ile kurulmuş ve mevzuat geliştirilmiştir. Bu yasada temel iş sağlığı ve güvenliği hükümleri yer almıştır. Yasanın içerdiği hükümler endüstriyel alanda yeni bir dönemi başlatmış ve endüstriyel ilişkilere yön vermiştir. Ayrıca bu yasayla ilk kez, işçi ile işveren arasında hukuki bir çerçeve çizilmiş oldu (Güzel 1986: 35-36). 7 Haziran 1945’te Çalışma Bakanlığı kurulmuş ve Bakanlık; 28.11.1946 tarih ve 4841 sayılı Kanunla çalışma hayatının düzenlenmesi, çalışanların yaşam düzeylerinin yükseltilmesi, verimliliğin artırılması, sosyal güvenliğin sağlanması ile görevli kılınmıştır. Böylece

devlet işçi sağlığını ve iş güvenliğini sağlama görevini üstlenmiştir. Kapsamlı sosyal güvence sağlayan ve ilk defa iş kazası ve meslek hastalığının tanımının yapıldığı (madde 11/A) sosyal sigorta yasası 17.07.1964 tarih ve 506 sayılı Sosyal Sigortalar Kanunudur(01.10.2008 öncesi haliyle). Bu iş yasasıyla ilk kez, işçi ile işveren arasında kapsamlı bir hukuki çerçeve çizilmiş oldu (SGK 2017, <http://www.sgk.gov.tr/wps/wcm/connect/...=c7d6d7c3-67f9-489c-a162-48402f66ea98>).

5 Ağustos 1971 tarihinde 3008 sayılı İş Kanunun yerine Türk mevzuatının AB müktesebatıyla uyumlu hale getirilebilmek için 1475 sayılı İş Kanunu kabul edilmiştir(<http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/23810.pdf>,). 1475 sayılı İş Kanunundaki iş sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili hükümleri aktararak ve Avrupa Birliğinin 89/391/EEC sayılı çerçeve direktifine ve diğer bireysel direktiflere göre düzenlenerek 4857 sayılı İş Kanunu (22/05/2003) ortaya çıkmıştır (<http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2003/06/20030610.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2003/06/20030610.htm>).

1 Ocak 2013 tarihinden itibaren uygulamaya konulan, günümüzde de halen kullanılan, modern hükümleri barındıran iş sağlığı ve güvenliği mevzuatımız 29 Haziran 2012 tarihili 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunudur (<https://www.csgb.gov.tr/media/2052/6331.pdf>). Bu kanunla birlikte; İş sağlığı ve güvenliği konusu ilk kez müstakil bir kanunda ele alındı. Kamu ve özel sektör ayrımı gözetmeksizin tüm çalışanlar kanun kapsamına alındı. Kuralcı bir yaklaşım yerine önleyici yaklaşım esas alındı. İşyerleri, yapılan işin niteliğine göre tehlike sınıflarına ayrıldı. Bütün işyerlerinde iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi gibi uzman personel görev yapacak. İşverenler ortak sağlık ve güvenlik birimlerinden hizmet alabilecek. Devlet, 10'dan az çalışanı olan işletmelerin iş sağlığı ve güvenliği hizmetleri giderlerini destekleyecek. İş kazalarını ve meslek hastalıklarını önleme adına önceden risk değerlendirmesi yapılacak. Çalışanlar belli aralıklarla sağlık gözetiminden geçirilecek. İş kazaları ve meslek hastalıklarının kayıtları daha etkin ve güncel hale getirilecek. Elli ve daha fazla çalışanın bulunduğu tüm işyerlerinde, iş sağlığı ve güvenliği kurulu oluşturulacak. İşveren tüm çalışanlarını, iş sağlığı ve güvenliği ile çalışma hayatına dair hak ve sorumlulukları hakkında bilgilendirecek. Çalışanlar işyerlerindeki iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerine aktif

katılım sağlayacak. Çalışan, ciddi ve yakın tehlikeyle karşı karşıya kaldığında çalışmaktan kaçınma hakkını kullanabilecek. Birden fazla işverenin olduğu yerlerde, iş sağlığı ve güvenliği konusunda koordinasyon sağlanacak. Hayati tehlike durumunda işyerlerinin tamamında veya bir bölümünde iş durdurulabilecek. Büyük endüstriyel kaza riski taşıyan işyerleri, güvenlik raporu ve kaza önleme politika belgesi olmadan işe başlayamayacak. Kanununun uygulanmasını kolaylaştırmak için, etkin idari yaptırım uygulanacaktır. T.C Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı; 2010 yılı itibarıyla Türkiye’de 1.325.749 işyerinin faaliyet gösterdiğini ve bu işyerlerinde 10.030.810 işçinin istihdam edildiğini, bu işyerlerinde 62.903 iş kazası ve 533 meslek hastalığı vakasına bağlı olarak toplam 1.454 işçinin hayatını kaybettiği bildirilmiştir. 2010 yılında iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu kaybedilen iş günü sayısı 1.516.024 iken sürekli iş göremez hale gelen çalışan sayısı ise 2.085 olarak bildirilmiştir. İş kazaları ve meslek hastalıklarının ülkemize tahmini maliyeti 50 milyar lira civarında olduğu bildirmektedir (<https://www.csgeb.gov.tr/media/2052/6331.pdf>).

Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Konseyi (UİSGK)

Ulusal iş sağlığı ve güvenliği konseyi Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı ve ILO ‘nun 155 Sayılı Sözleşmesi gereği 2005 yılında kurulmuş ve çalışmalarına başlamıştır. Çalışmalarını önceleri yönergeye dayalı olarak sürdüren konsey, 6331 sayılı kanun çerçevesinde 2013 yılında yönetmeliğe kavuşmuştur. Konseyin görevi, tarafların (işçi-işveren) uzlaşımıyla İSG politika ve stratejilerin belirlenmesinde ÇSGB’ni yönlendiren öneriler sunmaktır. Konsey ÇSGB müsteşarı başkanlığında toplanır. Üyeleri kamu kurum ve kuruluşları ve sosyal taraflardan oluşmaktadır. Konseyin çalışmaları;

- 1. ulusal İSG politika belgesi (2006-2008)
- 2. ulusal İSG politika belgesi (2009-2013)
- 3. ulusal İSG politika belgesi (2014-2018)

1. Ulusal İSG Politika Belgesi (2006-2008):

2008 yılının sonuna kadar ulaşılması planlanan hedefler şunlardı:

- AB normlarına uygun İSG kanunu çıkarılması

- İSG düzenlemelerinin tüm çalışanları kapsamı ve tüm iş yerlerine yaygınlaştırılması
- İSG hizmet birimlerinin etkinleştirilmesi
- İş kazaları sayısının % 20 azaltılması
- meslek hastalıkları tanı sistemlerinin geliştirilmesi
- Kamu eliyle yürütülen İSG teknik destek hizmetlerinin %20 artırılması. (ÇSGB 2006, Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Politika Belgesi I 2006-2008)

2.Ulusal İSG Politika Belgesi (2009-2013)

- ✓ 2009 yılında yapılan faaliyetler: AB Katılım Öncesi Mali Yardımı 2007 Yılı Programlaması Kapsamında Hazırlanan Projeler, TAİEX Çalışmaları, Ulusal ve Uluslararası İşbirlikleri, İSGÜM Faaliyetleri, OHSAS 18001 çalışmaları, oryantasyon eğitimi, Yüksekte Güvenli Çalışma Eğitim Projesi, Tehlike Değerlendirmesi (Risk Değerlendirmesi)
- ✓ 2010 yılında yapılan faaliyetler: Ağır ve Tehlikeli İşler Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü Döner Sermaye İşletmesi Yönetmeliği, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Çalışma Uzman Yardımcılığı, Yurt Dışı İşçi Hizmetleri Uzman Yardımcılığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcılığı Giriş ve Uzmanlık Yeterlilik Sınavları Hakkında Yönetmelik, Türkiye’de İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Koşullarının İyileştirilmesi (İSGİP) Projesi, Piyasa Gözetimi ve Denetiminin Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Testleri için Laboratuvar Kurulması Projesi, İSGÜM Bölge Laboratuvarlarının Geliştirilmesi Projesi, Türkiye’de Meslek Hastalıkları Konusunda Tespit, Tanı ve İSG Profesyonellerinin Duyarlılığının Artırılması Projesi, ILO Uluslararası Pnömkonyoz Radyografileri 2000 Sınıflandırması Eğitimi, Almanya İş Sağlığı ve Güvenliği Akademisi (BGAG) İşbirliği Protokolü, Gemi Mühendisleri Odası “Tersanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği” Protokolü, 4708 Sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun Kapsamında Yapılan İnşaatlarda İş Sağlığı ve Güvenliğinin İyileştirilmesi İşbirliği Protokolü, İşyerlerinde Piyasa Gözetimi ve Denetiminin Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Testleri için Laboratuvar Kurulması Projesi

- ✓ 2011 yılında yapılan faaliyetler: İSG Kanunu Tasarısı Taslağı, Türkiye’de İSG Hizmetlerinin Kalite Düzeyinin Artırılması Projesi, OSTİM-TÜTEV İşveren Eğitimi, Sağlık Bakanlığı ile “İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında İşbirliği Protokolü”

Bundan sonraki beş yıllık dönem için hedefler belirlenmiştir. Bu hedeflerin bazıları;

- 1) İSG mevzuat çalışmalarının tamamlanması
- 2) Yeni mevzuatın kamuoyuna bilgilendirilmesi
- 3) Yüz bin işçide iş kazası oranının %20 azaltılması
- 4) Beklenen meslek hastalığı tespitinin %500 artırılması
- 5) İSG laboratuvar hizmetlerinin çalışan sayısının %20 arttırılması
- 6) Ulusal Konseyin proje, eğitim faaliyetlerinin %20 arttırılması
- 7) Çalışmaların yıllık değerlendirilmesi yapılması (ÇSGB 2015, Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Politika Belgesi II 2009-2013)

3 . Ulusal İSG Politika Belgesi(2014-2018)

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun yayınlanması ile AB mevzuatına uyumlu bir İSG mevzuatı hazırlanmış olup, 2013 yılı sonu itibari ile de ikincil mevzuat çalışmaları tamamlanmıştır. AB 2013 İlerleme Raporunda “Sosyal Politika ve İstihdam” başlıklı fasılda İSG Konseyi yönetmeliği olumlu bir gelişme olarak görülmüştür.

2014 tarihinde yayınlanan “AB İSG Strateji Dökümanı” 2014-2020 dönemi hedefleri, III. Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Politika Belgesi ve Eylem Planı için de bir çerçeve niteliğindedir. O hedefler kısaca şunlardır:

- 1) Ulusal stratejilerin güçlendirilmesi
- 2) İSG mevzuat denetiminin daha iyi bir şekilde yapılması
- 3) Çalışabilir işgücünün yaşlanması sorunu
- 4) Meslek hastalıklarının önlenmesi
- 5) İstatistiki veri toplamanın iyileştirilmesi ve bilgi tabanının oluşturulması

Kalkınma Bakanlığı'nın 2014-2018 dönemi "İstihdam ve Çalışma Hayatı" başlığı altında İSG kültürü, denetim ve teşvik, İSG standartlarına uyum, nitelikli uzman personel için politikalar belirlenmiştir.

ÇSGB 2014-2018 dönemi en önemli amacını "İSG Geliştirmek ve Yaygınlaştırmak" olarak belirlemiştir (ÇSGB 2014, Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Politika Belgesi III, 2014-2018)

ILO TÜRKİYE OFİSİ (2014)

2014 Soma faciasından sonra ÇSGB öncülüğünde ILO ile istişare toplantıları yapılmıştır. 2014 tarihinde yapılan toplantıda ILO denetim organları görüşleri ve ILO standartları doğrultusunda İSG'nin geliştirilmesi kararı alındı. 2015 yılında ILO Türkiye Ofisi kuruldu. ILO, gerekli teknik yardım ve proje destekleri ile pratik bir yol haritası çizerek Türkiye'deki İSG'nin uluslar arası taahhütlere uygunluğunun artırılmasına yardımcı olacak.

1.6. İş Kazası ve Meslek Hastalığı

1.6.1. İş Kazası ve Meslek Hastalığı Tanımı

İş kazalarının birçok tanımı vardır. 5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu 13. Maddesinde, 'sigortalının işyerinde bulunduğu sırada, işveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle sigortalı kendi adına ve hesabına bağımsız çalışıyorsa yürütmekte olduğu iş nedeniyle, bir işverene bağlı olarak çalışan sigortalının, görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda, emziren kadın sigortalının, iş mevzuatı gereğince çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda, sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gidiş geliş sırasında, meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedenen ya da ruhen özüre uğratan olay' olarak tanımlanmaktadır (5510 sayılı 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunun 3. Maddesinin G fıkrasında ise iş kazasını, 'işyerinde ve işin türü nedeniyle meydana gelen ölüme sebebiyet veren

veya vücut bütünlüğünü ruhen yada bedenengelli hale getiren olay' olarak tanımlanır (5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu 2017, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm>, 29 Ağustos 2017 'de erişildi)

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise iş kazalarını, "önceden planlanmamış çoğu zaman, kişisel yaralanmalara, makinelerin, araç ve gereçlerin zarara uğramasına, üretimin bir süre durmasına yol açan bir olaydır" olarak tanımlanmıştır (<http://www.who.int/suggestions/faq/en/>, 29 Ağustos 2017 'de erişildi). Uluslar arası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından iş kazası, "belirli bir zarar veya yaralanmaya yol açan, önceden planlanmamış beklenmedik bir olaydır" şeklinde tanımlanmıştır (http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/.../meetingdocument/wcms_088373.pdf, 29 Ağustos 2017 'de erişildi)

Meslek hastalıkları, iş sağlığı ve güvenliğinde ki diğer bir risk gurubudur. Meslek hastalıkları, aniden ortaya çıkmayan belirli bir süre sonra kendisini gösteren hastalıklar olarak tanımlanmaktadır. Meslek hastalıkları, 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu 14. Maddesinin de, 'sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özürlülük halleridir' şeklinde tanımlanmıştır (<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/06/20060616-1.htm>, 29 Ağustos 2017 'de erişildi). Bir hastalığın meslek hastalığı olarak kabul edilebilmesi için hastalık ve meslek arasında nedensellik bağının bulunması gerekmektedir Türkiye'de meslek hastalıkları listesi "Sosyal Sigortalar Kanunu Sağlık İşlemleri Tüzüğü" ekinde yer almaktadır. Çalışma Gücü ve Meslekte Kazanma Gücü Kaybı Oranı Tespit İşlemleri Yönetmeliği'nin 18 inci maddesine göre meslek hastalıkları 5 grupta toplanmıştır:

A Grubu: Kimyasal maddelerle olan meslek hastalıkları,

B Grubu: Mesleki cilt hastalıkları,

C Grubu: Pnömokonyozlar ve diğer mesleki solunum sistemi hastalıkları,

D Grubu: Mesleki bulaşıcı hastalıklar,

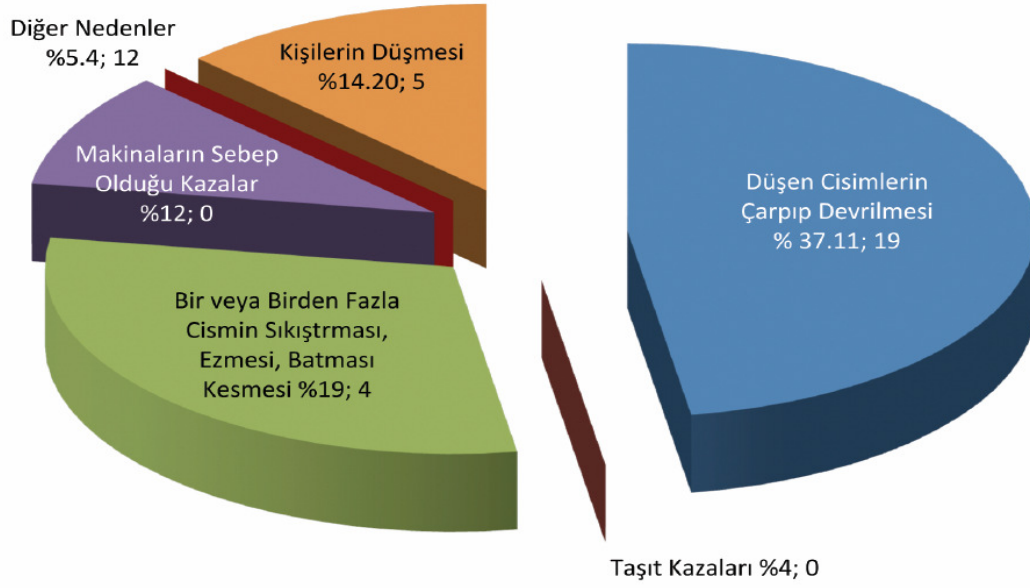
E Grubu: Fiziki etkenlerle olan meslek hastalıkları. (<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/06/20060616-1.htm>, 29 Ağustos 2017 'de erişildi). İş kazalarındaki

kaza etkeninde olduğu gibi, meslek hastalıklarında da hastalık etkeni, insan vücudunun dışındadır. İş kazaları ve meslek hastalıklarının birlikte ele alınmasının ana sebebi de budur.

1.6.2. İş Kazası ve Meslek Hastalığı Nedenleri

Günümüzde İş kazalarının nedenlerini ortaya koymak için birçok çalışma yapılmaktadır. Yapılan araştırmalarda iş kazalarının meydana gelmesinde birçok faktörün rol oynadığı tespit edilmiştir. İş kazaları sebepleri birçok ülkede ortak genel özellik gösterirken, ülkere özgü özelliklerde taşıyabilir. Ülkelerin sanayi biçimlerinden işletmelerin modernizasyonu ve işletme şekillerine göre, işletmelerin güvenlik kültürler bilincinden denetleme mekanizmasının sağlıklı çalışmasına, ülkelerdeki iş kazası ve meslek hastalıkları mevzuatına göre ülkelere özgü nedenler barındırabilir. Saniyeleşmeyle yeni geçen ülkelerdeki işletmelerde güvenlik kültürü ve bilincinin oluşması zaman almakta, yeterli tedbirlerin alınamamasına bağlı bu geçiş sürecinde iş kazaları ve meslek hastalıklarının fazla görülüyor olması beklenen bir sonuçtur (Camkurt 2007: 80-106). Ülkemizde de özellikle orta ve küçük işletmelerde iş güvenliği organizasyonu yetersizliği, eğitim ve denetimin yetersiz olması iş kazalarının artmasına neden olmaktadır (Akkök 1977; Güney 1990). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının yapmış olduğu araştırmada iş kazaları nedenlerini iki ana başlıkta toplamaktadır.

1. *Emniyetsiz durumlar*: Kişisel koruyucuların ve makina koruyucularının yetersizliği, kaygan zemin, yetersiz havalandırma, yetersiz aydınlatma, gürültü gibi nedenler.
2. *Emniyetsiz hareketler*: Bozuk malzeme kullanımı, emniyetsiz yükleme, makina ve teçhizatları durdurmadan temizleme, el şakası yapmak, güvenlik için gerekli kişisel koruyucu kullanmama gibi nedenler. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği 2008 verilerine göre, iş kazasına en fazla sebep veren %37.7 oranla düşen cisimlerin çarpıp devrilmesi olarak gözlenmektedir (TMMOB 2012, http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/e2a852565a099c2_ek.pdf).



Şekil 1.1: İş Kazalarının Tiplerine Göre Dağılımı (2008)

Emniyetsiz hareketlerden işçi bizzat sorumlu iken güvensiz durumlardan işverenler sorumludur. Sektörel olarak değerlendirildiğinde en fazla kaza yaşanan sektör metalden eşya imalatı sektörü iken, ölümlü iş kazasının en sık görüldüğü sektör inşaat sektörüdür. Meslek hastalıklarında en sık kaza yaşanan, en sık sakatlık ve ölüme yol açan sektör ise kömür madenciliği sektörüdür. (İMO 2009, http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/0451e14f9cb7b2f_ek.pdf?dergi=60, Erişim Tarihi: 20.04.2017).

Tablo 1.1: İş Kollarına göre iş kazası ve meslek hastalıkları istatistikleri

Faaliyet grupları (iş kolları)	İş kazası Sayısı	Meslek Hastalığı	Sakat Kalan
Metalden eş. im. (makina hariç)	11.039	49	196
İnşaat	7.143	5	428
Kömür madenciliği	6.722	416	389
Nakil araçları imali	5.807	19	78
Metal endüstrisi	5.506	3	54
Makina im. ve tamirâtı	5.331	31	92
Dokuma sanayii	5.155	1	127
Nakliyat	4.478	1	130
Gıda maddeleri sanayi	2.452	0	67
Taş, kil ve kum ocakları	479	0	33
Diğer iş kolları	24.915	49	673
Toplam	79.027	574	2.267

Tablo 1.2: Sektörlere göre iş kazası, sürekli iş göremezlik ve ölüm istatistikleri

Sektör	İş Kazası Sayısı	Sürekli İş Göremezlik	Ölüm
İnşaat	7.143	428	397
Kömür Madenciliği	6.722	389	35
Metalden Eş. İm. (Mak. Hariç)	11.039	196	35
Nakliyat	4.478	130	165
Dokuma Sanayi	4.328	127	26
Top ve Perekende Tic.	2.610	84	70
Nakil Araçlar imali	5.740	78	25
Makine İm. ve Tamirâtı	5.331	92	25
Taş toprak, kil, kum vs imalatı	5.098	80	35
Gıda maddeleri san.	2.452	76	39
Metal mütea. Esas endüs.	5.506	54	19
Toplam	79.027	1.953	1.601

ÇSGB'nin 2016 verilerine göre;

- ✓ İş kazalarında en çok ölüm ve yaralanma inşaat, en çok uzuv kaybı ise metal işkolunda görüldü.
- ✓ İş kazalarının yaralanmayla sonuçlanma oranı % 60, ölümlle sonuçlanma oranı %19 ve uzuv kaybıyla sonuçlanma oranı ise % 21 oldu. (<http://www.kamudan.com/en-cok-is-kazasi-hangi-sektorde-oluyor-6988.html>, 4 Eylül 2017'de erişildi).

İş kazalarını oluş nedenlerine göre sıralıyacak olursak, en çok iş kazası:

- ✓ Makinelerin neden olduğu iş kazaları
- ✓ Kişilerin düşmesi sonucu oluşan iş kazaları
- ✓ Bir veya birden fazla cismin sıkıştırması, ezmesi, batması veya kesmesi sonucu oluşan iş kazaları
- ✓ Taşıt kazaları
- ✓ Düşen cisimlerin çarpıp devirmesi sonucu oluşan iş kazalarıdır.

İş kazaları oluş nedenlerine göre, en az iş kazaları:

- ✓ Herhangi bir şekilde vücudun zorlanmasından ileri geren incinmeler
- ✓ Zararlı maddelerle veya radyasyonla temas etmek veya maruz kalmak
- ✓ Kaza neticesi zehirlenmeler
- ✓ Kaynak yaparken meydana gelen kazalardır.

Sağlık Bakanlığı'nın organize ettiği Toplum Sağlığı Merkezleri'nde İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetleri Sunumu Modelleme Çalıştayı başladı. Toplantıda, en çok meslek hastalığının madencilik sektöründe görüldüğü kaydedildi (memurlar.net 2017, <http://www.memurlar.net/haber/459207/en-cok-meslek-hastaligi-gorulen-sektor.html>, 4 Eylül 2017'de erişildi).

İstatistikler inşaat, nakliyat, madencilik ve metal sanayi başta olmak üzere bazı sektörlerde ölümlü iş kazası oranlarının diğer sektörlerden yüksek olduğunu ve özel önlemler alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır (MMO 2017, http://www1.mmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=28270#.Wa8j_7LXb3g, 6 Ağustos 2017'de erişildi).

1.6.3. İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sonuçları

İş kazalarının neden olduğu zararları ortadan kaldırmak için yapılacak harcamaların, iş kazalarını önlemek üzere yapılacak giderlerden daha maliyetli olduğunun anlaşılmasıyla günümüzde İSG önlemlerinin önemini daha da artmıştır (Erkul 1986: 183.)

Ekonomik sonuçlar; iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu oluşan maliyetler, ülke ekonomisi açısından büyük kayıplara yol açtığı bilinmektedir. Marijana (2017: 66-73). mesleki kaza ve hastalıkların maliyeti dünya gayri safi hasılasının % 4'ünü bulduğu bildirilmiştir. (Ülkemizde ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2007 yılı Gayri Safi Yurtiçi Hasıla rakamlarına göre 35 milyar TL dir. (ÇSGB 2009, https://www.cs.gb.gov.tr/media/3901/faaliyetraporu_2009_2013.pdf). Ekonomik kayıpları sadece ölüm, sakatlık, makine, malzeme, ürün kaybı olarak değerlendirilmemelidir. İş günü kayıpları da ekonomik kayıp oluşturmaktadır. İş kazası maliyetinde buzdağı teorisi vardır. Görünmeyen kısım maliyetin 2/3 ünü oluştururken, görünen kısım maliyetin 1/3 nü oluşturur. (Diego 1986, http://staging.ilo.org/public/libdoc/ilo/1985/85B09_15_engl.pdf)

İş kazası veya meslek hastalıklarının, işletme ve ülke ekonomilerinde oluşturduğu kayıplar;

- İnsan gücünün kaybı veya iş günü kayıpları,
- Sosyal güvenlik kuruluşlarının sakat kalan ya da ölen işçinin yakınlarına yaptığı ödemelerin sosyal güvenlik sisteminde oluşturduğu yük,
- İşçinin gelecekte meydana getireceği üretim ve hasılanın kaybı,
- İşletmenin ve devletin yaptığı ödemelerinin ülke ekonomisine oluşturduğu yük,
- Maddi–manevi tazminat ve tazminat sonucu sorumlu olan kişi veya işverenin uğradığı kayıplar,
- İşçinin çalışmamasından dolayı Sosyal Güvenlik Kurumuna (SGK) ödeyeceği primlerin kaybı,
- İşçinin çalışmadığı günlerin tazmini ve yerine çalışacak işçiye ödenecek ücretlerin işletmeye getireceği yük,
- İşçinin yetiştirilmesi için yapılan eğitim harcamalarının kaybı,
- Mahkeme masrafları olarak özetlenebilir (Baycık 2017: 41).

II. BÖLÜM

2. BULANIK MANTIK

Günlük hayatta insanoğlunun karşılaştığı olayların, durumların birçoğu *net değildir, belirsizdir, bulanıktır* (Tuş Işık 2011: 54). Genellikle bir olayı anlatıp, bir durum karşısında karar verirken kesinlik ifade etmeyen terimler kullanırız. Kişinin yaş durumuna göre ona yaşlı, orta yaşlı, genç, çok yaşlı ve çok genç deriz. Radyonun sesi az ise onu biraz artırır, fazla ise biraz azaltırız. Bütün bunlar belirsizliklerle dolu bu dünyada nasıl karar verdiğimizizi, nasıl davrandığımızızı, problemleri nasıl çözdüğümüzü ve nasıl komutlar verdiğimizizi göstermektedir.

Geçmişte, belirsizliklerin işlenmesi ve anlamlı sonuçlara varılabilmesi için olasılık teorisi istatistik yöntemlerle beraber kullanılmıştır. Ancak, rastgele karakterde olmayan olaylarda olasılık teorisi ve istatistik gibi sayısal belirsizlikleri gerektiren metodolojiler kullanılamaz (Aslangiray 2011: 39). Örneğin az-çok, hızlı yavaş, sıcak-soğuk gibi... Fakat bu belirsizliklerin bulanık mantık kapsamında analiz edilmesi mümkündür.

Bulanık mantığı anlamak için, onun karşısında yer alan Aristo mantığını anlamak gerekir. Aristo mantığı “olmak ya da olmamak” temeline dayanmaktadır. Aristo mantığı; doğru-yanlış, evet-hayır, iyi-kötü, siyah-beyaz, 1-0 gibi kesin kararlardan ibarettir. Yani bir şey ya siyah ya da beyazdır, gri yoktur. Fakat gerçek hayatta siyah ve beyazın yanında binlerce gri tonun varlığı bilinmektedir (Doğanalp 2012: 138). Günümüz koşulları altında gerçek dünya sorunlarını modellemek için Aristo mantığı yetersiz kalmaktadır. Belirsizliği tanımlama ve modellemenin önemini ünlü fizikçi Einstein şu şekilde ifade etmiştir: “Matematiğin kavramları kesin oldukları

sürece gerçeği yansıtmaz, gerçeği yansıttıkları sürece de kesin değildir.” (Tuş Işık 2011: 50).

Bu noktada genel anlamda karar süreçlerinde belirsizliğin nasıl öngörüleceği ve nasıl karar süreçlerinin bir parçası haline getirilebileceği yolunda çalışmalar başlamış ve bu çalışmaların sonunda alternatif bilimsel yaklaşımlar ortaya atılmış; bu süreçteki son nokta ise Bulanık Mantık Teorisi olmuştur.

2.1. Bulanık Mantığın Tanımı

Bulanık mantık; ikili klasik mantık sistemine karşı geliştirilen ve günlük hayatta kullandığımız değişkenlere üyelik dereceleri atayarak, olayların hangi oranlarda gerçekleştiğini belirleyen çoklu mantık sistemidir (Eryılmaz 2015: 39).

Bulanık mantığın kurucusu Zadeh’e göre bulanık mantık, kelimelerle hesap yapmaktır (İşbilen Yücel 2005: 5). Yani insanların kesin olmayan bulanık ifadelerle düşünme ve karar verme yeteneğini taklit eden bir mantık sistemidir.

Bulanık mantık gerçek hayatın özelliklerini yansıtabilen, karar verici ile çözüm süreci boyunca etkileşerek onun da karar sürecine katılımını sağlayan bir yapıya sahiptir. (Bark 2015: 29,30)

Bulanık mantık, insan davranışlarına benzer mantıksal uygulamalarla, bilgisayarlara yardım eden bir bilgisayar mantık devrimidir (Hacımurtazaoğlu 2011, <http://docplayer.biz.tr/12654582-Bulanik-mantik-ile-manyetik-kilit-uygulamasi.html>, 28 Ağustos 2017’de erişildi).

Amerikalı bulanık mantık uzmanı Bart Koska’ya göre bulanık mantık, ‘insanlığın var olduğu günden bugüne düşünce dizgesidir ve bununla IQ’su yüksek makineler yapılabilir’ (Aslangiray 2011: 42).

İnsanlık tarihindeki mantık yöntemleri içerisinde insan düşüncesine en yakın ve kullanılabilir mantık yöntemidir. (İşbilen Yücel 2005: 5)

Bulanık mantığın genel özellikleri Zadeh tarafından şu şekilde ifade edilmiştir:

1. Bulanık mantıkta, kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanılır.
2. Bulanık mantıkta her şey 0 ile 1 aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
3. Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi dilsel ifadeler şeklindedir.
4. Bulanık çıkarım işlemi dilsel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
5. Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
6. Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur (Yılmaz 2015: 11).

2.2. Bulanık Mantığın Tarihçesi

Günlük hayattaki belirsizliği incelemek için, genellikle olasılık yöntemleri kullanılmaktadır. Fakat 1960'lı yıllarda, bu yöntemler tekrar gözden geçirilmiş ve güncel problemleri modellemede yetersiz kaldıkları görülmüştür. Daha sonraları, bu görüş doğrultusunda olasılık kuramının yerine kullanılabilecek yöntemler geliştirmek için yoğun çalışmalar yapılmıştır. İşte bulanık küme kuramı bu çalışmaların sonucunda ortaya çıkmıştır (Aslangiray 2011: 41).

Bulanık mantığını kurucusu Azeri asıllı California Berkeley Üniversitesi fizik profesörü olan Lotfi A.Zadeh'dir. Zadeh gemilerde yaklaşan uçakları tanımlamaya yönelik yaptığı çalışmalarla belirsiz verileri işlemenin ve dolayısıyla da bulanık mantığın temellerini atmıştır (Şenol 2013: 18). Bulanık mantık teorisi, ilk olarak bir quantum fizikçisi olan Max Black 1937 yılında değinmiş olsa da, ilk kez 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından 'Information and Control' dergisinde yayınlanan 'Bulanık Kümeler' adlı makalesi ile ortaya atılmıştır. (BARK 2015: 30) 'Bulanık Kümeler' adlı makale 1965 de yayınlanmasına rağmen, bulanık küme kavramı uygulanabilir olmayacağı düşüncesinden dolayı ancak 1970'li yılların ikinci yarısından sonra kabul

görmeye başlanmıştır. Kabul görmesinde özellikle Zadeh'in sonradan yayınladığı bulanık mantığın belirsizlik içeren sistemlere uygulanabilirliğini açıklayan makaleleri etkili olmuştur.

1980'li yılların ikinci yarısından sonra Japonlar ürünlerinde bulanık mantığı kullanmalarıyla hız kazanarak, günümüzdeki doruk noktasına gelmiştir. Artık hemen her alanda bulanık mantık uygulamalarına rastlamak mümkündür (Altaş 1999: 81). Yıkınacak çamaşır için gerekli olan deterjanı, su sıcaklığını ve yıkama şeklini ayarlayan çamaşır makinelerinden; mercekleri otomatik olarak ayarlayıp net görüntü oluşturan video kameralarına ve kontrastı, parlaklığı, rengi ve netliği otomatik olarak ayarlayan televizyonlara kadar birçok bulanık temelli teknolojiler piyasaya hâkim olmuş durumda. Günlük hayatta her alanda karşılaşılır olması, ona olan ticari ve akademik ilgiyi daha da arttırmaktadır (Tuş Işık 2011:52). Batı, bulanık mantığa ilk zamanlarda gereken önemi vermemiştir. Bunun sebebi, teorinin uygulaması olmadığı için sağlam temellere oturtulamayacağı düşüncesinden kaynaklanmaktadır. Bulanık mantık sayesinde Japonya 21. yüzyılın teknoloji şehirleri olarak kabul edilmektedirler (İşbilen Yücel 2005: 6).

Bulanık mantık çok başarılı uygulama alanları bulmakla kalmamış, mantığın ve olasılık yöntemlerinin yeni bir açıdan görülmesini sağlamıştır. Bulanık mantık sayesinde hem teorik alanda hem de uygulama alanında köklü değişiklikler meydana gelmiştir. Bazılarına göre bulanık mantık, asırlardır süren bir yanılgının veya mecburi bir kabullenişin sona erdirilmesidir (Eryılmaz 2015: 39).

Mantığın tarihi gelişimine bakacak olursak; mantık Aristoteles (M.Ö. 384-322) ile başlamıştır. Aristoteles klasik mantığın kurucusudur. Aristoteles mantığı; özdeşlik, çelişmezlik ve üçüncü halin imkânsızlığı olarak akıl ilkelerini temel almıştır. Yani bir şey ya doğrudur ya da yanlıştır, başka bir hal imkansızdır (Eryılmaz 2015: 11-14).

Günümüzde Aristo Mantığı'nın en fazla kullanıldığı alanlar içinde mühendislik konuları gelir. Matematik, klasik fizik ve kimya ilkeleri de Aristo mantığına göre gelişmiştir. Ancak doğadaki olayların incelenmesinde, durum tamamen bulanık dünya ve mantığa göre olması gerekirken, yapılan kabul, varsayım, idealleştirme ve

lineerleştirmeler ile olay, klasik mantığa göre algılayabileceği seviyeye indirgenmiştir (Kıyak ve Kahvecioğlu 2003: 64).

Aristo mantığındaki “doğru” ve “yanlış” kesin ayrımları mantıksal paradokslar ile geçerliliğini yitirirken, 1930’larda mantık bilimcisi Lukasiewicz, üç değerli mantıktan yola çıkarak çok değerli mantığı ele almıştır (Erdal 2008: 2).

Modern mantıkta, sadece $\{0, 1\}$ kümesinin elemanları olan 1 ve 0 değerleri vardır. Üç değerli mantıkta ise 0 ve 1 arasına $1/2$ değeri yerleştirilerek $\{0, 1/2, 1\}$ kümesi baz alınmıştır. Bu durum genişletilerek $[0,1]$ aralığında n değerine bölünerek çok değerli mantık elde edilmiştir. Fakat bu çok değerli mantıkta klasik mantıktan türetilmiş olduğu unutulmamalıdır (İşbilen Yücel 2005: 4).

Fuzzy (Bulanık) mantık 1960’lardan sonra ortaya çıkmış 90’lı yıllardaki başarılı uygulamalarından sonra tanınmış yeni sayılabilecek bir teoridir. Bulanık mantığın kurucusu, Lütfi Ali Askerzade 1921 yılında Bakü’de doğmuştur (Eryılmaz 2015: 38).

Bulanık mantığın Mamdani ve arkadaşları tarafından denetim sistemlerine ilk uygulanmasından sonra, denetim sistemleri bulanık mantığın en fazla uygulandığı alan olarak günümüze kadar gelmiştir (Altaş 1999: 81).

İlk olarak 1975 yılında, Londra’daki Mamdani ve Assilia tarafından bir buhar türbününün hızının ayarlanmasında kullanılmıştır. Bunu Holmblad ve Ostergaard’ın 1975 yılında yaptığı çimento fabrikası izlemiştir. Daha sonra 1980 yılında F.L.Smidth tarafından ilk kez Danimarka’daki ticari bir çimento fabrikasında bulanık mantık sistemi kullanılmıştır. Bu gelişmelerden sonra özellikle Japon firmaları bulanık mantık üzerinde çalışmış, Hitachi firması bu yöntemi 1987 yılında Sendai metrosunda kullanmıştır. Bu sayede metronun daha az enerji harcayarak daha iyi şekilde yol alması sağlanmıştır. 1988 yılında Tokyo’da yaşanan krizi haftalar öncesinden haber vermesi bulanık mantığa olan ilgiyi iyice artırmıştır. Bununla birlikte aralarında Toshiba, Hitachi, IBM gibi 51 dev firma tarafından LIFE (Laboratory for Interchange Fuzzy Engineering) adı altında

bir organizasyon kurulmuştur. LIFE bulanık mantık kullanan mühendislik çalışmalarının paylaşılması hususunda bir organizasyondur (Erdal 2008: 3).

2.3. Bulanık Kümeler

Küme kavramı küme ve mantık konularında ele alınmaktadır. Küme konusu işlenirken küme için en önemli şartın ‘iyi tanımlı olması gereklidir’ ifadesi kullanılır. Buradaki İyi tanımlı kavramı ise ‘evrensel kümedeki bir eleman kümenin ya elemanıdır ya da değildir, başka bir durum söz konusu değildir’ demektir. Çünkü İyi tanımlı olması demek bulanıklıktan arınmış net olarak ifade edilebilen demektir; asal sayılar kümesi, haftanın günleri gibi...

Bulanık kümelerde ise elemanlar iyi tanımlı olmak zorunda değildir. Evrensel kümenin elemanları, derecelerine göre kümenin kısmen elemanı olabilmektedir. Yani elemanların kümeye ait olup olmama durumu yerine, elemanların kümeye aitlik derecelerine bakarak kümeye tamamen ait olma yerine kısmen ait olma durumunu ele alır; yani üyeliği baz alır.

Şimdiye kadar alışlagelen klasik küme kuramında, evrensel kümedeki bir elemanın kümeye ait oluşları hakkında iki durum söz konusudur: birincisi eğer eleman kümeye ait ise üyelik derecesi 1’e eşit, eğer eleman kümeye ait değilse bu durumda 0’a eşit kabul edilmiştir. Bulanık küme kuramında ise 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerinden söz etmek mümkündür. Yani her eleman kümenin elemanıdır, fakat kümeye ait olma oranları $[0,1]$ aralığında değer alır (Toksöz 2013: 21).

Örneğin; sınıftaki çalışkan öğrenciler kümesini oluştururken; klasik mantığa göre öğrenciler ya çalışkandır ya da tembeldir, başka bir durum söz konusu değildir. Çalışkan öğrenciler kümesinde, belli bir puanı alan öğrenciler kümenin elemanıdır, alamayanlar ise çalışkan öğrenciler kümesinin elemanı değildir diye ayırım yapılır. Yani 80 ve üzeri puan alanlar çalışkan öğrenci iken 80’in altında alanlar çalışkanlar kümesinin elemanı değildir. Yani 100 alan öğrenci de çalışkandır, 80 alan öğrenci de

çalışkandır; 79 alan öğrenci de çalışkan değildir, 0 alan öğrenci de çalışkan değildir. Bulanık mantık kavramına göre ise sınıftaki her öğrenci çalışkanlar kümesinin elemanıdır, fakat herkes çalışkanlık derecesine göre elemanıdır. Sınıfta 100 alan öğrenci kümenin ‘tamamen elemanı’ iken, 50 alan öğrenci ‘kısmen elemanı’dır diye tanımlanacaktır.

Klasik kümeler siyah ve beyazın olduğu bir evreni kabul eder ve grileri ise ya siyah ya da beyaz olarak sınıflandırır, eğer sınıflandırılmıyorsa iyi tanımlı olmadığı için küme oluşturmamaya hakları hükmeder. Bulanık mantık ise griye siyahlık veya beyazlık derecesi atar. Böylece var olan şey aslına en yakın şekilde küme işlemleri içerisinde ifade edilmiş olur.

2.3.1. Bulanık Kümelerin Gösterimi

Klasik kümelerde, bir nesnenin kümenin elemanı olup olmadığını belirten fonksiyona üyelik fonksiyonu (karakteristik fonksiyonu) denir. Kümenin ait olduğu evrendeki herhangi bir eleman kümenin elemanı ise 1 değerini, kümenin elemanı değilse 0 değerini alır. Üyelik fonksiyonu μ_A ile gösterilir. E evrensel küme olmak üzere;

$$\mu_A: E \rightarrow \{0,1\} \text{ ile gösterilir.}$$

Görüldüğü gibi evrensel kümenin elemanları 1 ve 0’dan başka değer alamamaktadır, ya 1 değerini alır ya da 0 değerini alır.

Bulanık kümelerde ise; E evrensel kümesinin elemanlarının A kümesine ne kadar ait olduğunu belirten fonksiyona *üyelik fonksiyonu* denir.

$\mu_A: E \rightarrow [0,1]$ ile ifade edilir. Yani bir eleman kümenin üyesi olma derecesine göre 0 ile 1 arasında bir değer alır.

Bulanık A kümesinin bulanıklık değeri μ_A ile ifade edilir. Bulanık küme ise $\underline{A}$ ile ifade edilir:

$$\underline{A} = \{\mu_A(x)/x\} \text{ olarak gösterilir (Topel 2006: 154).}$$

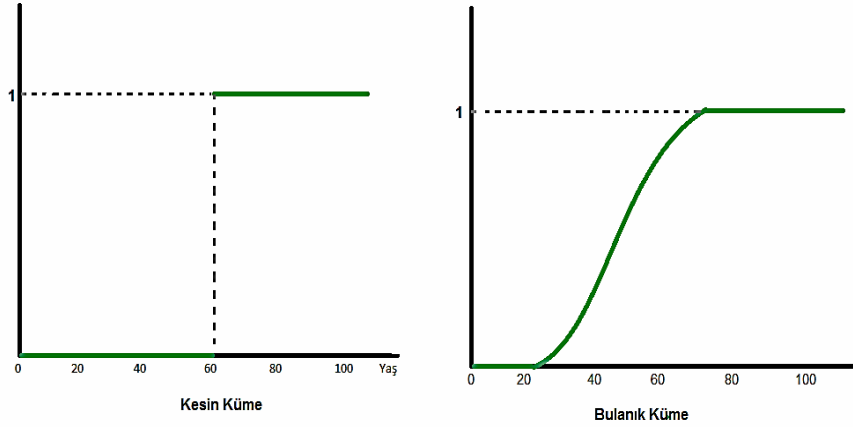
Klasik mantık ve bulanık mantık ayrımını bir örnek ile anlatalım: İnsanları yaş durumuna göre sınıflandıracak olursak; klasik kümeye göre 60 yaşı yaşlılık sınırı olarak kabul edelim. Bulanık kümeye göre ise 75 yaş ve üzerini kesinlikle yaşlı olarak kabul edelim.

Aşağıdaki tabloda kişiler ve yaş durumlarına göre klasik küme ve bulanık küme üyelik değerleri verilmiştir.

Tablo 2.1: Klasik ve bulanık kümelere göre kişinin yaşlarının yaşlılar kümesindeki üyelik değerleri

Kişiler	Yaş	Klasik Küme Üyelik Değeri	Bulanık Küme Üyelik Değeri
A	25	0	0
B	40	0	0,4
C	59	0	0,71
D	60	1	0,73
E	74	1	0,99
F	75	1	1

Yukarıdaki tabloyu inceleyecek olursak; klasik mantığa göre yaşı 60 ve üzerinde olanlar kesin yaşlı olarak kabul edilirken, 60'dan küçük olanlar kesinlikle yaşlı olmadıkları kabul edilmektedir. Yani 59 yaşındaki biri yaşlı sayılmazken 60 yaşındaki biri yaşlı sayılmaktadır. Bu da şu anlama gelmektedir. *Yaşlı* kesin kümesine göre 59 yaşındaki bir insan kesinlikle yaşlı değilken 60 yaşındaki bir insan kesinlikle yaşlıdır. Bulanık mantığa göre ise yaşı sadece 75 ve üzerinde olanlar değil, yaşı 25 ile 75 arasında olanlar da yaşlılar kümesine dahil edilmektedir, fakat derecelerine göre.... Bunu üyelik fonksiyonu ile gösterelim.



Şekil 2.1: Yaş uzayında yaşlı tanımının, klasik kümede ve bulanık kümede grafik ile gösterimi

Görüldüğü gibi kesin kümede üyelik değerleri 0-60 yaş arası 0; 60 yaş yukarısı 1 olarak görülmektedir. Bulanık kümede ise elemanların kümelerle ait olma dereceleri 0 ile 1 arasında değişen değerler almaktadır. Yani yaşı 25 ile 75 arasında olanlar belirli derecelerle bu kümenin elemanlarıdır. 59 yaşındaki birisi kesin kümede yaşlı değil olarak kabul edilirken bulanık kümede 0.71 üyelik değerinde yaşlı olarak kabul edilir. 60 yaşındaki birisi kesin kümeye göre yaşlı kabul edilirken bulanık kümeye göre 0.73 değerinde yaşlı olarak kabul edilmektedir (Altaş 1999: 84-86).

Tablo 2.2: Klasik mantık-bulanık mantık arasındaki temel farklar

(Çobanoğlu 2000, <https://cobanoglu.wikispaces.com/file/view/bulanikmantik.pdf>, 28

Ağustos 2017’de erişildi).

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
0 veya 1	0 ve 1 Arasında Süreklilik
Kesin	Kısmi
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde
İkili Birimler	Bulanık Birimler
A <u>veya</u> A Değil	A <u>ve</u> A Değil

2.2.1. Bulanık Küme İşlemleri

Bulanık mantıkta küme işlemleri kümenin elemanları ve bu elemanların üyelik dereceleri üzerinden yapılmaktadır. Klasik küme işlemlerinden farklı olarak üyelik derecelerinin belirlenmesi vardır.

Birbirinden farklı iki bulanık küme $\underline{A}=\{\mu_A(x)/x\}$ ve $\underline{B}=\{\mu_B(x)/x\}$ olsun. Burada $\mu_A(x)$ ve $\mu_B(x)$ kümelerin elemanlarının üyelik derecelerini göstermektedir. Alacakları değer $[0,1]$ aralığındadır. Bir elemanın üyelik derecesi sıfır ise bu eleman kümeye ait olmadığı, üyelik derecesi 1 olursa kümeye tamamen ait olduğu kabul edilir.

Kesişme Özelliği: Kümelerin elemanlarının üyelik derecesi en düşük olanlarının oluşturduğu kümedir. Matematiksel olarak ifade edecek olursak;

$\underline{A} \cap \underline{B} = \{ \forall x \in \underline{A} \text{ ve } x \in \underline{B}, \min(\mu_A(x), \mu_B(x))/x \}$ olarak ifade edilebilir. Burada minimum yerine EK (en küçük) ile de ifade edilebilir.

Örneğin; $\underline{A}=\{0.9/1+0.2/3+0.5/a+0.1/b\}$ ve $\underline{B}=\{0.2/1+0.7/2+0.6/4+0.5/b+0.8/c\}$ olsun.

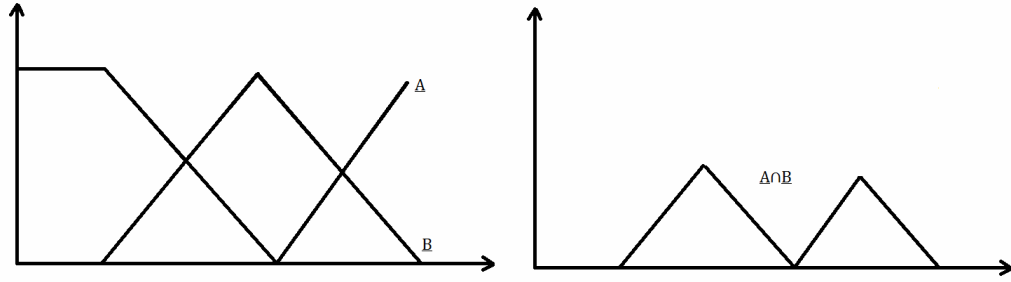
Burada $\underline{A} \cap \underline{B} = \{ \min(0.9,0.2) / 1 + \min(0.1,0.5) / b \} = \{0.2 / 1 + 0.1 / b \}$ olarak bulunur. Diğer elemanlar ortak olmadığı için alınmasına gerek yok. Çünkü minimum üyelik değeri sıfır olarak bulunur. Üyelik değeri sıfır olanlar eleman olarak alınmayabilir.

İkiden fazla kümelerin kesişimi ise;

$\cap \underline{A}_i = \{x / \forall i \in I, x \in \underline{A}_i \text{ için } \sum \min \mu_{A_i}(x_i) / x_i \}$ olarak ifade edilebilir.

Eğer bulanık küme sürekli ise;

$\cap \underline{A}_i = \{x / \forall i \in I, x \in \underline{A}_i \text{ için } \int \min \mu_{A_i}(x_i) / x_i \}$ olarak ifade edilir (Gürgeç 2013: 49).



Şekil 2.2: Bulanık kesişim kümesinin üyelik fonksiyon grafiği ile gösterimi

Birleşme Özelliği: Kümelerin elemanlarının üyelik derecesi yüksek olanlarının birleşiminden oluşur. Matematiksel olarak ifade edecek olursak;

$\underline{A} \cup \underline{B} = \{x / x \in \underline{A} \text{ veya } x \in \underline{B}, \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) / x\}$ olarak ifade edilebilir. Burada max yerine EB (en büyük) ile de ifade edilebilir.

Örneğin; $\underline{A} = \{0.9/1 + 0.2/3 + 0.5/a + 0.1/b\}$ ve $\underline{B} = \{0.2/1 + 0.7/2 + 0.6/4 + 0.5/b + 0.8/c\}$ olsun.

Burada bir kümede olup diğer kümede olmayan elemanların üyelik derecelerinin sıfır olduğu unutulmamalıdır. Yani $\underline{A}$ kümesinde olmayan 2, 4, c elemanlarının üyelik derecesi sıfırdır. $\underline{B}$ de olmayan 3 ve a değerlerinin üyelik değeri sıfırdır.

$\underline{A} \cup \underline{B} = \{\max(0.9, 0.2)/1 + \max(0, 0.7)/2 + \max(0.2, 0)/3 + \max(0, 0.6)/4 + \max(0.5, 0)/a + \max(0.1, 0.5)/b + \max(0, 0.8)/c\}$ olur. Buradan da;

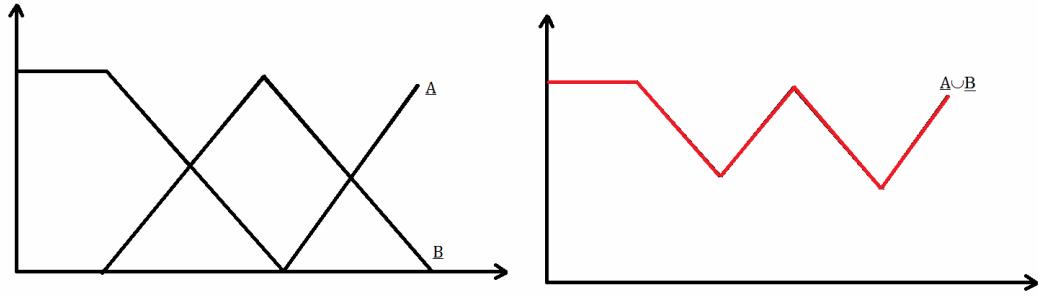
$\underline{A} \cup \underline{B} = \{0.9/1 + 0.7/2 + 0.2/3 + 0.6/4 + 0.5/a + 0.5/b + 0.8/c\}$ olarak bulunur.

İkiden fazla kümelerin birleşimi ise;

$\cup \underline{A}_i = \{x / \forall i \in I, x \in \underline{A}_i \text{ için } \Sigma \max(\mu_{A_i}(x_i) / x_i)\}$ olarak ifade edilebilir.

Eğer bulanık küme sürekli ise;

$\cup \underline{A}_i = \{x / \forall i \in I, x \in \underline{A}_i \text{ için } \int \max \mu_{A_i}(x_i) / x_i\}$ olarak ifade edilir.



Şekil 2.3: Bulanık bileşim kümesinin üyelik fonksiyon grafiği ile gösterimi

Kartezyen Çarpım: Bulanık iki kümenin elemanlarının çarpımından ibarettir. Yani sıralı ikili olarak yazılmasıdır. Burada çarpım yapılırken üyelik derecesi küçük olan yazılır. Yani;

$\underline{A} \times \underline{B} = \{(a_i, b_j) / \forall i, j \in I \min(\mu_A(a_i), \mu_B(b_j)) / (a_i, b_j)\}$ olarak tanımlanabilir (<https://cobanoglu.wikispaces.com/file/view/bulanikmantik.pdf>, 28 Ağustos 2017’de erişildi).

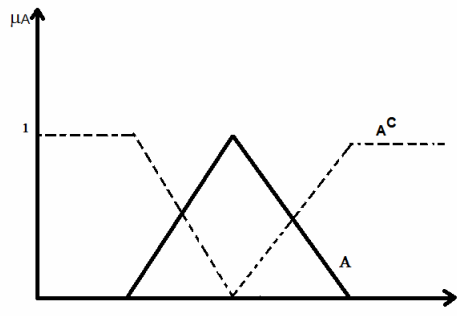
Örneğin; $\underline{A} = \{0.9/1 + 0.5/a\}$ ve $\underline{B} = \{0.2/1 + 0.7/2\}$ olsun.

$$\underline{A} \times \underline{B} = \{\min(0.9, 0.2)/(1, 1) + \min(0.9, 0.7)/(1, 2) + \min(0.5, 0.2)/(a, 1) + \min(0.5, 0.7)/(a, 2)\}$$

$$\underline{A} \times \underline{B} = \{0.2/(1, 1) + 0.7/(1, 2) + 0.2/(a, 1) + 0.5/(a, 2)\}$$

Tümleyen: E evrensel kümesinin bir alt kümesi A bulanık kümesi olsun. A bulanık kümesinin tümleyeni A’nın değili anlamına gelir ve aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$\mu_A^C(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (\text{ŞENOL 2013: 23})$$



Şekil 2.4: Bulanık kümenin tümleyeni

2.3.3. Üyelik Fonksiyonu

Dilsel Değişkenler

İnsan beynini taklit eden makineleri icat etme çabaları bilim insanlarını bulanık mantığa yöneltmiştir. İlk başlarda pekte kabul görmeyen, kullanılabilir olmadığını düşündükleri bulanık mantığın meyveleri ortaya çıkmaya başlayınca bilim için bir çığır açılmış olduğu gerçeği görülmüş ve bulanık mantık tabanlı sistemler her alana hakim olmaya başlamıştır.

Bulanık mantığın en önemli özelliği ise yapılacak programlamalarda sözel ifadelerin kullanılmasına olanak sağlamasıdır. İnsanın öznel yargılarını içeren belirsiz kavramların ölçümü ve değerlendirilmesi çok zordur. Bu öznel yargıları açıklamanın en kolay yolu dilsel değişkenler kullanmaktır. Bu dilsel değişken kavramı çok karmaşık veya sayısal olarak tam anlamıyla ifade edilemeyen durumların üstesinden gelmekte çok başarılı ve kullanışlıdır.

Günlük hayatta kullanılan ‘azıcık soğuk’, ‘hemen hemen doğru’, ‘çok hızlı’ cümlelerine bakılacak olursa, bu cümlelerin matematiksel açıdan bir durum ifade etmemelerine karşın, bir problemi çözme bakımından günlük hayatta sıkça kullanıldığı görülür (Kıyak ve Kahvecioğlu 2003: 63).

Günlük hayatta rakamlar yerine kelimeler ile ifade ettiğimiz olaylar rakamlardan daha fazla şeyleri ifade ederler. Örneğin hava çok sıcak dediğimizde kaç derece olduğunu aralık olarak tahmin edebiliriz, fakat yaşanan coğrafyanın iklim özelliklerine göre sıcaklık algılaması farklı olmaktadır. Yani, ekvatorda yaşayan bir kişinin “sıcak” anlayışı ile kutuplarda yaşayan kişinin “sıcak” anlayışı arasında farklılık olması doğaldır (Doğanalp 2012: 141).

Bulanık mantık, sözel değişkenleri kullanarak bilginin modellenmesini sağlar. Bulanık küme sözelden sayısala geçişte köprü vazifesi görür.

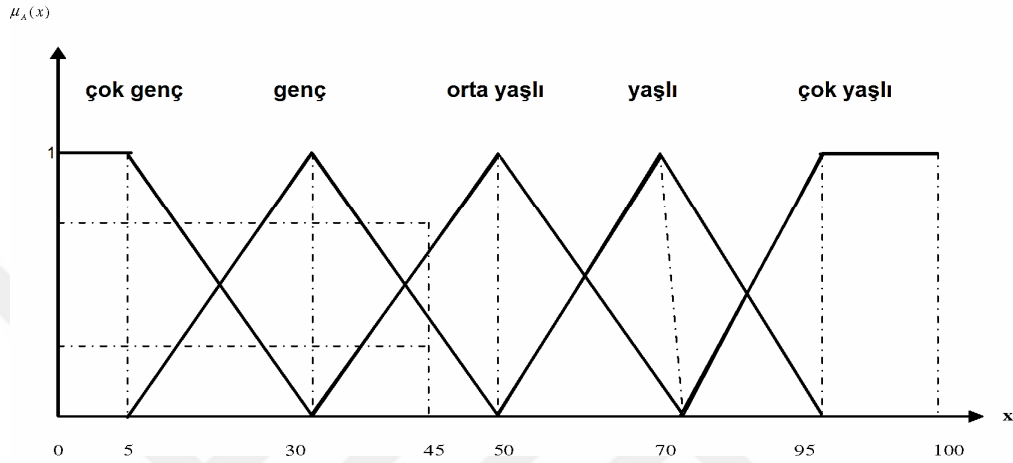
Örneğin; yaşı dilsel olarak ifade edelim.

Yaş x olarak ifade edilir.

$T(\text{yaş}) = \{\text{çok genç, genç, orta yaşlı, yaşlı, çok yaşlı}\}$

$U=[0,100]$ yaş aralığını göstermektedir (Pehlivan 2001: 20-21).

Şimdi bunun üyelik fonksiyonunu gösterelim.



Şekil 2.5: Bulanık kümelerin sözel değişkenlere göre üyelik fonksiyon grafiği

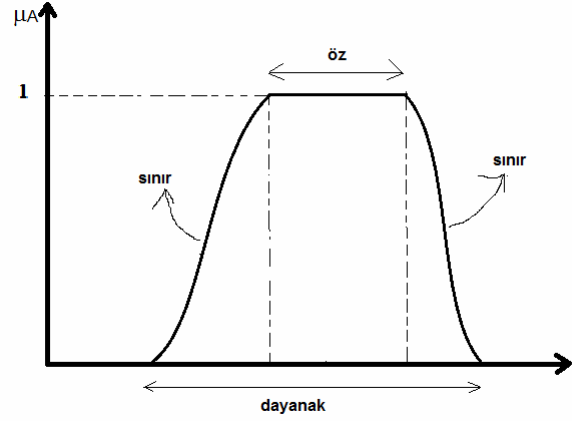
Bulanık küme üyelik fonksiyonları şu şartları sağlaması gerekmektedir.

1. Bütün üyelik fonksiyonları süreklidir.
2. Üyelik fonksiyonları $[0,1]$ aralığında tanımlanmalıdır ($\mu[a,b] \rightarrow [0,1]$).
3. Üyelik fonksiyonları, içbükey veya dışbükey olabilecekleri gibi, belli bir noktaya kadar içbükey, sonrasında dışbükey olabilir (Toksöz 2013: 22).

Üyelik Fonksiyonunun Kısımları

- **Öz:** Üyelik değeri 1 olan elemanlardan oluşan kümedir. $\text{Öz}(\underline{A}) = \{x \in E / \mu_A(x) = 1\}$
- **Dayanak:** Üyelik değeri sıfırdan farklı olan elemanların oluşturduğu kümedir. $\text{Dayanak}(\underline{A}) = \{x \in E / \mu_A(x) > 0\}$
- **Sınır:** Üyelik değeri 0 ve 1'den farklı olan elemanların oluşturduğu kümedir. $\text{Sınır}(\underline{A}) = \{x \in E / 0 < \mu_A(x) < 1\}$ (Doğanalp 2012: 153)
- **Yükseklik:** En büyük üyelik değeridir. Normal kümenin yüksekliği 1 olur.

Bulanık kümenin büyüklüğü: Bir bulanık kümede kümeye ait üyelik derecelerinin toplamı o bulanık kümenin büyüklüğünü verir. $|A| = \sum \mu_A(x)$ olarak ifade edilir. Eğer küme sürekli ise $|A| = \int \mu_A(x)$ ile bulunur.

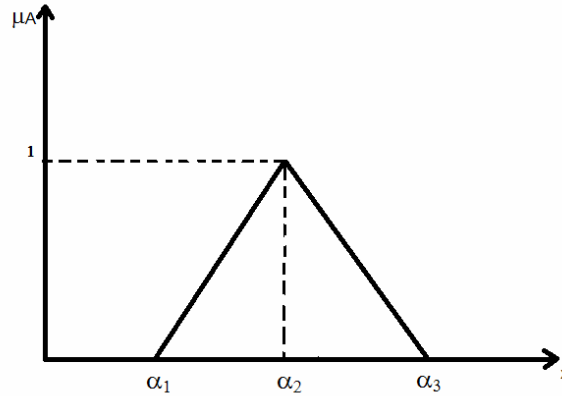


Şekil 2.6: Üyelik fonksiyonunu kısımları

2.2.1.3. Üyelik Fonksiyonu Çeşitleri:

Birçok üyelik fonksiyonu tipi vardır. Matlab programı fuzzy logic arayüzünde geçen üyelik fonksiyonları şöyle adlandırılmaktadır: trimf, trapmf, gbellmf, gaussmf, gauss2mf, sigmf, dsigmf, psigmf, pimf, smf, zmf'dir. En çok kullanılanlar üyelik fonksiyonu; üçgen, yamuk, çan eğrisi, gaussian ve sigmoidaldır (https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy.pdf, 28 Ağustos 2017'de erişildi)

2.2.1.3.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu (trimf)



Şekil 2.7: Üçgen üyelik fonksiyonu grafiği

$\mu_A(x)$ bulanık küme üyelik fonksiyonu;

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad \text{olarak gösterilir (Aslangiray 2011: 51).}$$

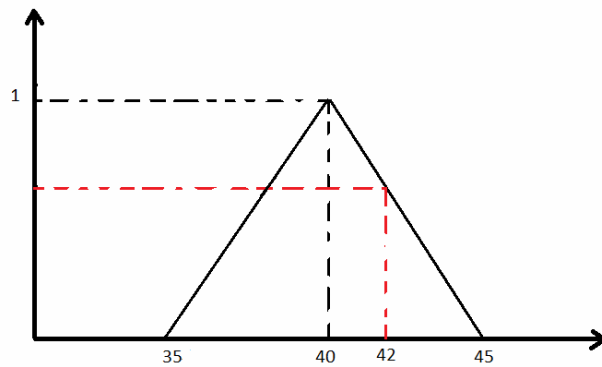
Örneğin; bir üçgen üyelik fonksiyonunda 35 ve 45 değerlerinin üyelik değeri 0 , 40 değerinin üyelik değeri 1 olduğunda 42 değerinin üyelik değeri kaç olur?

$$0, X < 35$$

$$\frac{X - 35}{40 - 35}, 35 \leq X \leq 40$$

$$\frac{45 - X}{45 - 40}, 40 \leq X \leq 45$$

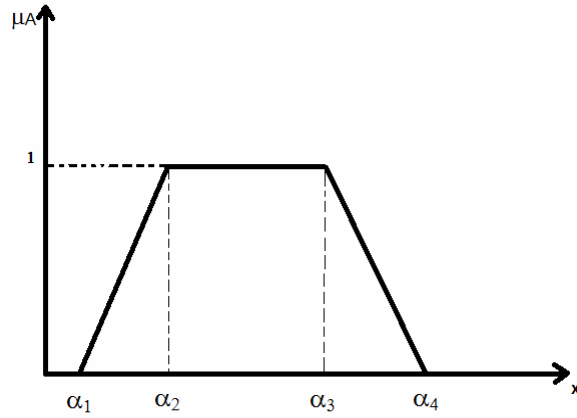
$$0, X > 45$$



Şekil 2.8: Üçgen üyelik fonksiyonu örneği

$$X=42 \text{ değeri için } \mu_A(42) = \frac{45 - 42}{45 - 40} = 0.6 \text{ değeri bulunur.}$$

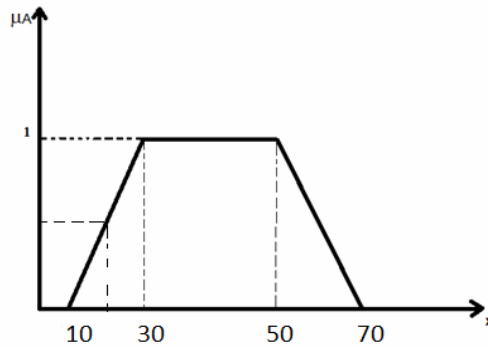
Yamuk Üyelik Fonksiyonu (trapmf) :



Şekil 2.9: Yamuk üyelik fonksiyonu grafiği

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x > a_4 \end{cases} \quad (\text{Doğanalp 2012: 152})$$

ÖRNEK: Bir karışım için kullanılan maddelerden birisinin değerlerini yamuk üyelik fonksiyonuna göre belirlemek için yapılan çalışmada 30 ve 50 ml arası değerlerde istenilen kıvam tutmakta fakat 10 ml ve daha az değerlerde veya 70 ml ve daha fazla değerlerde asla karışım oluşmamaktadır. 20ml için karışımı elde etme üyelik değeri nedir?

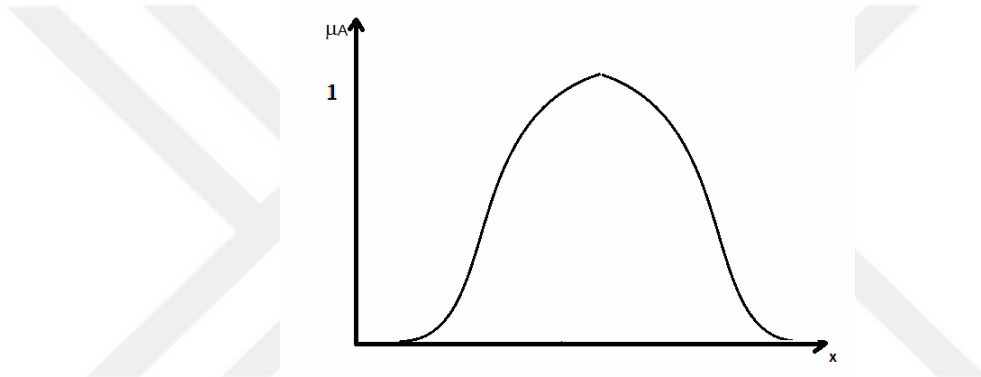


Şekil 2.10: Yamuk üyelik fonksiyonu örneği

$$\begin{aligned}
 &0, & x < 10 \\
 &\frac{x-10}{30-10}, & 10 \leq x \leq 30 \\
 &1, & 30 \leq x \leq 50 \\
 &\frac{70-x}{70-90}, & 50 \leq x \leq 70 \\
 &0, & x > 70
 \end{aligned}$$

$$\mu_A(20) = \frac{20-10}{30-10} = 0.5$$

Gaussian Üyelik Fonksiyonu (gaussmf)

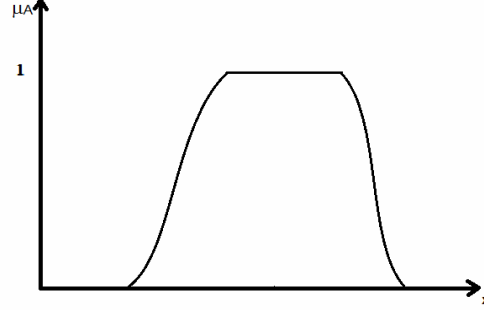


Şekil 2.11: Gaussian üyelik fonksiyonu grafiği

Bu tip üyelik fonksiyonları m ve σ parametreleri kullanılır. Burada m fonksiyon merkezini σ ise fonksiyonun genişliğini ifade eder.

$$\mu_A = \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{x - a_3}{a_1} \right)^{2a_2}} \right) \text{ olarak bulunur (Şenol 2013: 29).}$$

Çan Şekilli Üyelik Fonksiyonu (gauss2mf):



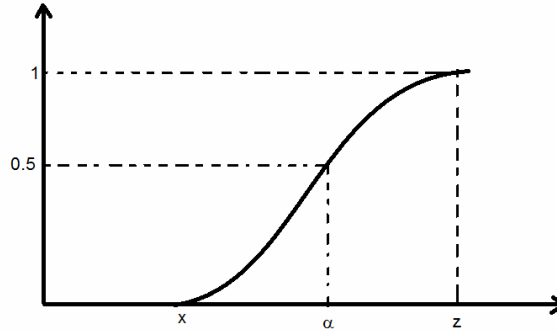
Şekil 2.12: Çan şekilli üyelik fonksiyonu grafiği

Bu tip üyelik fonksiyonlarında kullanılan parametreler x , α_1 , α_2 ve α_3 'tür.

$$\mu A = \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{x - \alpha_3}{\alpha_1} \right)^{2\alpha_2}} \right)$$

olarak bulunur.

Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu (sigmf):



Şekil 2.13: Sigmoidal üyelik fonksiyonu grafiği

Burada α ve β gibi parametreler kullanılır; β geçiş noktası fonksiyonun dönüm noktası ve α eğrinin eğimini ifade eder, z ise normal üyeliktir.

$$\mu A = \frac{1}{1 + e^{-\beta(x - \alpha)}} \text{ ile ifade edilir (Yalçın 2014: 31).}$$

Üyelik fonksiyonu seçiminde farklı etmenler söz konusudur. Genellikle uzman kişiler probleme uygun üyelik fonksiyonunu basit olarak çizerek belirlerler, buna sezgisel yolla üyelik atama denir.

Üyelik değerlerinin hesaplanmasında karınca kolonisi algoritması, klonal seçim algoritması, tabu arama algoritması, genetik algoritmalar, yapay sinir ağları kullanılmaktadır (Akkaptan 2012: 26).

2.4. Bulanık Mantıklı Sistemler

Bulanık mantığın en çok kullanıldığı alanların başında bulanık kural tabanlı sistemler gelir. İlk olarak 1974 yılında Mamdani tarafından kullanılmıştır. Daha sonra Takagi ve Sugeno 1985 yılında yeni bulanık mantık denetleme modeli ile literatürde yer almışlardır (Kahveci 2013: 49).

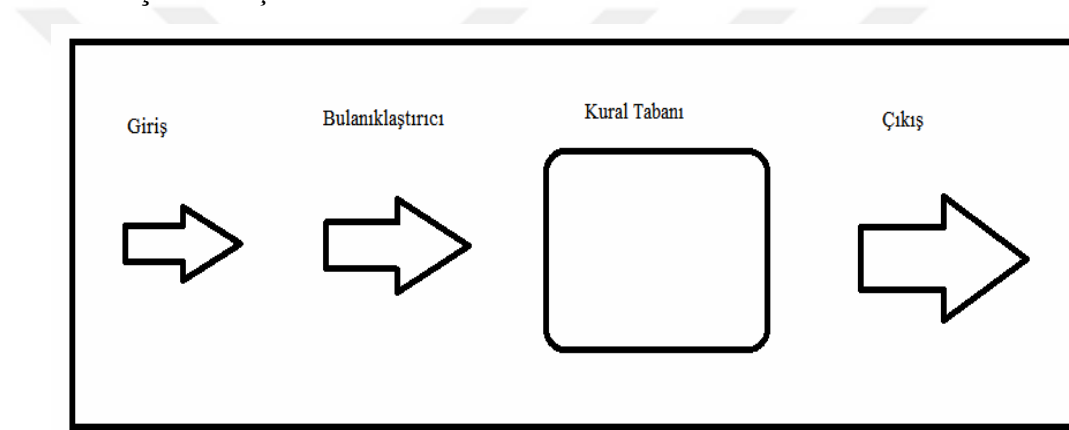
Sistemlerde girdi ve çıktılardan oluşan iki değişken vardır. Girilen girdilere uygun çıktılar elde etmek için çeşitli modeller kullanılır. Artık klasik çıkarımlı tabanlar yerine bulanık modeller yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Türkyılmaz 2012: 33). Matematiksel modellemesi yapılamayan ya da bilinen yöntemlerle denetlendiğinde verimli sonuç alınamayan sistemlerde daha çok tercih edilmektedir. Çünkü bulanık mantıkta matematiksel modellemeye gerek yoktur. Zadeh'e göre bir sistemin karmaşıklığı arttıkça sistemin davranışını matematiksel modellemelere dayalı olan klasik yöntemlerle belirlemek zorlaşmaktadır. Gelişen teknolojilere uygun matematiksel modeller bulmak artık gün geçtikçe daha da zorlaşmaktadır (İşbilen Yücel 2005:).

Aslında bulanık mantıklı denetleyiciler insanın karar verme mekanizmasını taklit eder. Bu fikirle oluşturulan yazılımlar ile insana ihtiyaç duymadan çalışabilen makineler, yapay sinir ağları ile oluşturulmuş robotlar üretilmektedir (Kıyak ve Kahvecioğlu 2003: 63-64). Hatta bilim adamları katil robotlar uyarısında bulunmuşlardır. 26 ülkeden 116 bilim insanının Birleşmiş Milletler'e yazmış olduğu mektupta, birilerinin kontrolüne ihtiyaç duymadan hareket edebilen bulanık tabanlı

yapay zekaya sahip robotların bir şehri yerle bir edebileceği uyarısında bulunmuşlardır. (<http://www.milliyet.com.tr/uzmanlardan-katil-robot-uyarisi--teknoloji-haber-2505810/>, 29 Ağustos 2017’de erişildi).

2.4.1. Bulanık Mantıklı Sistemlerin Birimleri

1. Giriş
2. Bulanıklaştırıcı
3. Kural tabanı
4. Çıkarım işlemleri



Şekil 2.14: Bulanık mantıklı sistemlerin temel yapısı

1. Giriş

Girdi ve çıktı değişkenlerini ve bunlarla ilgili tüm bilgileri, veri tabanını içerir. Buradaki veriler sayısal ya da sözel olabilir. Örneğin bir klima bulanık sistemi için girdi değişkenleri ısı hata, ısı hata değişimi; çıktı değişkeni gerilim (volt) olabilir.

Ömer Şahin yapmış olduğu çalışmasında Türkiye’nin su ihtiyacının bulanık mantık ile tespitini ele almıştır. Bu çalışma ile ilgili veriler ise şunlardır: 1994-2010 yılları arasındaki belediye su göstergesi çizelgesi, toplam nüfus, toplam belediye sayısı, anket uygulanan belediye sayısı ve nüfusu, Baraj sayısı, kuyu sayısı, kaynak sayısı, akarsu sayısı, göl sayısı... (Şahin 2015: 24-35)

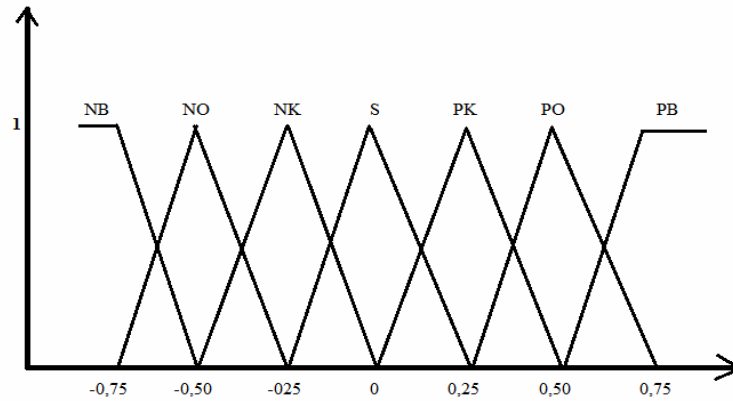
2. Bulanıklaştırıcı

Giriş bilgilerinin, dilsel niteleyicilerle ifade edilerek bulanık mantık bilgileri şekline çevirme işlemine bulanıklaştırma denir (<http://docplayer.biz.tr/12654582-Bulanik-mantik-ile-manyetik-kilit-uygulamasi.html>, 28 Ağustos 2017’de erişildi). Yani veri tabanından alınan değerlerin üyelik fonksiyonları aracılığı ile bulanıklaştırarak sözel ifadelere çevrilmesi işlemidir. Pozitif, pozitif orta, pozitif büyük gibi dilsel ifadelerle uygun bulanık kümelerle çevrilerek kural tabanındaki dilsel kurallarla yorumlanabilir hale gelmektedir (Topal 2013: 6).

Giriş ve çıkış değerleri için bulanık küme tanımlamaları yapılarak üyelik işlemleri yapılır. Uygun dilsel ifadeler ve değer aralığı uzman kişiler tarafından belirlenir.

Örneğin; Klimanın giriş verileri olan ısı hata ve ısı hata değişimi için üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

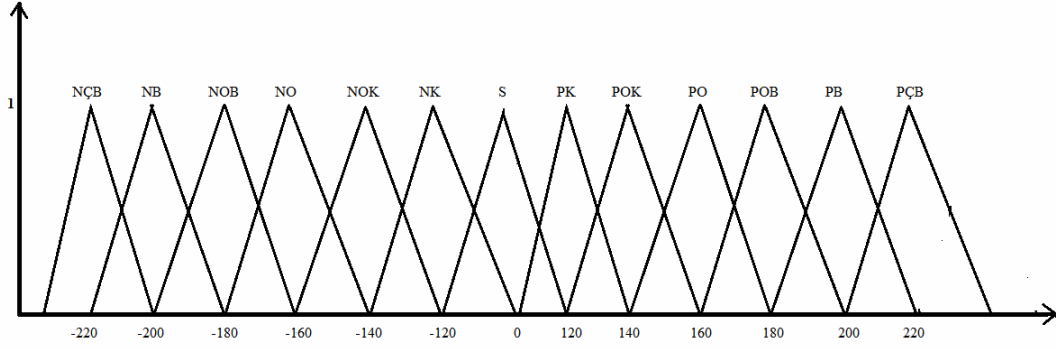
$$-0,75 < \text{ısı hata} < 0,75 \quad -0,75 < \text{ısı hata değişim} < 0,75$$



Şekil 2.15: Giriş Değerlerinin Üyelik Fonksiyonu İle Gösterimi

Çıkış değişkeni V için üyelik fonksiyonunu aşağıdaki gibidir:

$$-220 < V < 220$$



Şekil 2.16: Çıkış değerlerinin üyelik fonksiyonu ile gösterimi
(<https://cobanoglu.wikispaces.com/file/view/bulanikmantik.pdf>, 28 Ağustos 2017’de erişildi).

3. Kural Tabanı

Bu kısımda, bulanıklaştırılmış giriş değişkenleri ile çıkış değişkenleri arasındaki ilişkinin sağlandığı bulanık kurallar bulunmaktadır. Kurallar uzman kişiler tarafından belirlenir (Gürgeç 2013: 51). İnsanların belleklerinde sahip oldukları bilgi ve tecrübelerin yorumlanması ve değerlendirilmesi sonucunda oluşan birçok sözel kural tabanı mevcuttur (Doğanalp 2012: 137).

Uzman kişi değişkenlere uygun dilsel ifadeleri belirleyerek üyelik fonksiyonlarını ve uygun kuralları belirler. Kural sayısı, dilsel ifadeler, üyelik fonksiyonun yapısı uzman kişinin seçimine bağlı olduğu için sistemin performansı büyük ölçüde uzman kişinin doğru seçim yapıp yapmamasına, yani uzman kişinin tecrübesine bağlıdır (Çelik 2012: 24).

Bulanık kural tabanı oluşturulurken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Kurallar, tam olmalıdır, olası bütün durumlar düşünülmeli, eksik bırakılmamalıdır.
- Kurallar, tutarlı olmalıdır, birbiri ile çelişen kurallar olmamalıdır.
- Kurallar, fazla veya eksik olmamalıdır (Aytaç 2011: 90).

Genel olarak kural tabanı iki kısımdan oluşmaktadır:

- “eğer-ise” kısmına öncül
- “ise” den sonraki kısmına sonuç kısmı denir.

Bulanık mantık kurallarının genel yapısı;

Eğer Ve İse Olur

Veya

Eğer veya ise Olur.

Genel olarak ‘ve’ kısmında minimum değeri, ‘veya’ kısmında maksimum değeri alınır (Hamza Yalçın 2014: 37).

Yukarıdaki örneğimizin kural tabanını yazalım.

Giriş değişkenleri ısı hata (e) ve ısı hata değişim (ce) , çıkış değişkeni V olmak üzere kural tabanı 49 kuraldan oluşmaktadır.

Üyelik fonksiyonları giriş değişkenleri için; negatif büyük(NB), negatif orta(NO), negatif küçük (NK), sıfır (S), pozitif küçük (PK), pozitif orta (PO), pozitif büyük (PB) ve çıkış değişkenleri için; negatif çok büyük (NÇB), negatif büyük (NB), negatif orta büyük NOB, negatif orta (NO), negatif orta küçük (NOK), negatif küçük (NK), sıfır (S), pozitif küçük (PK), pozitif orta küçük (POK), pozitif orta (PO), pozitif orta büyük (POB), pozitif büyük (PB), pozitif çok büyük (PÇB) dilsel ifadeler kullanılmıştı, Şimdi bunları kural tabanında kullanacağız.

Tablo 2.3: Kural tabanı

Kural No	Kurallar	Kural No	Kurallar
1	EĞER e=NB ve ce=NB ise V=S olur	26	EĞER e=PK ve ce=S ise V=PK olur
2	EĞER e=NO ve ce=NB ise V=PK olur	27	EĞER e=PO ve ce=S ise V=POK olur
3	EĞER e=NK ve ce=NB ise V=POK olur	28	EĞER e=PB ve ce=S ise V=PO olur
4	EĞER e=S ve ce=NB ise V=PO olur	29	EĞER e=NB ve ce=PK ise V=NOB olur
5	EĞER e=PK ve ce=NB ise V=POB olur	30	EĞER e=NO ve ce=PK ise V=NO olur
6	EĞER e=PO ve ce=NB ise V=PB olur	31	EĞER e=NK ve ce=PK ise V=NOK olur
7	EĞER e=PB ve ce=NB ise V=PÇB olur	32	EĞER e=S ve ce=PK ile V=NK olur
8	EĞER e=NB ve ce=NO ise V=NK olur	33	EĞER e=PK ve ce=PK ise V=S olur
9	EĞER e=NO ve ce=NO ise V=S olur	34	EĞER e=PO ve ce=PK ise V=PK olur
10	EĞER e=NK ve ce=NO ise V=PK olur	35	EĞER e=PB ve ce=PK ise V=POK olur
11	EĞER e=S ve ce=NO ise V=POK olur	36	EĞER e=NB ve ce=PO ise V=NB olur
12	EĞER e=PK ve ce=NO ise V=PO olur	37	EĞER e=NO ve ce=PO ise V=NOB olur
13	EĞER e=PO ve ce=NO ise V=POB olur	38	EĞER e=NK ve ce=PO ise V=NO olur
14	EĞER e=PB ve ce=NO ise V=PB olur	39	EĞER e=S ve ce=PO ise V=NOK olur
15	EĞER e=NB ve ce=NK ise V=NOK olur	40	EĞER e=PK ve ce=PO ise V=NK olur
16	EĞER e=NO ve ce=NK ise V=NK olur	41	EĞER e=PO ve ce=PO ise V=S olur
17	EĞER e=NK ve ce=NK ise V=S olur	42	EĞER e=PB ve ce=PO ise V=PK olur
18	EĞER e=S ve ce=NK ise V=PK olur	43	EĞER e=NB ve ce=PB ise V=NÇB olur
19	EĞER e=PK ve ce=NK ise V=POK olur	44	EĞER e=NO ve ce=PB ise V=NB olur
20	EĞER e=PO ve ce=NK ise V=PO olur	45	EĞER e=NK ve ce=PB ise V=NOB olur
21	EĞER e=PB ve ce=NK ise V=POB olur	46	EĞER e=S ve ce=PB ise V=NO olur
22	EĞER e=NB ve ce=S ise V=NO olur	47	EĞER e=PK ve ce=PB ise V=NOK olur
23	EĞER e=NO ve ce=S ise V=NOK olur	48	EĞER e=PO ve ce=PB ise V=NK olur
24	EĞER e=NK ve ce=S ise V=NK olur	49	EĞER e=PB ve ce=PB ise V=S olur
25	EĞER e=S ve ce=S ise V=S olur		

Kural tabanı aşağıdaki gibi de gösterilebilir.

Tablo 2.4: Kural tabanı gösterimi

İsı hata(e)	NB	NO	NK	S	PK	PO	PB
İsı hata değişimi(ce)							
NB	S	PK	POK	PO	POB	PB	PÇB
NO	NK	S	PK	POK	PO	POB	PB
NK	NOK	NK	S	PK	POK	PO	POB
S	NO	NOK	NK	S	PK	POK	PO
PK	NOB	NO	NOK	NK	S	PK	POK
PO	NB	NOB	NO	NOK	NK	S	PK
PB	NÇB	NB	NOB	NO	NOK	NK	S

Bulanık kural tabanının oluşturulmasında uzman bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat bazen uzman bilgisi bulanık mantık tasarımlarında en uygun parametrelerin ayarlanmasında yetersiz kalmakta ve bu tür tasarımlar deneme-yanılma yoluyla oluşturulduğundan dolayı tasarım işlemi uzun zaman almaktadır. Son zamanlarda, kural tabanı oluşturulurken uzman kişilere gerek duyulmadan genetik algoritmalar ile otomatik olarak üretilebilmektedir (Çelik 2012: 20). Öğrenen

algoritmalar kullanılarak ta oluşturulabilir, operatörün süreç içerisinde yaptığı işlemlere bağlı olarak ta oluşturulan kural tabanları mevcuttur (<http://docplayer.biz.tr/12654582-Bulanik-mantik-ile-manyetik-kilit-uygulamasi.html>, 28 Ağustos 2017’de erişildi).

4. Çıkarım işlemleri

Çıkarım işlemleri iki basamaktan oluşmaktadır: biri bulanık çıkarım, diğeri durulaştırma işlemleri.

- 1) Bulanık Çıkarım: Bulanık kurallara bulanık mantık uygulanarak elde edilen ifadeler bulanık çıkarım denir.

Bulanık sonuç çıkarma hesaplarının, iki bileşeni vardır:

- Kuralların ‘eğer ... ve ... ve ... ise’ bölümlerinin hesaplanması
- Kuralların ‘ ise ... olsun’ bölümlerinin hesaplanması

Bulanık kurallar üyelik fonksiyon grafikleri şeklinde yazılarak grafik üzerinden bulanık çıkarım yapılır. Bu fonksiyonlardan iki farklı yöntem ile çıkış fonksiyonu grafiği elde edilir.

- Kesme metodu (Truncation)
- Ölçekleme metodu (Scaling)

En çok kullanılan yöntemi ise kesme metodudur (Aslangiray 2011: 53).

En çok kullanılan 4 bulanık işlemci mevcuttur:

- ‘min’ işlemcisi: birleştirilecek değerleri ‘ve’ bağlacı ile bağlar. Matematiksel olarak;

$$\mu C(x) = \mu A \cap B(x) = \min [\mu A(x) , \mu B(x)]$$

ile ifade edilir.

- ‘prod’ işlemcisi: ‘min’ işlemcisine benzer. ‘min’ işlemcisinden farkı sonuç kümesinin üyelik derecesi, birleştirilen işlemcilerin üyelik derecelerinin en küçüğünden de küçüktür. Matematiksel ifadesi;

$$\mu C(x) = \text{prod} [\mu A(x) , \mu B(x)] = \mu A(x) \times \mu B(x)$$

ile ifade edilir.

- 'max' işlemcisi: birleştirilecek değerleri 'veya' bağlacı ile bağlar. Matematiksel olarak;

$$\mu C(x) = \mu A \cup B(x) = \max [\mu A(x) , \mu B(x)]$$

ile ifade edilir.

- 'probor' işlemcisi: 'max' işlemcisine benzer. 'max' işlemcisinden farkı sonuç kümesinin üyelik derecesi, birleştirilen işlemcilerin üyelik derecelerinin en büyüklerinden de büyüktür. Matematiksel ifadesi;

$$\mu C(x) = \text{probor} [\mu A(x) , \mu B(x)] = \mu A(x) + \mu B(x) - \mu A(x) \times \mu B(x)$$

ile ifade edilir (Toksöz 2013: 26).

- 2) Durulaştırma: Bulanık çıkarım sonucu bulanık küme elde edilir. Bunun tekrar sayısal değerlere dönüştürülmesi işlemine de *durulaştırma* denmektedir. Durulaştırma işleminde 7 farklı yöntem vardır.

1. Maksimum üyelik (yükseklik) yöntemi:

Bulanık çıkarım sonucu elde edilen bulanık kümenin en büyük üyelik derecesine sahip olan kuralın üyelik derecesine karşılık gelen sayısal değer çıktı olarak kabul edilir (Çelik 2012: 35).

2. Ağırlık merkezi yöntemi:

Bunun diğer bir adıda sentroit yöntemidir. Durulaştırma işlemlerinde sıkça tercih edilen yöntemlerdendir. Matematiksel ifadesi ise;

$$\bar{u} = \frac{\sum (u_i \cdot u_i)}{\sum (u_i)}$$

veya

$$\bar{u} = \frac{\int (u \cdot u) du}{\int (u) du} \text{ olur. (Erkaymaz ve Çayiroğlu 2010: 175)}$$

3. Ağırlık ortalaması yöntemi:

Bu yöntemin kullanılabilmesi için simetrik üyelik fonksiyonunun bulunması gerekir. Matematiksel ifadesi;

$$\bar{u} = \frac{\sum \mu(\bar{u}_i) \cdot \bar{u}_i}{\sum \mu(\bar{u}_i)}$$

Yukarıda $\bar{u}_i$, kümelerin bireysel olarak ağırlık merkezlerini ifade eder (Güvenç 2007: 343)

4. Mean- Max üyelik yöntemi:

Bu yöntem aynı zamanda en büyüklerin ortalaması diye de bilinir.

5. Toplamların Merkezi:

Bu yöntemde iki bulanık kümenin birleşimi yerine onların cebirsel toplamları kullanılır.

6. En Büyük Alanın Merkezi:

Çıkış bulanık kümesinde, dış bükey bulanık kümeler içerisinde en büyük alana sahip olana ağırlık merkezi yöntemi uygulanarak elde edilir.

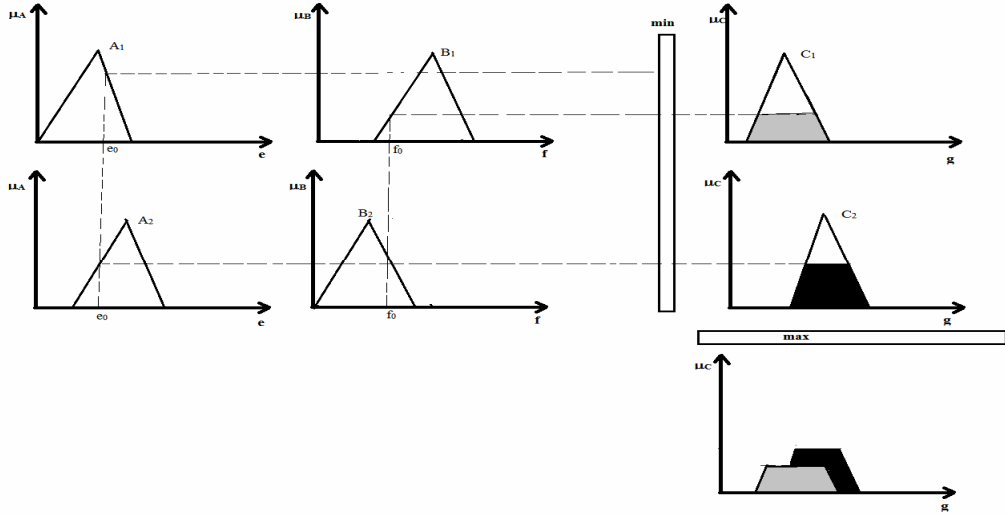
7. En Büyük İlk veya Son Üyelik Derecesi:

Bu yöntemde tüm çıktıların birleşimi olarak ortaya çıkan bulanık kümede en büyük üyelik derecesine sahip olan en küçük (veya en büyük) bulanık küme değeri seçilerek elde edilir (Salımsız 2014: 70-74).

- Durulayıcı seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:
 - ✓ Durulayıcıdan elde edilen keskin çıkış değeri akla yatkın olmalıdır.
 - ✓ Kısa sürede hesaplanabilecek kadar basit olmalıdır.
 - ✓ Bulanık kümedeki küçük bir değişiklik, keskin çıkış değerinde çok büyük değişikliklere neden olmamalıdır (Çelik 2012: 33).
- Üç tane önemli çıkarım yöntemi vardır;
 - i. Mamdani çıkarım yöntemi
 - ii. Sugeno ya da Takagi-Sugeno (TS) metodu
 - iii. Tsukamoto çıkarım metodu (Aslangiray 2011: 54).

I. Mamdani çıkarım yöntemi:

Mamdani tipi bulanık model kolay oluşturulur. Diğer bulanık mantık modellerin temelini oluşturur. İlk defa bir buhar motorunun insan tecrübelerinden elde edilen sözel kontrol kuralları yardımıyla denetleyici olarak kullanılmıştır (Türkyılmaz 2012:49).



Şekil 2.17: Mamdani bulanık çıkarım yöntemi

Mamdani modelinde minimum ilişki operasyonu kural Rc kullanılmaktadır. . Her bir kuralın koşul kısmında minimum operatörü ve iki kuralı birleştirmek için de maksimum operatörü kullanılır. Buna göre i 'inci kural $\alpha_i \wedge \mu C_i(w)$ ile açıklanarak kontrol kuralına ulaşılmaktadır. Böylece çıkarım sonucu C'nin üyeliği şu şekilde olmaktadır:

$$\mu C(w) = (\alpha_1 \wedge \mu C_1(w)) \vee (\alpha_2 \wedge \mu C_2(w)) \quad (\text{Gürgeç 2013; Oğuz 2012})$$

Yukarıdaki klima örneğimizdeki kural tabanı ve üyelik fonksiyonlarını kullanarak bir örnek verelim: $e=-70$, $ce=-60$ olduğunda V değerinin kaç olması gerektiğini bulalım.

1. kuralda $e=NB$ ve $ce=NB$ ise $V=S$ olur kuralını ele alalım.

$e=-70$ NB için $\mu_e=0,8$ ve $ce=-60$ NB için $\mu_{ce}=0,4$ olur.

Koşul kısmında minimum operatör kullanıldığı için $\min(\mu_e, \mu_{ce})=0,4$ elde edilir.

$V=S'$ de karşılığı $\mu_v=0,4$ için değeri -72 volt veya 72 volt olarak bulunur.

Her kural için aynı işlemler yapılır. En son çıkan değerler arasından en büyük olan seçilir.

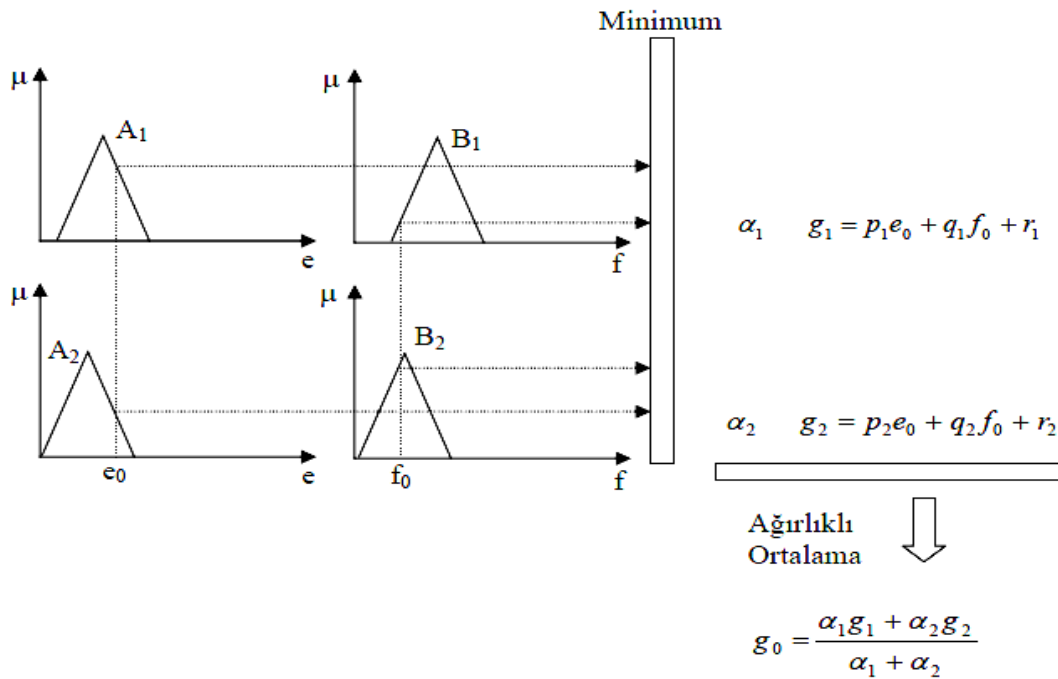
Matlab programında girdi ve çıktı değerleri (0,1) aralığında verilmiş ise; giriş değerleri 0,5 iken çıkış değeri 0,5 olur.

- Mamdani tipi bulanık modelin avantajları;
 1. Modelin oluşturulması basittir.
 2. Diğer bulanık mantık modellemenin temelini oluşturur.
 3. İnsan davranış ve sezgilerini modellemeye uygundur.
 4. Kullanım alanları genişdir (Yılmaz 2015: 24).

II. Takagi - Sugeno Çıkarım Yöntemi:

Her bir kuralın çıkışı, giriş değerlerinin lineer birleşimiyle bulunur. Çıkış değeri ise ağırlıklı ortalaması alınarak bulunur (Çelik 2012: 32).

Sugenoda çıktı değişkeni yalnızca sabit ya da doğrusal bir fonksiyondur. Çıkış değişkeni bulanık küme olmadığından durulaştırma işlemi de yoktur (Yalçın 2014:38)



Şekil 2.18: Takagi-Sugeno çıkarım yöntemi (Gürgeç 2013: 53).

Yukarıda kullanılan p_i , q_i ve r_i değerleri keyfi olup matlab programındaki anfis editörünün yardımı ile uygun olan değerler tespit edilebilir (Yalçın 2014: 41).

Takagi-Sugeno tipi bulanık modelin avantajları;

- 1) Hesaplamalarda kullanmak için uygundur.
- 2) Durulamaya ihtiyaç yoktur.
- 3) Lineer olmayan sistemlerin kontrol edilmesi için lineer teknikler kullanılabilir.
- 4) Matematiksel analiz için uygundur (Yılmaz 2015: 26).

II. Tsukamoto

Bu çıkarım yönteminde çıkış değeri her bir kuralın keskin çıkış değerinin ağırlık ortalaması alınarak bulunur (Çelik 2012: 31).

Günümüzde pek çok sistemlerin karmaşık yapısı ve ilerleyen yıllarda da sistemlerin daha da karmaşık bir yapıya sahip olacağı düşüncesi, esnek modellemeye izin veren bulanık mantığa dayalı sistemlerin, bilgisayarın da yardımıyla ilerleyen yıllarda daha çok öneme sahip olacağı görülmektedir (<http://docplayer.biz.tr/12654582-Bulanik-mantik-ile-manyetik-kilit-uygulamasi.html>, 28 Ağustos 2017'de erişildi).

2.4.2. Bulanık Mantığın Avantajları

- Bulanık mantık kavramını anlamak kolaydır; çünkü insan düşünce sistemine yakındır.
- Dilsel ifadelerin kullanılmasına olanak verdiği için daha esnektir.
- Uzman kişinin tecrübelerinin programa yansımaya olanak tanır.
- Matematiksel bir modellemeye ihtiyacı yoktur. Matematiksel modellemesi yapılamadığı için çözüm üretilmeyen sistemlerde, bulanık mantık kullanıldığında gerekli çözümler uzman yardımı ile üretilmektedir (Eğrisöğüt Tiryaki ve Kazan 2007: 3)

- Yazılımı kolaydır; onun için daha ekonomiktir. Maliyeti az, performansı yüksektir (https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy.pdf, 29 Ağustos 2017'de erişildi).
- Yazılımı basittir; az yer kaplar. Apronix Inc. tarafından geliştirilen bir ısı kontrol sisteminde elaltı tabloları kullanıldığında 64 Kb'lık bir bellek gerekirken, bulanık mantık kullanıldığında 0,5 Kb'lık bir bellek yeterli olmuştur.
- Lineer olmayan, karmaşık fonksiyonların modellenmesine olanak verir.
- Bulanık mantık, kontrol ettiği sistemin parametrelerinden etkilenmediği için daha geçerli bir kontrol imkanı sağlar (Kahvecioğlu ve Kıyak 2003: 64).
- Günlük hayatta olduğu gibi belirsiz, zamanla değişen, karmaşık, iyi tanımlanmamış sistemlerin denetimine basit çözümler getirir.
- Ayrıntı az, deneyim fazladır.
- *Bulanık mantık gerçek dünya doğasına daha yakındır* (<http://docplayer.biz.tr/12654582-Bulanik-mantik-ile-manyetik-kilit-uygulamasi.html>, 28 Ağustos 2017'de erişildi).

2.4.3. Dezavantajları

- Kural tabanı oluşturulurken deneyim, tecrübeye çok bağlıdır. Üyelik işlevlerini ve bulanık mantık kurallarını tanımlamak her zaman kolay değildir.
- Birçok değişkenin üyelik fonksiyonundaki rolünü belirlemede yaşanan zorluklar (Doğanalp 2012: 159).
- Sistemin bir kararlılık analizi yapılamaz. Sistemin nasıl çalışacağı önceden net olarak kestirilemez (Aslangiray 2011: 57).
- Farklı kurallar arasındaki ilişki tam olarak açık değildir (Aytaç 2011: 88).

2.4.4. Bulanık Mantığın Uygulama Alanları

Bulanık mantık hemen hemen her alanda uygulanabilir. Genellikle kullanılan uygulama alanları şunlardır:

- Otomatik kontrol sistemleri

- Mühendislik ve bilgisayar bilimleri
- Bilgi sistemleri, uzman sistemler, kontrol sistemleri
- Optimizasyon
- Yönetim ve karar destek sistemleri
- Ekonomi ve finans
- Biyoloji ve tıp bilimi
- Çevre bilimi
- Araştırma çalışmaları, veri madenciliği
- Psikoloji

(https://endstriorganizasyon.files.wordpress.com/2016/03/bulanik_mantik-sunu.pdf, 29 Ağustos 2017’de erişildi).

Bulanık mantığın ilk uygulaması, Mamdani tarafından 1974 yılında bir buhar makinesinin bulanık denetiminde kullanılmıştır. 1980 yılında bir Hollanda şirketi çimento fırınlarının denetiminde bulanık mantık denetimi uygulanmıştır (Aslangiray 2011: 43).

1980’lerden sonra, Japonlar bulanık mantığı kullanarak birçok ürüne imza atmışlardır. Çamaşırın kirliliğini, ağırlığını, kumaşın cinsini sezip ona göre yıkama programını seçen çamaşır makinelerinden, çekim sırasında oluşan sarsıntıdan en az şekilde etkilenmeyi sağlayan video kayıt cihazlarına... süpürülecek zeminin durumunu ve yerin kirliliğini tespit ederek ona göre motor gücünü ayarlayıp elektrikten tasarruf sağlayan elektrikli süpürgelerden; havanın sıcaklığını ve ortamı değerlendirip ona göre sıcaklık ve güç kullanımını ayarlayan klima soğutma sistemlerine kadar birçok ürün icat etmişler (<https://cobanoglu.wikispaces.com/file/view/bulanikmantik.pdf>, 28 Ağustos 2017’de erişildi).

Daha sonraları bulanık mantık, insansız hava araçlarında, hızlanma ve yavaşlamayı otomatik ayarlayan ve en az güç tasarrufu ile en iyi durma konumunu ayarlayan tren frenleme sisteminde, arabaların yakıt püskürtme ve ateşleme sistemlerinde, ABS ve ASC kontrolünde kullanılmıştır. Son yıllarda Umtacı,

Mitsubishi, Toshiba, Sony, Orison, Konan, Piko, Aneson, Honda, Neck ve daha başka birçok firma ticari amaçlı uygulamalarıyla ilgilenmektedir (Aslangiray 2011: 44).

Artık birçok sanayi kolunda bulanık mantık tabanlı uygulamalara rastlamak mümkündür. Nükleer reaktör, asansör, gemiler için rota seçiminde, su arıtma sistemlerinde ve daha birçok alanda başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Bulanık mantık uygulamalarına yönelik yazılımlar da piyasalardaki yerini almaya başlamış durumdadır (Kıyak ve Kahvecioğlu 2003: 71).



III. BÖLÜM

3. UYGULAMALAR

Türkiye’deki iş sağlığı ve güvenliği düzeyinin yıllara göre dağılımını bulanık mantık yöntemi ile tespit etmek için matlab programının fuzzy ara yüzü kullanılacaktır. Sırası ile aşağıdaki işlemler yapılacaktır:

- 1) Kullanılacak verilerin hazırlanması
- 2) Verilerin normalize edilmesi
- 3) Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi
- 4) Kural tabanının oluşturulması
- 5) Kullanılacak çıkarım yönteminin belirlenmesi
- 6) Matlab programının kullanılması
- 7) Çıkan sonuçlar

Bu çalışmada üç farklı parametre kullanılarak 1970-2015 yılları arasındaki Türkiye’deki İSG düzeyini % oranlar ile tespit edilmeye çalışılmıştır.

3.1. Birinci Uygulama

3.1.1. Kullanılacak Veriler

İş sağlığı ve güvenliği düzeyini belirleyen etmenler;

- İşçi sayısı
- İş kazası ve meslek hastalıkları sayısı
- İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu ölen kişi sayısı

- İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu sürekli iş görmezlik durumuna giren işçi sayısı

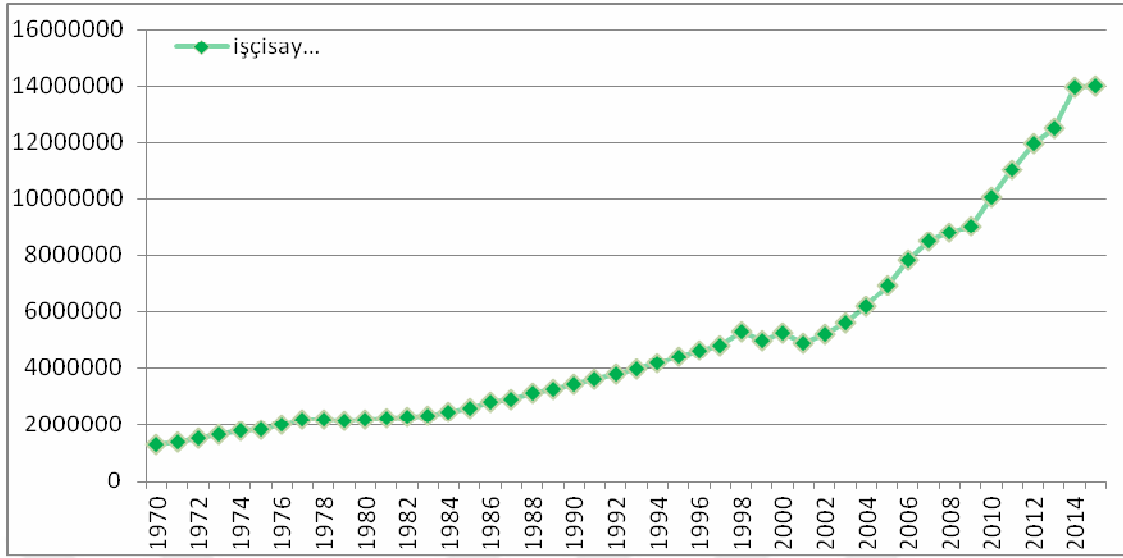
Tablo 3.1: Türkiye’deki iş kazalarının yıllara göre dağılımı

(SGK 2017, http://www.sgk.gov.tr/wps/---/sgk_istatistik_yilliklari, 1 Mart 2017’de erişildi)

Tarih	İşçi Sayısı	İş Kaz. ve Mes. Has. Sayısı	Ölen Kişi Sayısı	Sürekli İş Görmezlik Sayısı	Tarih	İşçi Sayısı	İş Kaz. ve Mes. Has. Sayısı	Ölen Kişi Sayısı	Sürekli İş Görmezlik Sayısı
1970	1313500	144483	679	2480	1971	1404816	148822	583	2574
1972	1525012	160585	682	2359	1973	1649079	176993	822	2372
1974	1799998	180375	983	2643	1975	1823338	182601	855	2560
1976	2017875	196341	947	2659	1977	2191251	199961	1135	3123
1978	2206056	193998	975	2841	1979	2152411	186089	1050	2053
1980	2204807	159600	1014	2406	1981	2228439	165101	938	2300
1982	2264788	147118	831	1881	1983	2327245	145296	1070	2592
1984	2439016	152650	885	2453	1985	2607865	148027	877	2549
1986	2815230	150821	1108	2282	1987	2878925	158836	838	2483
1988	3140071	171769	1163	2170	1989	3271013	159463	1150	2394
1990	3446502	155857	1292	2778	1991	3598315	130278	1189	3334
1992	3796702	139464	1583	3044	1993	3976202	109563	1064	3522
1994	4202616	92087	1034	2791	1995	4410744	87960	798	2188
1996	4624330	86807	1296	2249	1997	4830056	98318	1282	3445
1998	5299533	91895	1094	2677	1999	5005403	77955	1165	2697
2000	5254125	74847	731	1493	2001	4886881	72367	1002	1866
2002	5223283	72344	872	1820	2003	5615238	76668	810	1451
2004	6181251	83830	841	1421	2005	6918605	73923	1072	1374
2006	7818642	79027	1592	1953	2007	8505390	80602	1043	1550
2008	8802989	72963	865	1452	2009	9030202	64316	1171	1668
2010	10030810	62903	1444	1976	2011	11030939	69227	1700	2216
2012	11939620	74871	744	2209	2013	12484113	61032	1360	2305
2014	13967837	61603	1626	2363	2015	13.999.398	60698	1252	3433

a) İşçi Sayısı:

Türkiye genç nüfusa sahip, yeni gelişmekte olan bir ülkedir. Sanayisi hızlı gelişmekte, yeni işletmeler hızla artmaktadır. Artan nüfusa karşı yeni oluşan iş imkanları ile işçi sayısı da her geçen gün artmaktadır.

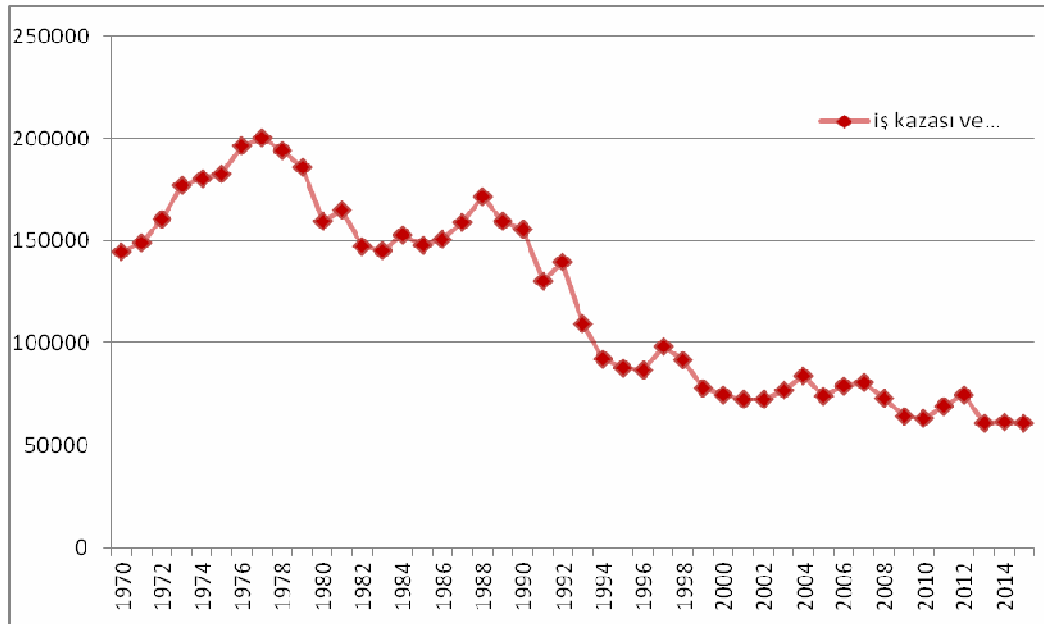


Şekil 3.1: Türkiye’deki işçi sayısının yıllara göre dağılımı

- En az işçi sayısı 1970 yılında kaydedilmiştir.
- En çok işçi sayısı 2015 yılında kaydedilmiştir.

a) İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sayısı:

İSG düzeyini belirleyen en önemli etmen gerçekleşen iş kazası ve oluşan meslek hastalıkları sayısıdır.



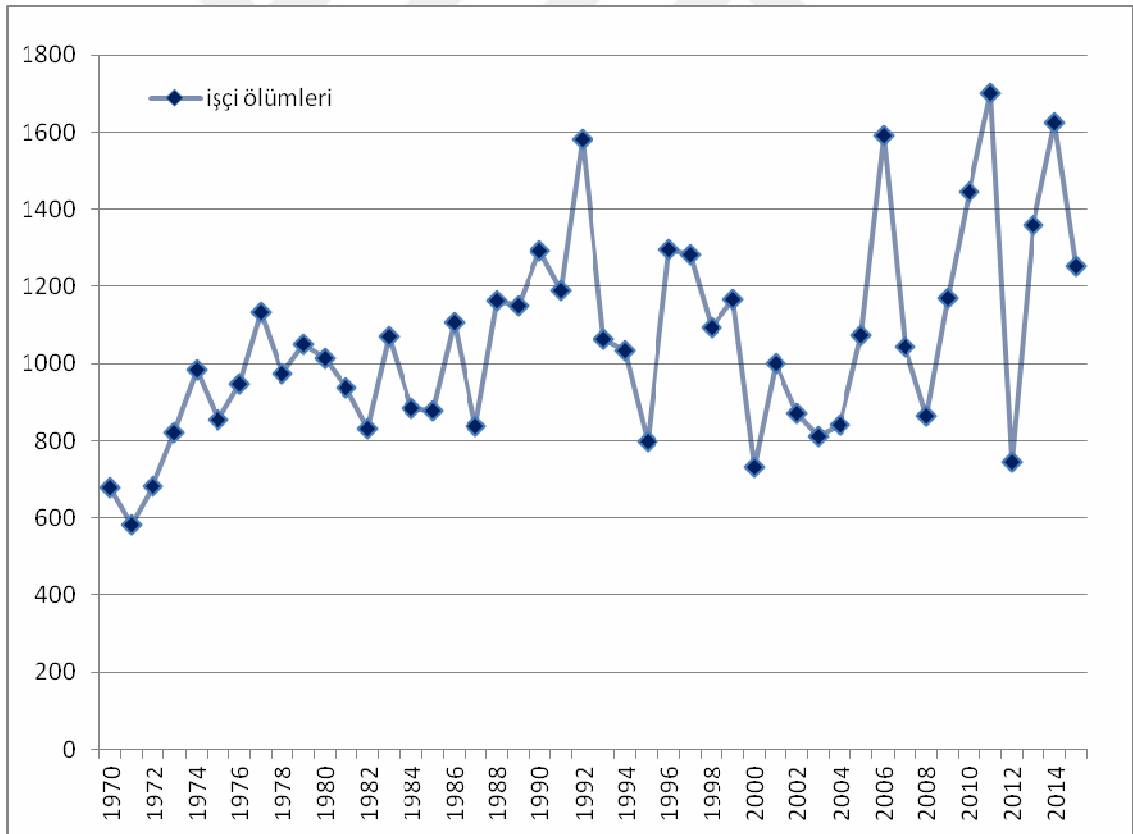
Şekil 3.2: Türkiye’deki iş kazası ve meslek hastalıkları sayısının yıllara göre dağılımı

1970-2015 yılları arasındaki iş kazalarında;

- 1970’li yıllarda hızlı bir artış olmuş, sonra tekrar düşmeye başlamıştır. En çok iş kazası sayısı 1977 yılında kaydedilmiştir.
- 1980’li yılların ilk yarısına kadar azalırken, ikinci yarısında artış kaydetmiştir.
- 1990’lı yıllarda hızlı bir düşüş olmuştur.
- 2000’li yıllar iş kazalarının en az olduğu dönem olup, birbirine yakın değerler kaydetmektedir. En az iş kazası sayısı 2015 yılında kaydedilmiştir.

b) İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sonucu Ölen Kişi Sayısı:

Türkiye’de iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu ölümün en çok olduğu sektörler inşaat ve maden sektörüdür. Ölümün en büyük sebepleri ise ihmal ve dikkatsizliktir.

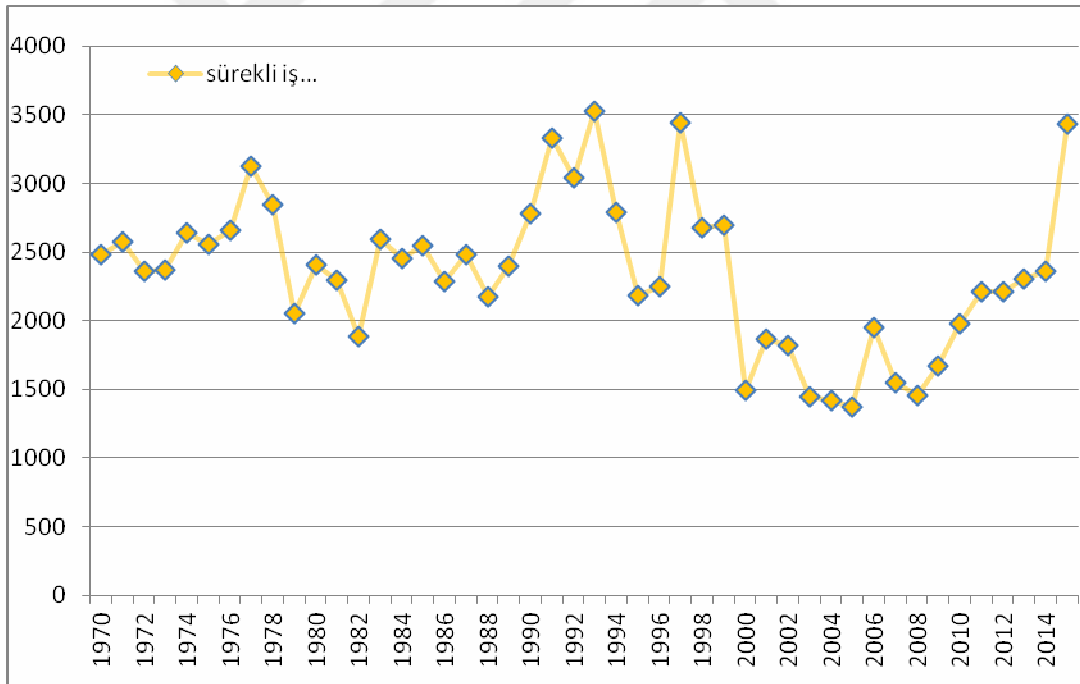


Şekil 3.3: Türkiye’deki iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu ölen kişi sayısının yıllara göre dağılımı

- 1970’li yıllarda işçi ölümleri sayısı az; fakat devamlı artış göstermiştir. En az işçi ölümü sayısı 1971 yılında kaydedilmiştir.
- 1980’li yıllarda işçi ölümleri sayısı birbirine yakın değerlerde azalıp artmaktadır.
- 1990’lı yıllarda zikzak çizerek düzensiz olarak dağılmıştır.
- 2000’li yıllarda birbirine uzak değerlerle zikzak çizerek düzensiz olarak dağılmıştır. En çok işçi ölümleri 2011 yılında kaydedilmiştir.

c) İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sonucu Sürekli İş Görmezlik Sayısı:

Türkiye’de ağır sanayinin artması sonucu iş kazalarındaki risk faktörü de artmıştır. Oluşan iş kazaları artık daha ölümcül hale gelmiştir. İş kazalarının etkisi daha fazla artmıştır, engelli birey sayısında artış olmuştur.



Şekil 3.4: Türkiye’deki iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu sürekli iş görmezlik durumuna giren kişi sayısının yıllara göre dağılımı

- 1970’li yıllarda sürekli iş görmezlik sayısı birbirine yakın değerler ile zikzak çizmektedir.
- 1980’li yıllarda da birbirine yakın değerler ile zikzak çizmektedir.

- 1990'lı yıllarda ise birbirinden uzak değerler ile zikzak çizmektedir. Sürekli iş görmezlik sayısının en fazla olduğu yıl 1993 yılıdır.
- 2000'li yılların başında en düşük değerleri gördükten sonra devamlı artarak yüksek değeri görmektedir. Sürekli iş görmezlik sayısının en az olduğu yıl 2005 yılıdır.

3.1.2. Verilerin Normalize Edilmesi

İki çeşit normalize etme yöntemi vardır.

- 1) Maksimum değerlere bölmek ($x/\max$)
- 2) $(x-\min)/(\max-\min)$ yöntemi ile bulunur.

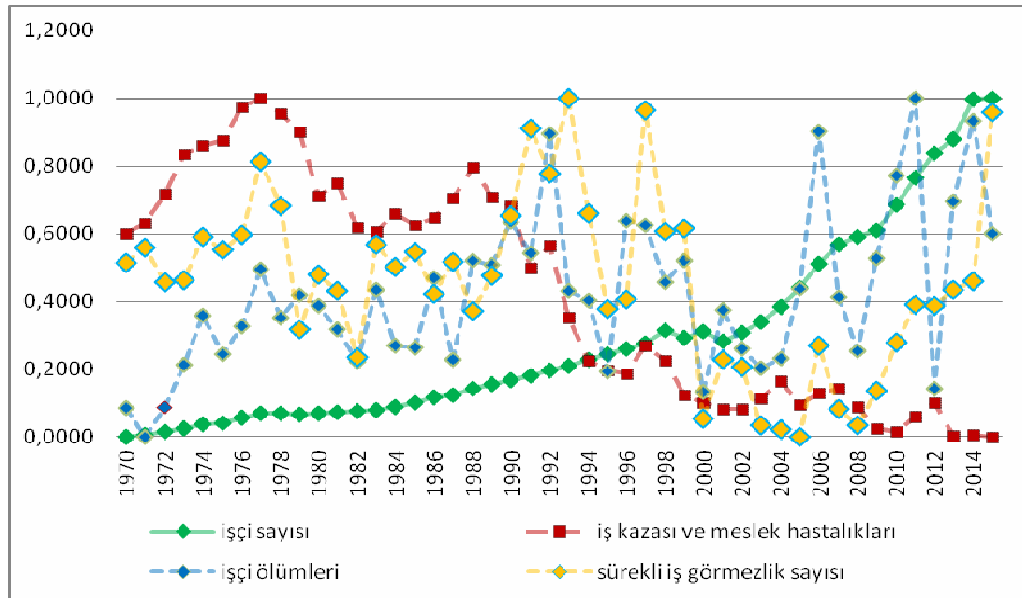
Bunu yapmaktaki maksat verileri $[0,1]$ aralığına sıkıştırmaktır. Çünkü bu yöntem ile hazırlanan bulanık çıkarım sistemini başka veriler için de kullanma imkanı olur.

Bu çalışmada ikinci yöntem kullanılarak normalize edilecektir.

Tablo 3.2: Normalize edilmiş verilerin tablo ile gösterimi

Tarih	İşçi Sayısı	İş Kazası ve Mes. Has. Sayısı	Ölen Kişi Sayısı	Sürekli İş Görmezlik Sayısı	Tarih	İşçi Sayısı	İş Kazası ve Mes. Has. Sayısı	Ölen Kişi Sayısı	Sürekli İş Görmezlik Sayısı
1970	0,0000	0,6016	0,0859	0,5149	1971	0,0072	0,6328	0,0000	0,5587
1972	0,0167	0,7173	0,0886	0,4586	1973	0,0265	0,8351	0,2140	0,4646
1974	0,0383	0,8594	0,3581	0,5908	1975	0,0402	0,8753	0,2435	0,5521
1976	0,0555	0,9740	0,3259	0,5982	1977	0,0692	1,0000	0,4942	0,8142
1978	0,0704	0,9572	0,3509	0,6830	1979	0,0661	0,9004	0,4181	0,3161
1980	0,0703	0,7102	0,3859	0,4804	1981	0,0721	0,7497	0,3178	0,4311
1982	0,0750	0,6206	0,2220	0,2360	1983	0,0799	0,6075	0,4360	0,5670
1984	0,0887	0,6603	0,2704	0,5023	1985	0,1020	0,6271	0,2632	0,5470
1986	0,1184	0,6471	0,4700	0,4227	1987	0,1234	0,7047	0,2283	0,5163
1988	0,1440	0,7976	0,5192	0,3706	1989	0,1543	0,7092	0,5076	0,4749
1990	0,1681	0,6833	0,6347	0,6536	1991	0,1801	0,4996	0,5425	0,9125
1992	0,1957	0,5656	0,8953	0,7775	1993	0,2099	0,3509	0,4306	1,0000
1994	0,2277	0,2254	0,4038	0,6597	1995	0,2441	0,1958	0,1925	0,3790
1996	0,2610	0,1875	0,6383	0,4074	1997	0,2772	0,2701	0,6258	0,9642
1998	0,3142	0,2240	0,4575	0,6066	1999	0,2910	0,1239	0,5210	0,6159
2000	0,3106	0,1016	0,1325	0,0554	2001	0,2817	0,0838	0,3751	0,2291
2002	0,3082	0,0836	0,2587	0,2076	2003	0,3391	0,1147	0,2032	0,0358
2004	0,3837	0,1661	0,2310	0,0219	2005	0,4418	0,0950	0,4378	0,0000
2006	0,5128	0,1316	0,9033	0,2696	2007	0,5669	0,1429	0,4118	0,0819
2008	0,5904	0,0881	0,2525	0,0363	2009	0,6083	0,0260	0,5264	0,1369
2010	0,6872	0,0158	0,7708	0,2803	2011	0,7660	0,0612	1,0000	0,3920
2012	0,8376	0,1018	0,1441	0,3887	2013	0,8806	0,0024	0,6956	0,4334
2014	0,9975	0,0065	0,9338	0,4604	2015	1,0000	0,0000	0,5989	0,9586

✓ Normalize edilmiş verilere dikkat edilecek olursa, en küçük değer 0, en büyük değer 1 olduğu görülür.

**Şekil 3.5:** Normalize edilmiş verilerin grafik ile gösterimi

Normalize edilmiş verileri analiz edecek olursak;

- İşçi sayısında düzenli olarak artış görülmektedir.
- İş kazası ve meslek hastalıkları sayısı azalma gösterirken, işçi ölümleri sayısının düzensiz olarak arttığı görülmektedir.
- İş kazası ve meslek hastalıkları sayısı azalma gösterirken, sürekli İş görmezlik sayısının ise düzensiz dağıldığı görülmektedir.

3.1.3. Üyelik Fonksiyonlarının Belirlenmesi

Bütün değişkenler için, sıkça kullanılan üyelik fonksiyonu olan üçgen üyelik fonksiyonu (trimf) kullanılacaktır.

Giriş verileri üyelik fonksiyonu için 5 adet sözel ifade, çıkış değerleri üyelik fonksiyonu için 9 adet sözel ifade kullanılacaktır.

Tablo 3.3: Üyelik fonksiyonlarında kullanılacak sözel ifadeler

Veriler	Sözel İfadeler
İşçi Sayısı	ÇA(çok az), A(az), O(orta), F(fazla), ÇF(çok fazla)
İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları Sayısı	ÇA(çok az), A(az), O(orta), F(fazla), ÇF(çok fazla)
Ölüm Sayısı	ÇA(çok az), A(az), O(orta), F(fazla), ÇF(çok fazla)
Sürekli İş Görmezlik Sayısı	ÇA(çok az), A(az), O(orta), F(fazla), ÇF(çok fazla)
İş Sağlığı ve Güvenliği Düzeyi	ÇÇÇK(çok çok çok kötü), ÇÇK(çok çok kötü), ÇK(çok kötü), K(kötü), O(orta), İ(iyi), Çİ(çok iyi), ÇÇİ(çok çok iyi), ÇÇÇİ(çok çok çok iyi)

3.1.4. Kural Tabanının Oluşturulması

Kural tabanında her bir durum için kural oluşturulur. Bizim 4 input değişkenimiz ve 5 sözel parametremiz olduğu için $5^4 = 625$ adet kuralımız olmalıdır. Kuralımız şu şekilde olacaktır:

EĞER işçi sayısı ‘.....’ **ve** iş kazası ve meslek hastalığı sayısı ‘.....’ **ve** iş kazası ve meslek hastalığı sonucu ölüm sayısı ‘.....’ **ve** iş kazası ve meslek hastalığı sonucu iş görmezlik sayısı ‘.....’ **İSE** iş sağlığı ve güvenliği düzeyi ‘.....’ olur.

Tablo 3.3: Kural tabanı

	İşçi	İş	Ölen	İş	İSG		İşçi	İş	Ölen	İş	İSG		İşçi	İş	Ölen	İş	İSG
1	ÇA	ÇA	ÇA	ÇA	İ	2	ÇA	ÇA	ÇA	A	İ	3	ÇA	ÇA	ÇA	O	O
4	ÇA	ÇA	ÇA	F	O	5	ÇA	ÇA	ÇA	ÇF	O	6	ÇA	ÇA	A	ÇA	İ
7	ÇA	ÇA	A	A	O	8	ÇA	ÇA	A	O	O	9	ÇA	ÇA	A	F	O
10	ÇA	ÇA	A	ÇF	K	11	ÇA	ÇA	O	ÇA	O	12	ÇA	ÇA	O	A	O
13	ÇA	ÇA	O	O	O	14	ÇA	ÇA	O	F	K	15	ÇA	ÇA	O	ÇF	K
16	ÇA	ÇA	F	ÇA	K	17	ÇA	ÇA	F	A	K	18	ÇA	ÇA	F	O	K
19	ÇA	ÇA	F	F	ÇK	20	ÇA	ÇA	F	ÇF	ÇK	21	ÇA	ÇA	ÇF	ÇA	K
22	ÇA	ÇA	ÇF	A	K	23	ÇA	ÇA	ÇF	O	ÇK	24	ÇA	ÇA	ÇF	F	ÇK
25	ÇA	ÇA	ÇF	ÇF	ÇK	26	ÇA	A	ÇA	ÇA	O	27	ÇA	A	ÇA	A	O
28	ÇA	A	ÇA	O	O	29	ÇA	A	ÇA	F	K	30	ÇA	A	ÇA	ÇF	K
31	ÇA	A	A	ÇA	O	32	ÇA	A	A	A	O	33	ÇA	A	A	O	O
34	ÇA	A	A	F	K	35	ÇA	A	A	ÇF	ÇK	36	ÇA	A	O	ÇA	K
37	ÇA	A	O	A	K	38	ÇA	A	O	O	K	39	ÇA	A	O	F	ÇK
40	ÇA	A	O	ÇF	ÇK	41	ÇA	A	F	ÇA	K	42	ÇA	A	F	A	K
43	ÇA	A	F	O	ÇK	44	ÇA	A	F	F	ÇK	45	ÇA	A	F	ÇF	ÇÇK
46	ÇA	A	ÇF	ÇA	K	47	ÇA	A	ÇF	A	ÇK	48	ÇA	A	ÇF	O	ÇK
49	ÇA	A	ÇF	F	ÇÇK	50	ÇA	A	ÇF	ÇF	ÇÇK	51	ÇA	O	ÇA	ÇA	O
52	ÇA	O	ÇA	A	O	53	ÇA	O	ÇA	O	K	54	ÇA	O	ÇA	F	K
55	ÇA	O	ÇA	ÇF	ÇK	56	ÇA	O	A	ÇA	O	57	ÇA	O	A	A	K
58	ÇA	O	A	O	K	59	ÇA	O	A	F	ÇK	60	ÇA	O	A	ÇF	ÇK
61	ÇA	O	O	ÇA	K	62	ÇA	O	O	A	K	63	ÇA	O	O	O	ÇK
64	ÇA	O	O	F	ÇK	65	ÇA	O	O	ÇF	ÇÇK	66	ÇA	O	F	ÇA	K
67	ÇA	O	F	A	ÇK	68	ÇA	O	F	O	ÇK	69	ÇA	O	F	F	ÇÇK
70	ÇA	O	F	ÇF	ÇÇK	71	ÇA	O	ÇF	ÇA	K	72	ÇA	O	ÇF	A	ÇK
73	ÇA	O	ÇF	O	ÇÇK	74	ÇA	O	ÇF	F	ÇÇK	75	ÇA	O	ÇF	ÇF	ÇÇK
76	ÇA	F	ÇA	ÇA	K	77	ÇA	F	ÇA	A	K	78	ÇA	F	ÇA	O	ÇK
79	ÇA	F	ÇA	F	ÇK	80	ÇA	F	ÇA	ÇF	ÇÇK	81	ÇA	F	A	ÇA	K
82	ÇA	F	A	A	ÇK	83	ÇA	F	A	O	ÇK	84	ÇA	F	A	F	ÇK
85	ÇA	F	A	ÇF	ÇÇK	86	ÇA	F	O	ÇA	ÇK	87	ÇA	F	O	A	ÇK
88	ÇA	F	O	O	ÇK	89	ÇA	F	O	F	ÇÇK	90	ÇA	F	O	ÇF	ÇÇK
91	ÇA	F	F	ÇA	ÇK	92	ÇA	F	F	A	ÇK	93	ÇA	F	F	O	ÇÇK
94	ÇA	F	F	F	ÇÇK	95	ÇA	F	F	ÇF	ÇÇK	96	ÇA	F	ÇF	ÇA	ÇK
97	ÇA	F	ÇF	A	ÇÇK	98	ÇA	F	ÇF	O	ÇÇK	99	ÇA	F	ÇF	F	ÇÇK

Tablo 3.3: Kural tabanı (devamı)

	İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say.	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG		İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say.	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG		İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say.	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG
100	ÇA	F	ÇF	ÇF	ÇÇCK	101	ÇA	ÇF	ÇA	ÇA	K	102	ÇA	ÇF	ÇA	A	K
103	ÇA	ÇF	ÇA	O	ÇK	104	ÇA	ÇF	ÇA	F	ÇK	105	ÇA	ÇF	ÇA	ÇF	ÇÇK
106	ÇA	ÇF	A	ÇA	ÇK	107	ÇA	ÇF	A	A	ÇK	108	ÇA	ÇF	A	O	ÇK
109	ÇA	ÇF	A	F	ÇÇK	110	ÇA	ÇF	A	ÇF	ÇÇK	111	ÇA	ÇF	O	ÇA	ÇK
112	ÇA	ÇF	O	A	ÇK	113	ÇA	ÇF	O	O	ÇÇK	114	ÇA	ÇF	O	F	ÇÇK
115	ÇA	ÇF	O	ÇF	ÇÇK	116	ÇA	ÇF	F	ÇA	ÇÇK	117	ÇA	ÇF	F	A	ÇÇK
118	ÇA	ÇF	F	O	ÇÇK	119	ÇA	ÇF	F	F	ÇÇCK	120	ÇA	ÇF	F	ÇF	ÇÇCK
121	ÇA	ÇF	ÇF	ÇA	ÇÇK	122	ÇA	ÇF	ÇF	A	ÇÇK	123	ÇA	ÇF	ÇF	O	ÇÇCK
124	ÇA	ÇF	ÇF	F	ÇÇCK	125	ÇA	ÇF	ÇF	ÇF	ÇÇCK	126	ÇA	ÇA	ÇA	ÇA	Çİ
127	A	ÇA	ÇA	A	Çİ	128	A	ÇA	ÇA	O	İ	129	A	ÇA	ÇA	F	O
130	A	ÇA	ÇA	ÇF	O	131	A	ÇA	A	ÇA	Çİ	132	A	ÇA	A	A	İ
133	A	ÇA	A	O	İ	134	A	ÇA	A	F	O	135	A	ÇA	A	ÇF	O
136	A	ÇA	O	ÇA	İ	137	A	ÇA	O	A	İ	138	A	ÇA	O	O	O
139	A	ÇA	O	F	O	140	A	ÇA	O	ÇF	K	141	A	ÇA	F	ÇA	K
142	A	ÇA	F	A	K	143	A	ÇA	F	O	K	144	A	ÇA	F	F	ÇK
145	A	ÇA	F	ÇF	ÇK	146	A	ÇA	ÇF	ÇA	K	147	A	ÇA	ÇF	A	K
148	A	ÇA	ÇF	O	ÇK	149	A	ÇA	ÇF	F	ÇK	150	A	ÇA	ÇF	ÇF	ÇK
151	A	A	ÇA	ÇA	İ	152	A	A	ÇA	A	O	153	A	A	ÇA	O	O
154	A	A	ÇA	F	K	155	A	A	ÇA	ÇF	K	156	A	A	A	ÇA	İ
157	A	A	A	A	O	158	A	A	A	O	O	159	A	A	A	F	K
160	A	A	A	ÇF	K	161	A	A	O	ÇA	O	162	A	A	O	A	K
163	A	A	O	O	K	164	A	A	O	F	K	165	A	A	O	ÇF	K
166	A	A	F	ÇA	K	167	A	A	F	A	K	168	A	A	F	O	K
169	A	A	F	F	ÇK	170	A	A	F	ÇF	ÇK	171	A	A	ÇF	ÇA	K
172	A	A	ÇF	A	K	173	A	A	ÇF	O	ÇK	174	A	A	ÇF	F	ÇK
175	A	A	ÇF	ÇF	ÇÇK	176	A	O	ÇA	ÇA	O	177	A	O	ÇA	A	O
178	A	O	ÇA	O	K	179	A	O	ÇA	F	K	180	A	O	ÇA	ÇF	ÇK
181	A	O	A	ÇA	O	182	A	O	A	A	K	183	A	O	A	O	K

Tablo 3.3: Kural tabanı (devamı)

	İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG		İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG		İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG
184	A	O	A	F	ÇK	185	A	O	A	ÇF	ÇK	186	A	O	O	ÇA	K
187	A	O	O	A	K	188	A	O	O	O	K	189	A	O	O	F	ÇK
190	A	O	O	ÇF	ÇÇK	191	A	O	F	ÇA	K	192	A	O	F	A	K
193	A	O	F	O	ÇK	194	A	O	F	F	ÇÇK	195	A	O	F	ÇF	ÇÇK
196	A	O	ÇF	ÇA	K	197	A	O	ÇF	A	ÇK	198	A	O	ÇF	O	ÇK
199	A	O	ÇF	F	ÇÇK	200	A	O	ÇF	ÇF	ÇÇK	201	A	F	ÇA	ÇA	K
202	A	F	ÇA	A	K	203	A	F	ÇA	O	K	204	A	F	ÇA	F	ÇK
205	A	F	ÇA	ÇF	ÇÇK	206	A	F	A	ÇA	K	207	A	F	A	A	K
208	A	F	A	O	ÇK	209	A	F	A	F	ÇK	210	A	F	A	ÇF	ÇÇK
211	A	F	O	ÇA	K	212	A	F	O	A	ÇK	213	A	F	O	O	ÇK
214	A	F	O	F	ÇÇK	215	A	F	O	ÇF	ÇÇK	216	A	F	F	ÇA	ÇK
217	A	F	F	A	ÇK	218	A	F	F	O	ÇÇK	219	A	F	F	F	ÇÇK
220	A	F	F	ÇF	ÇÇK	221	A	F	ÇF	ÇA	ÇK	222	A	F	ÇF	A	ÇÇK
223	A	F	ÇF	O	ÇÇK	224	A	F	ÇF	F	ÇÇK	225	A	F	ÇF	ÇF	ÇÇK
226	A	ÇF	ÇA	ÇA	K	227	A	ÇF	ÇA	A	K	228	A	ÇF	ÇA	O	ÇK
229	A	ÇF	ÇA	F	ÇK	230	A	ÇF	ÇA	ÇF	ÇÇK	231	A	ÇF	A	ÇA	K
232	A	ÇF	A	A	ÇK	233	A	ÇF	A	O	ÇK	234	A	ÇF	A	F	ÇK
235	A	ÇF	A	ÇF	ÇÇK	236	A	ÇF	O	ÇA	ÇK	237	A	ÇF	O	A	ÇK
238	A	ÇF	O	O	ÇK	239	A	ÇF	O	F	ÇÇK	240	A	ÇF	O	ÇF	ÇÇK
241	A	ÇF	F	ÇA	ÇÇK	242	A	ÇF	F	A	ÇÇK	243	A	ÇF	F	O	ÇÇK
244	A	ÇF	F	F	ÇÇK	245	A	ÇF	F	ÇF	ÇÇÇK	246	A	ÇF	ÇF	ÇA	ÇÇK
247	A	ÇF	ÇF	A	ÇÇK	248	A	ÇF	ÇF	O	ÇÇK	249	A	ÇF	ÇF	F	ÇÇÇK
250	A	ÇF	ÇF	ÇF	ÇÇÇK	251	O	ÇA	ÇA	ÇA	ÇÇÇİ	252	O	ÇA	ÇA	A	ÇÇİ
253	O	ÇA	ÇA	O	Çİ	254	O	ÇA	ÇA	F	İ	255	O	ÇA	ÇA	ÇF	İ
256	O	ÇA	A	ÇA	ÇÇİ	257	O	ÇA	A	A	Çİ	258	O	ÇA	A	O	Çİ
259	O	ÇA	A	F	İ	260	O	ÇA	A	ÇF	İ	261	O	ÇA	O	ÇA	Çİ
262	O	ÇA	O	A	Çİ	263	O	ÇA	O	O	İ	264	O	ÇA	O	F	İ

Tablo 3.3: Kural tabanı (devamı)

	İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG		İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG		İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG
265	O	ÇA	O	ÇF	O	266	O	ÇA	F	ÇA	O	267	O	ÇA	F	A	O
268	O	ÇA	F	O	K	269	O	ÇA	F	F	K	270	O	ÇA	F	ÇF	K
271	O	ÇA	ÇF	ÇA	O	272	O	ÇA	ÇF	A	K	273	O	ÇA	ÇF	O	K
274	O	ÇA	ÇF	F	K	275	O	ÇA	ÇF	ÇF	ÇK	276	O	A	ÇA	ÇA	ÇÇİ
277	O	A	ÇA	A	Çİ	278	O	A	ÇA	O	İ	279	O	A	ÇA	F	O
280	O	A	ÇA	ÇF	O	281	O	A	A	ÇA	Çİ	282	O	A	A	A	İ
283	O	A	A	O	İ	284	O	A	A	F	O	285	O	A	A	ÇF	O
286	O	A	O	ÇA	İ	287	O	A	O	A	İ	288	O	A	O	O	O
289	O	A	O	F	O	290	O	A	O	ÇF	O	291	O	A	F	ÇA	O
292	O	A	F	A	K	293	O	A	F	O	K	294	O	A	F	F	K
295	O	A	F	ÇF	K	296	O	A	ÇF	ÇA	K	297	O	A	ÇF	A	K
298	O	A	ÇF	O	K	299	O	A	ÇF	F	ÇK	300	O	A	ÇF	ÇF	ÇK
301	O	O	ÇA	ÇA	İ	302	O	O	ÇA	A	İ	303	O	O	ÇA	O	O
304	O	O	ÇA	F	O	305	O	O	ÇA	ÇF	K	306	O	O	A	ÇA	İ
307	O	O	A	A	O	308	O	O	A	O	O	309	O	O	A	F	O
310	O	O	A	ÇF	K	311	O	O	O	ÇA	O	312	O	O	O	A	O
313	O	O	O	O	O	314	O	O	O	F	K	315	O	O	O	ÇF	K
316	O	O	F	ÇA	K	317	O	O	F	A	K	318	O	O	F	O	K
319	O	O	F	F	ÇK	320	O	O	F	ÇF	ÇK	321	O	O	ÇF	ÇA	K
322	O	O	ÇF	A	ÇK	323	O	O	ÇF	O	ÇK	324	O	O	ÇF	F	ÇK
325	O	O	ÇF	ÇF	ÇÇK	326	O	F	ÇA	ÇA	O	327	O	F	ÇA	A	O
328	O	F	ÇA	O	K	329	O	F	ÇA	F	K	330	O	F	ÇA	ÇF	K
331	O	F	A	ÇA	O	332	O	F	A	A	K	333	O	F	A	O	K
334	O	F	A	F	K	335	O	F	A	ÇF	ÇK	336	O	F	O	ÇA	K
337	O	F	O	A	K	338	O	F	O	O	K	339	O	F	O	F	ÇK
340	O	F	O	ÇF	ÇK	341	O	F	F	ÇA	K	342	O	F	F	A	K
343	O	F	F	O	ÇK	344	O	F	F	F	ÇK	345	O	F	F	ÇF	ÇK

Tablo 3.3: Kural tabanı (devamı)

	İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG		İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG		İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG
346	O	F	ÇF	ÇA	ÇK	347	O	F	ÇF	A	ÇK	348	O	F	ÇF	O	ÇK
349	O	F	ÇF	F	ÇÇK	350	O	F	ÇF	ÇF	ÇÇK	351	O	ÇF	ÇA	ÇA	K
352	O	ÇF	ÇA	A	K	353	O	ÇF	ÇA	O	K	354	O	ÇF	ÇA	F	ÇK
355	O	ÇF	ÇA	ÇF	ÇK	356	O	ÇF	A	ÇA	K	357	O	ÇF	A	A	K
358	O	ÇF	A	O	K	359	O	ÇF	A	F	ÇK	360	O	ÇF	A	ÇF	ÇK
361	O	ÇF	O	ÇA	K	362	O	ÇF	O	A	K	363	O	ÇF	O	O	ÇK
364	O	ÇF	O	F	ÇK	365	O	ÇF	O	ÇF	ÇK	366	O	ÇF	F	ÇA	K
367	O	ÇF	F	A	ÇK	368	O	ÇF	F	O	ÇK	369	O	ÇF	F	F	ÇÇK
370	O	ÇF	F	ÇF	ÇÇK	371	O	ÇF	ÇF	ÇA	ÇK	372	O	ÇF	ÇF	A	ÇK
373	O	ÇF	ÇF	O	ÇÇK	374	O	ÇF	ÇF	F	ÇÇK	375	O	ÇF	ÇF	ÇF	ÇÇÇK
376	F	ÇA	ÇA	ÇA	ÇÇÇİ	377	F	ÇA	ÇA	A	ÇÇÇİ	378	F	ÇA	ÇA	O	ÇÇİ
379	F	ÇA	ÇA	F	Çİ	380	F	ÇA	ÇA	ÇF	Çİ	381	F	ÇA	A	ÇA	ÇÇÇİ
382	F	ÇA	A	A	ÇÇİ	383	F	ÇA	A	O	ÇÇİ	384	F	ÇA	A	F	Çİ
385	F	ÇA	A	ÇF	Çİ	386	F	ÇA	O	ÇA	ÇÇİ	387	F	ÇA	O	A	ÇÇİ
388	F	ÇA	O	O	Çİ	389	F	ÇA	O	F	Çİ	390	F	ÇA	O	ÇF	İ
391	F	ÇA	F	ÇA	İ	392	F	ÇA	F	A	O	393	F	ÇA	F	O	O
394	F	ÇA	F	F	O	395	F	ÇA	F	ÇF	K	396	F	ÇA	ÇF	ÇA	O
397	F	ÇA	ÇF	A	O	398	F	ÇA	ÇF	O	K	399	F	ÇA	ÇF	F	K
400	F	ÇA	ÇF	ÇF	K	401	F	A	ÇA	ÇA	ÇÇİ	402	F	A	ÇA	A	ÇÇİ
403	F	A	ÇA	O	Çİ	404	F	A	ÇA	F	İ	405	F	A	ÇA	ÇF	İ
406	F	A	A	ÇA	ÇÇİ	407	F	A	A	A	Çİ	408	F	A	A	O	Çİ
409	F	A	A	F	İ	410	F	A	A	ÇF	İ	411	F	A	O	ÇA	Çİ
412	F	A	O	A	Çİ	413	F	A	O	O	İ	414	F	A	O	F	İ
415	F	A	O	ÇF	O	416	F	A	F	ÇA	O	417	F	A	F	A	O
418	F	A	F	O	K	419	F	A	F	F	K	420	F	A	F	ÇF	K
421	F	A	ÇF	ÇA	O	422	F	A	ÇF	A	O	423	F	A	ÇF	O	K
424	F	A	ÇF	F	K	425	F	A	ÇF	ÇF	ÇK	426	F	O	ÇA	ÇA	Çİ

Tablo 3.3: Kural tabanı (devamı)

	İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG		İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG		İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG
427	F	O	ÇA	A	İ	428	F	O	ÇA	O	İ	429	F	O	ÇA	F	O
430	F	O	ÇA	ÇF	O	431	F	O	A	ÇA	İ	432	F	O	A	A	İ
433	F	O	A	O	İ	434	F	O	A	F	O	435	F	O	A	ÇF	O
436	F	O	O	ÇA	İ	437	F	O	O	A	İ	438	F	O	O	O	O
439	F	O	O	F	O	440	F	O	O	ÇF	K	441	F	O	F	ÇA	O
442	F	O	F	A	K	443	F	O	F	O	K	444	F	O	F	F	ÇK
445	F	O	F	ÇF	ÇK	446	F	O	ÇF	ÇA	K	447	F	O	ÇF	A	K
448	F	O	ÇF	O	ÇK	449	F	O	ÇF	F	ÇK	450	F	O	ÇF	ÇF	ÇK
451	F	F	ÇA	ÇA	İ	452	F	F	ÇA	A	O	453	F	F	ÇA	O	O
454	F	F	ÇA	F	K	455	F	F	ÇA	ÇF	K	456	F	F	A	ÇA	O
457	F	F	A	A	O	458	F	F	A	O	O	459	F	F	A	F	K
460	F	F	A	ÇF	K	461	F	F	O	ÇA	O	462	F	F	O	A	O
463	F	F	O	O	K	464	F	F	O	F	K	465	F	F	O	ÇF	K
466	F	F	F	ÇA	K	467	F	F	F	A	K	468	F	F	F	O	ÇK
469	F	F	F	F	ÇK	470	F	F	F	ÇF	ÇK	471	F	F	ÇF	ÇA	K
472	F	F	ÇF	A	ÇK	473	F	F	ÇF	O	ÇK	474	F	F	ÇF	F	ÇÇK
475	F	F	ÇF	ÇF	ÇÇK	476	F	ÇF	ÇA	ÇA	O	477	F	ÇF	ÇA	A	K
478	F	ÇF	ÇA	O	K	479	F	ÇF	ÇA	F	K	480	F	ÇF	ÇA	ÇF	K
481	F	ÇF	A	ÇA	K	482	F	ÇF	A	A	K	483	F	ÇF	A	O	K
484	F	ÇF	A	F	K	485	F	ÇF	A	ÇF	ÇK	486	F	ÇF	O	ÇA	K
487	F	ÇF	O	A	K	488	F	ÇF	O	O	K	489	F	ÇF	O	F	ÇK
490	F	ÇF	O	ÇF	ÇK	491	F	ÇF	F	ÇA	K	492	F	ÇF	F	A	K
493	F	ÇF	F	O	ÇK	494	F	ÇF	F	F	ÇK	495	F	ÇF	F	ÇF	ÇÇK
496	F	ÇF	ÇF	ÇA	ÇK	497	F	ÇF	ÇF	A	ÇK	498	F	ÇF	ÇF	O	ÇÇK
499	F	ÇF	ÇF	F	ÇÇK	500	F	ÇF	ÇF	ÇF	ÇÇK	501	ÇF	ÇA	ÇA	ÇA	ÇÇÇİ
502	ÇF	ÇA	ÇA	A	ÇÇÇİ	503	ÇF	ÇA	ÇA	O	ÇÇÇİ	504	ÇF	ÇA	ÇA	F	ÇÇİ
505	ÇF	ÇA	ÇA	ÇF	ÇÇİ	506	ÇF	ÇA	A	ÇA	ÇÇÇİ	507	ÇF	ÇA	A	A	ÇÇÇİ
508	ÇF	ÇA	A	O	ÇÇİ	509	ÇF	ÇA	A	F	ÇÇİ	510	ÇF	ÇA	A	ÇF	ÇÇİ

Tablo 3.3: Kural tabanı (devamı)

	İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG		İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG		İşçi Say.	İş Kazası ve Mes. Has. Say	Ölen Kişi Say.	İş Görmezlik Sayısı	İSG
511	ÇF	ÇA	O	ÇA	ÇÇİ	512	ÇF	ÇA	O	A	ÇÇİ	513	ÇF	ÇA	O	O	ÇÇİ
514	ÇF	ÇA	O	F	Çİ	515	ÇF	ÇA	O	ÇF	İ	516	ÇF	ÇA	F	ÇA	İ
517	ÇF	ÇA	F	A	İ	518	ÇF	ÇA	F	O	O	519	ÇF	ÇA	F	F	O
520	ÇF	ÇA	F	ÇF	K	521	ÇF	ÇA	ÇF	ÇA	O	522	ÇF	ÇA	ÇF	A	O
523	ÇF	ÇA	ÇF	O	O	524	ÇF	ÇA	ÇF	F	K	525	ÇF	ÇA	ÇF	ÇF	K
526	ÇF	A	ÇA	ÇA	ÇÇÇİ	527	ÇF	A	ÇA	A	ÇÇÇİ	528	ÇF	A	ÇA	O	ÇÇİ
529	ÇF	A	ÇA	F	Çİ	530	ÇF	A	ÇA	ÇF	İ	531	ÇF	A	A	ÇA	ÇÇİ
532	ÇF	A	A	A	ÇÇİ	533	ÇF	A	A	O	Çİ	534	ÇF	A	A	F	İ
535	ÇF	A	A	ÇF	İ	536	ÇF	A	O	ÇA	Çİ	537	ÇF	A	O	A	Çİ
538	ÇF	A	O	O	İ	539	ÇF	A	O	F	İ	540	ÇF	A	O	ÇF	O
541	ÇF	A	F	ÇA	O	542	ÇF	A	F	A	O	543	ÇF	A	F	O	O
544	ÇF	A	F	F	K	545	ÇF	A	F	ÇF	K	546	FÇ	A	ÇF	ÇA	O
547	ÇF	A	ÇF	A	O	548	ÇF	A	ÇF	O	K	549	ÇF	A	ÇF	F	K
550	ÇF	A	ÇF	ÇF	K	551	ÇF	O	ÇA	ÇA	Çİ	552	ÇF	O	ÇA	A	İ
553	ÇF	O	ÇA	O	İ	554	ÇF	O	ÇA	F	O	555	ÇF	O	ÇA	ÇF	O
556	ÇF	O	A	ÇA	İ	557	ÇF	O	A	A	İ	558	ÇF	O	A	O	İ
559	ÇF	O	A	F	O	560	ÇF	O	A	ÇF	O	561	ÇF	O	O	ÇA	İ
562	ÇF	O	O	A	İ	563	ÇF	O	O	O	O	564	ÇF	O	O	F	O
565	ÇF	O	O	ÇF	O	566	ÇF	O	F	ÇA	O	567	ÇF	O	F	A	O
568	ÇF	O	F	O	K	569	ÇF	O	F	F	K	570	ÇF	O	F	ÇF	ÇK
571	ÇF	O	ÇF	ÇA	O	572	ÇF	O	ÇF	A	K	573	ÇF	O	ÇF	O	K
574	ÇF	O	ÇF	F	ÇK	575	ÇF	O	ÇF	ÇF	ÇK	576	ÇF	F	ÇA	ÇA	İ
577	ÇF	F	ÇA	A	O	578	ÇF	F	ÇA	O	O	579	ÇF	F	ÇA	F	K
580	ÇF	F	ÇA	ÇF	K	581	ÇF	F	A	ÇA	O	582	ÇF	F	A	A	O
583	ÇF	F	A	O	O	584	ÇF	F	A	F	K	585	ÇF	F	A	ÇF	K
586	ÇF	F	O	ÇA	O	587	ÇF	F	O	A	O	588	ÇF	F	O	O	O
589	ÇF	F	O	F	K	590	ÇF	F	O	ÇF	K	591	ÇF	F	F	ÇA	O
592	ÇF	F	F	A	O	593	ÇF	F	F	O	K	594	ÇF	F	F	F	K

Tablo 3.3: Kural tabanı (devamı)

[illegible]

3.1.5. Kullanılacak Çıkarım Yönteminin Belirlenmesi

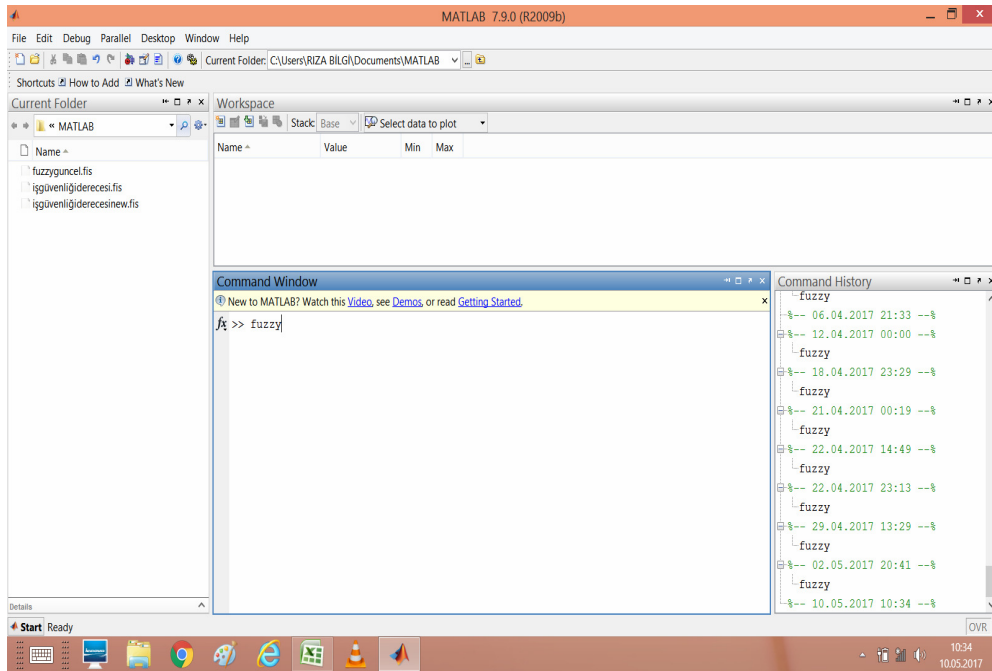
Matlab programında kullanılabilir iki çıkarım yöntemi var;

- 1) Mamdani tipi çıkarım yöntemi,
- 2) Sugeno tipi çıkarım yöntemidir. Bu çalışmada mamdani tipi çıkarım yöntemi kullanılacaktır.

Mamdani bulanık çıkarım yönteminde kural dizini, üyelik fonksiyonları grafikleri ile gösterilir. Giriş parametrelerine yazılan değerlerin üyelik değerleri en düşük olan seçilir. Bu üyelik değeri kural tabanında çıkış değerine karşılık gelen üyelik ifadesinin üyelik değeri olacaktır. Her kural için uygulanır. Her kurala uygulandıktan sonra her kuralın çıkış değerlerine bakılır; arasından en büyük olanı seçilir. Bu seçilen değer çıktı değeri olacaktır.

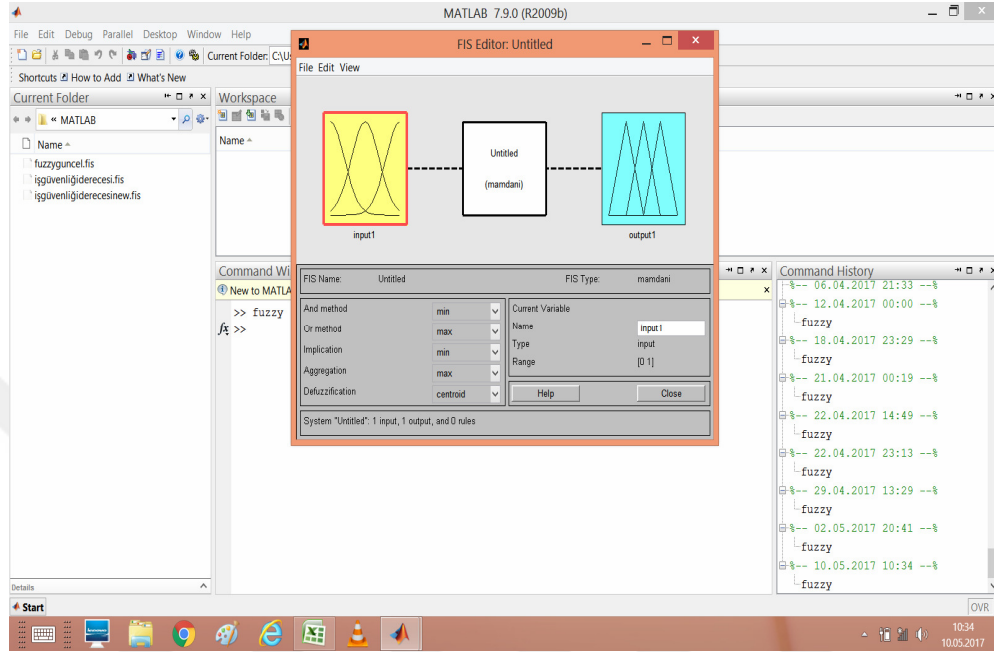
3.1.6. Programın Kullanışı

Bu çalışmada Matlab programı R2009b sürümü kullanılmıştır. Programın kullanımı maddeler halinde her basamağı anlatılmıştır.



Şekil 3.6: Matlab giriş sayfası

- 1) Matlab programında komut dizinine ‘fuzzy’ yazılıp enter tuşuna basılarak ‘fuzzy editor’ü açılır.



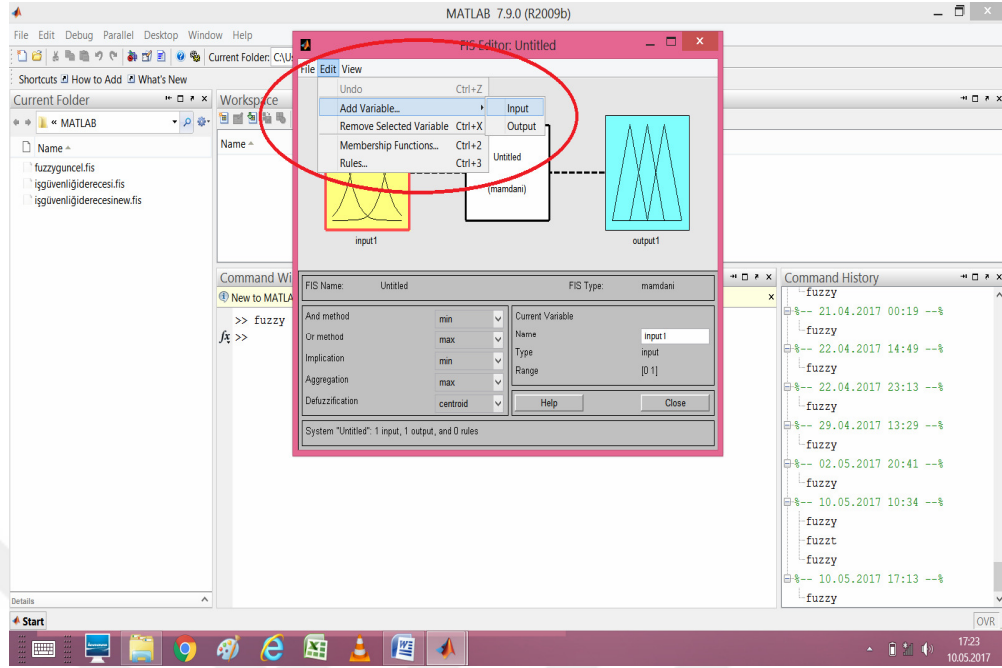
Şekil 3.7: Fuzzy editörü

- 2) Girdi(input) ve çıktı(output) değişkenleri belirlenir.

✓ input değerleri

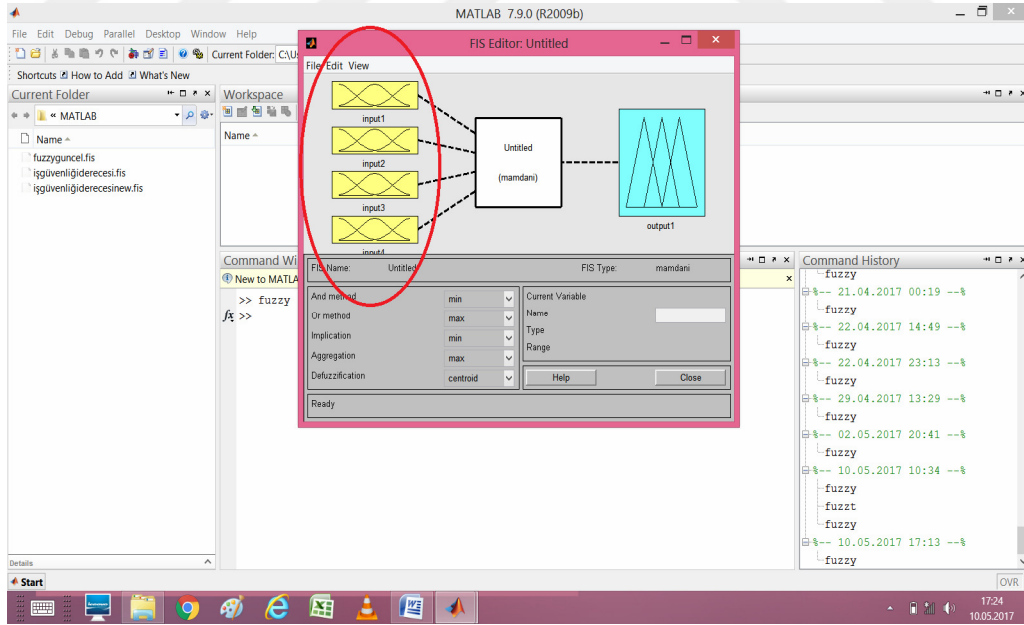
- ‘işçi sayısı’
- ‘iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı’
- ‘ölümle sonuçlanan iş kazaları ve meslek hastalıkları sayısı’
- ‘iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu iş görmezlik durumuna giren işçi sayısı’dır.

✓ Output değeri ise ‘iş sağlığı ve güvenliği düzeyi’dir.



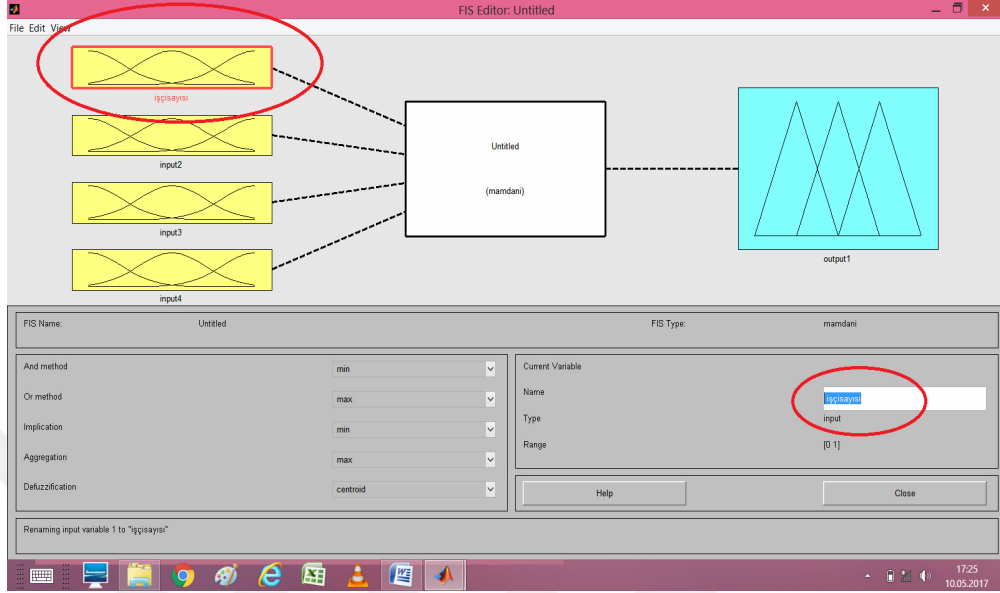
Şekil 3.8: Fuzzy Input, Output belirleme

3) Edit> Add Variable > input seçilerek yeni input eklenir.



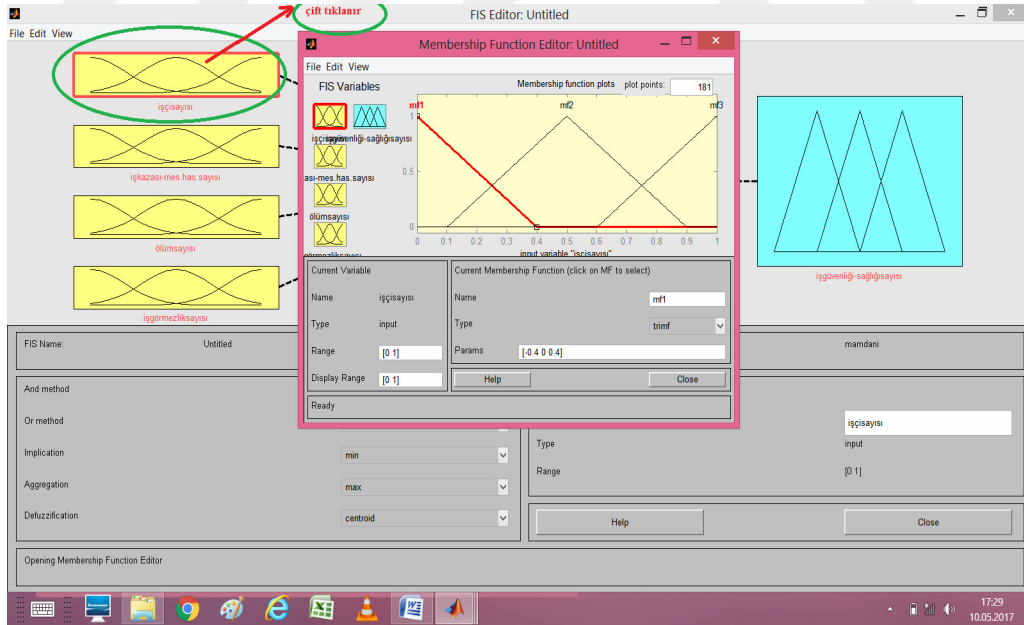
Şekil 3.9: Fuzzy Input, Output belirleme

4) Dört adet input, bir tanede output oluşturulmuştur.



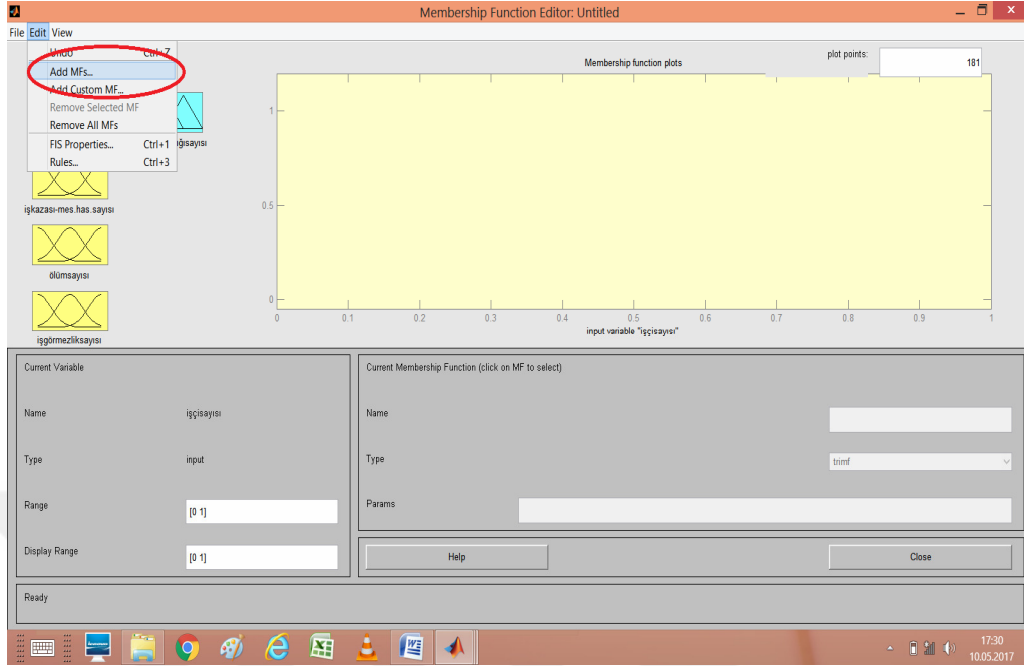
Şekil 3.10: Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi

5) Input ve output değişkenlerinin isimleri yazılır. (işçi sayısı vs.)



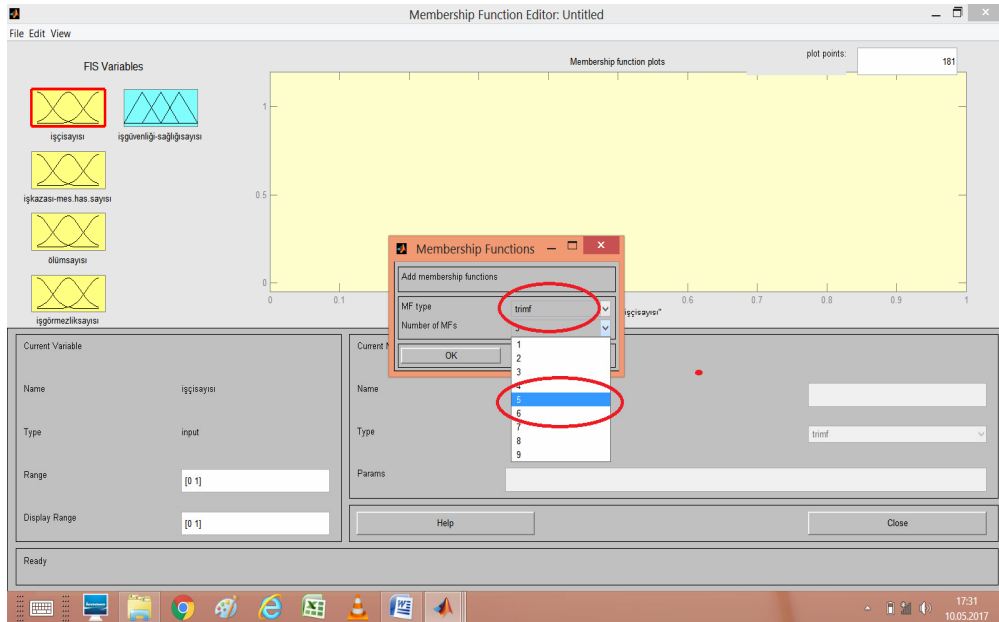
Şekil 3.11: Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi

6) Değişkenlere çift tıklayarak ‘membership function editor’ yani üyelik fonksiyonu sayfası açılır. Burada her değişken için üyelik fonksiyonu belirlenir.



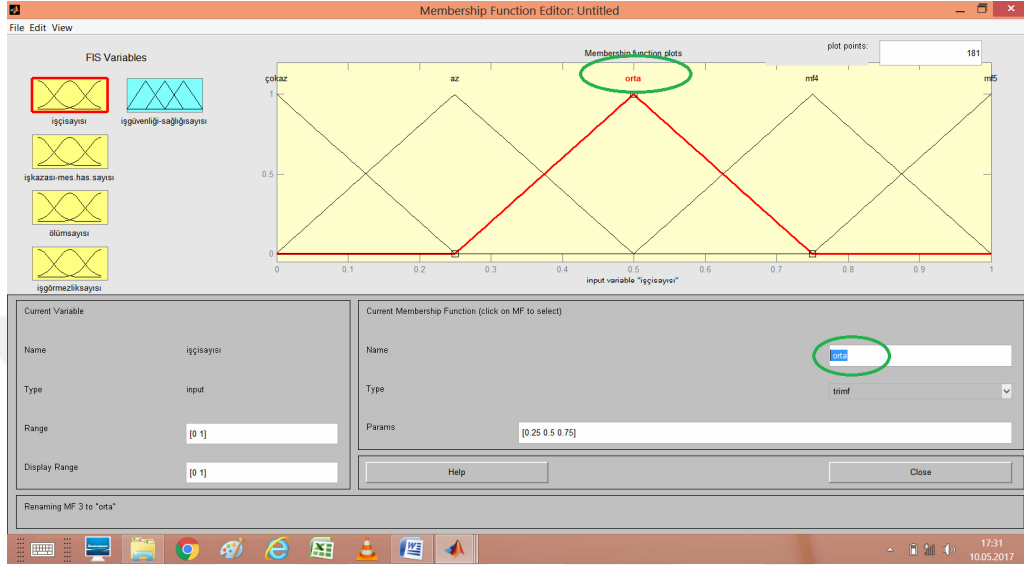
Şekil 3.12: Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi

7) Edit> Add MFs tıklayarak üyelik fonksiyonu için kullanılacak sözel değişkenlerin adedi ve üyelik fonksiyonunu tipi belirlenir.



Şekil 3.13: Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi

- 8) Burada input değerleri için 5 adet sözel değişken, output değeri için 9 adet sözel değişken kullanılacaktır. Üyelik fonksiyonu olarak da çokça tercih edilen üçgen üyelik fonksiyonu (trimf) kullanılacaktır.



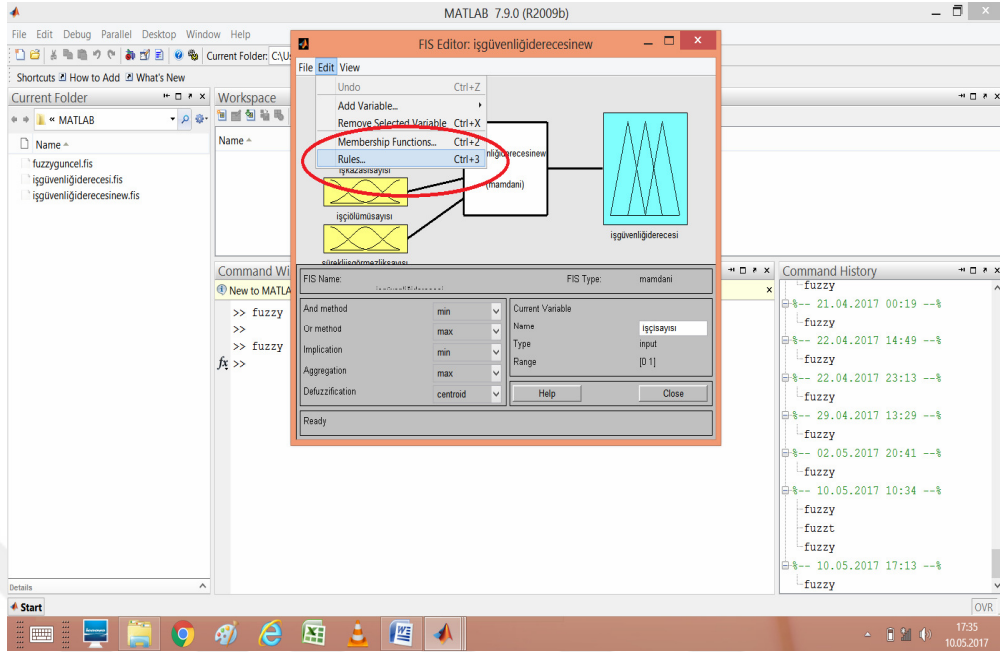
Şekil 3.14: Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi

- 9) Giriş (input) değerleri için kullanılan sözel ifadeler yazılır. Giriş değerleri için kullanılan sözel ifadeler '**çok az, az, orta, fazla, çok fazla**' ifadeleridir.

Çıkış (output) değeri için kullanılan sözel ifadeler ise '**çok çok çok kötü, çok çok kötü, çok kötü, kötü, orta, iyi, çok iyi, çok çok iyi, çok çok çok iyi**' ifadeleridir.

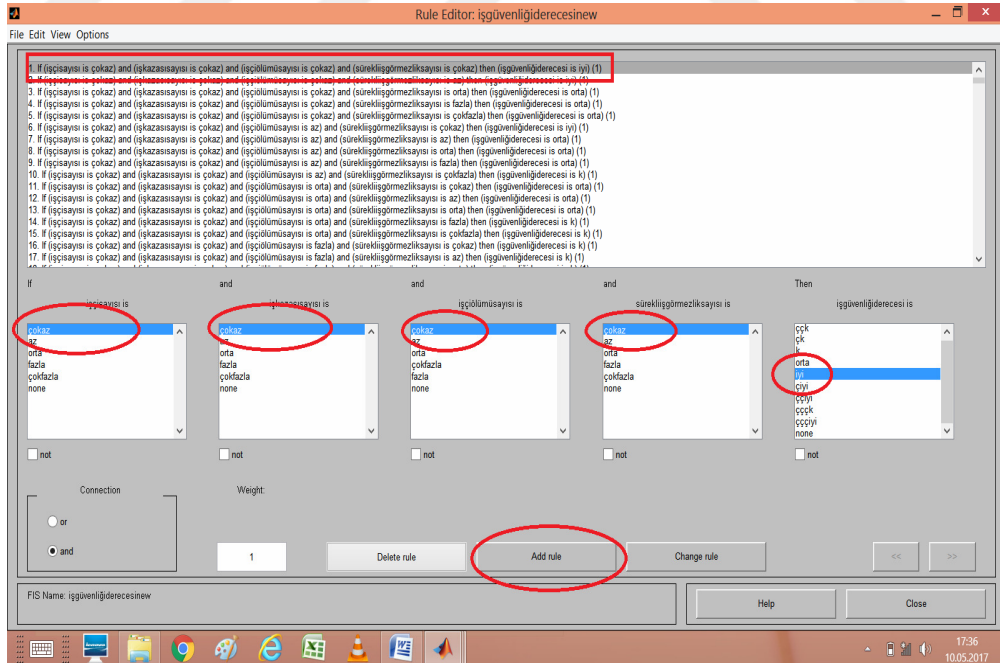
Programdaki '**params**' alanı üyelik fonksiyonunda kullanılan her bir sözel ifadenin aralığını belirtmektedir. Ekranda görülen işçi sayısının üyelik fonksiyonun '**orta**' ifadesinin aralığını ifade etmektedir.

'**range**' ise üyelik fonksiyonunda kullanılan sözel ifadelerin hepsini kapsayan aralığı ifade eder. Kullanılan input değerleri [0,1] aralığına sıkıştırıldığı için range değeri değişmez. Output değeri [0,100] aralığı olarak değiştirilir.



Şekil 3.15: Kural tabanı sayfası

10) **Edit> Rules** seçilerek kural tabanı sayfası açılır.



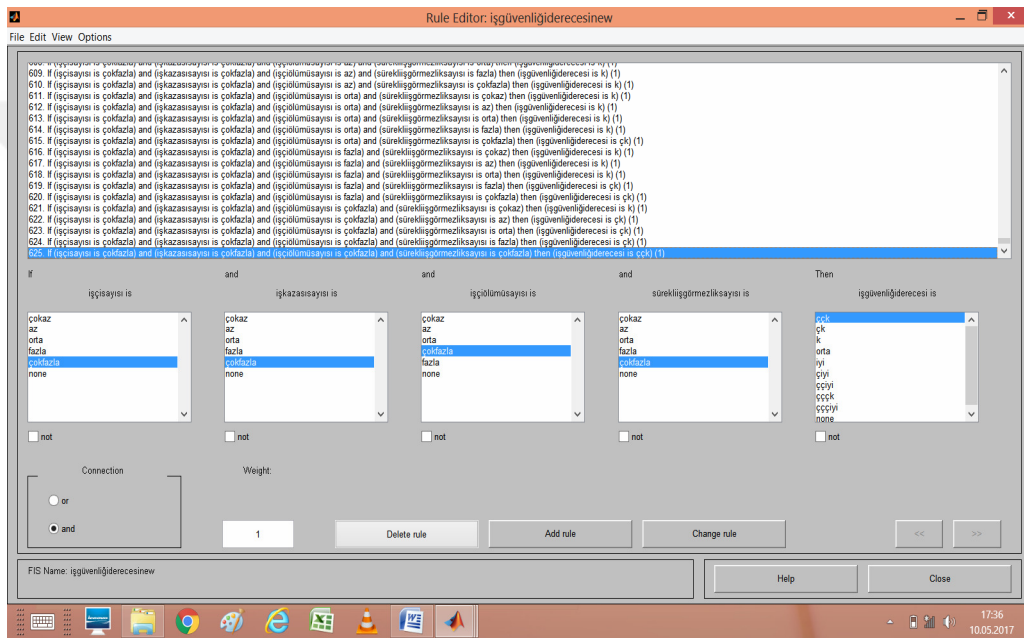
Şekil 3.16: Kurallar dizininin oluşturulması

11) Kural tabanında her bir durum için kural oluşturulur. Kullandığımız 4 input değişkeni ve 5 sözel parametre olduğu için $5^4=625$ adet kural olmalıdır.

Altta oluşturulan sözel değişken butonundan tek tek sözel değişkenler seçilerek ‘Add rule’ tıklanıp kural oluşturulur.

Birinci kuralımızın ifadesi;

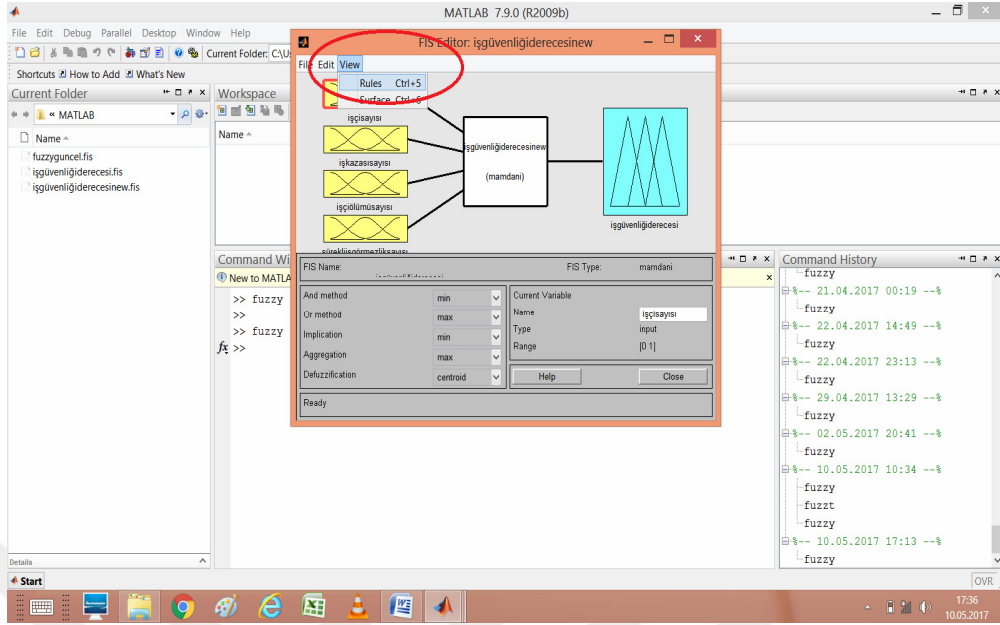
EĞER işçi sayısı ‘çok az’ **ve** iş kazası ve meslek hastalığı sayısı ‘çok az’ **ve** iş kazası ve meslek hastalığı sonucu ölüm sayısı ‘çok az’ **ve** iş kazası ve meslek hastalığı sonucu iş görmezlik sayısı ‘çok az’ **İSE** iş sağlığı ve güvenliği düzeyi ‘iyi’ dir.



Şekil 3.17: Kurallar dizininin oluşturulması

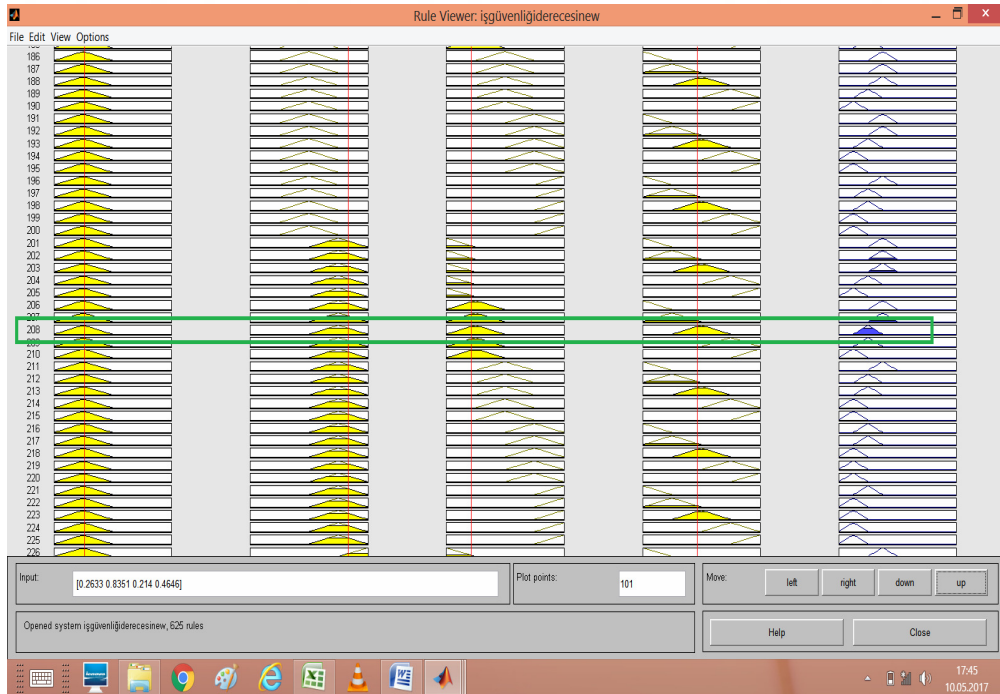
Son kuralın ifadesi ise;

EĞER işçi sayısı ‘çok fazla’ **ve** iş kazası ve meslek hastalığı sayısı ‘çok fazla’ **ve** iş kazası ve meslek hastalığı sonucu ölüm sayısı ‘çok fazla’ **ve** iş kazası ve meslek hastalığı sonucu iş görmezlik sayısı ‘çok fazla’ **İSE** iş sağlığı ve güvenliği düzeyi ‘çok çok kötü’dür.



Şekil 3.18: Bulanık çıkarım sayfasının açılması

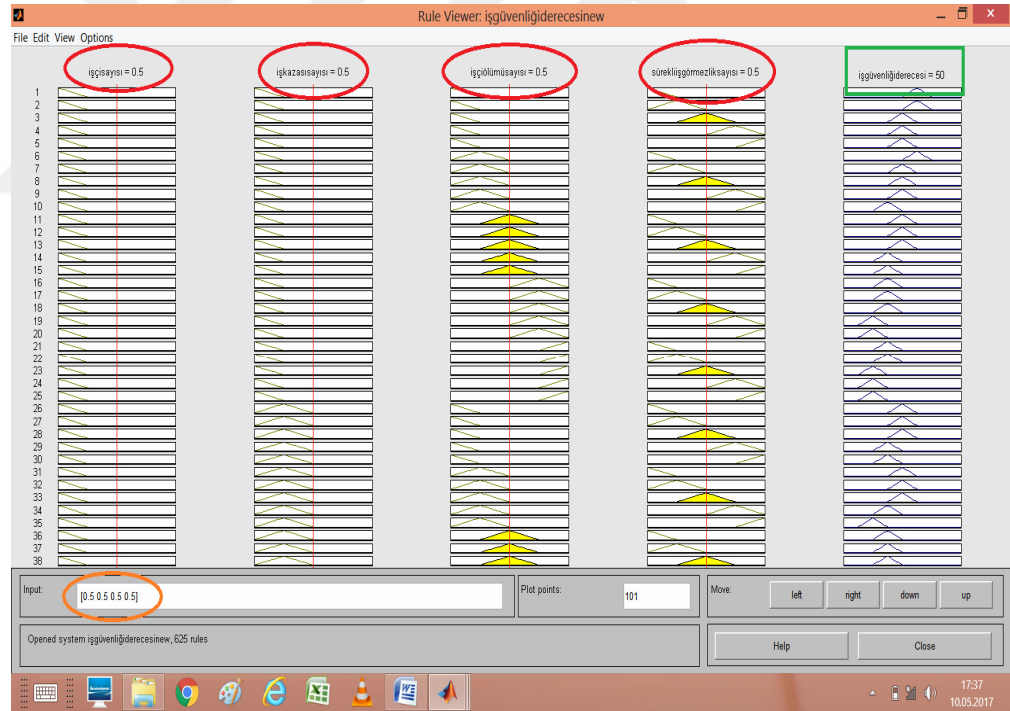
12) **View> Rules** seçilerek bulanık çıkarım sayfası açılır. Bulanık çıkarım sayfası kural dizininin grafiksel ifadesidir.



Şekil 3.19: Bulanık çıkarım sayfası

Yukarıdaki şekil, kural tabanının grafiksel gösterimidir. Girilen input değerlerinin bütün kurallar için üyelik fonksiyonlarını kestiği yerleri göstermektedir.

Mamdani çıkarım yöntemi kullanıldığı için input değerlerinin üyelik değerleri arasında en küçük olanı seçilir. Çıkan output değerleri arasından da üyelik değeri en büyük olanı seçilir. Yani kural tabanının grafiksel gösterimindeki 4 input değerinden üyelik değeri en düşük olan seçilir ve bu bizim kural tabanındaki output değerinin üyelik değeri olur. Bizim kural tablomuzda ortalama 5 ile 10 arasındaki kuralımız için output değerinin üyelik değeri sıfırdan farklı olur. output değerleri sıfırdan farklı çıkanlar arasından da üyelik değeri en büyük olan seçilir ve kural dizininde hangi sözel ifadeyi kesiyorsa, üyelik fonksiyonunda da o sözel ifadenin çıkan üyelik değerine karşılık gelen sayısal değeri bizim çıkış değerimizdir.

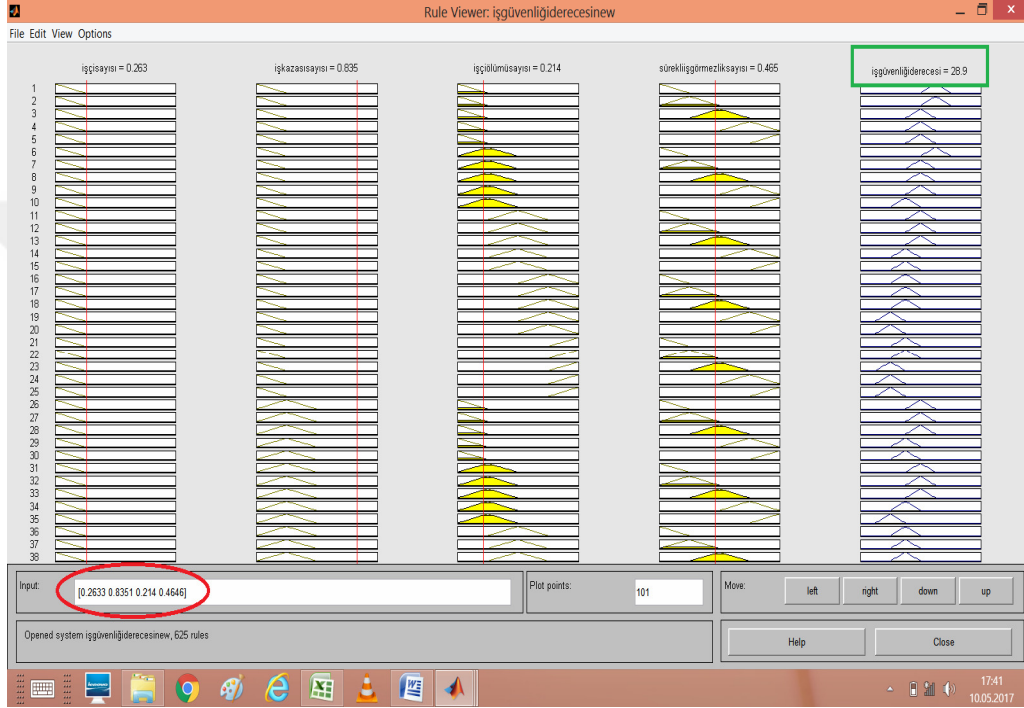


Şekil 3.20: Bulanık çıkarım ve durulama sayfası

- 13) Altındaki kutucukta input değerleri yazılan alan vardır. Sırası ile input değerleri kutucuktaki alana bir boşluk bırakılarak şekildeki gibi yazılır ve enter tuşuna basılır.

Üstteki kutucukta ise yazılan input değerleri ve bulanık çıkarım sonucu durulanıp sayısal değere dönüştürülen output değeri yer almaktadır.

Yukarıdaki ekran görüntüsü, input değerleri [0.5 0.5 0.5 0.5] olduğunda iş sağlığı ve güvenliği düzeyi %50 olduğunu ifade etmektedir.



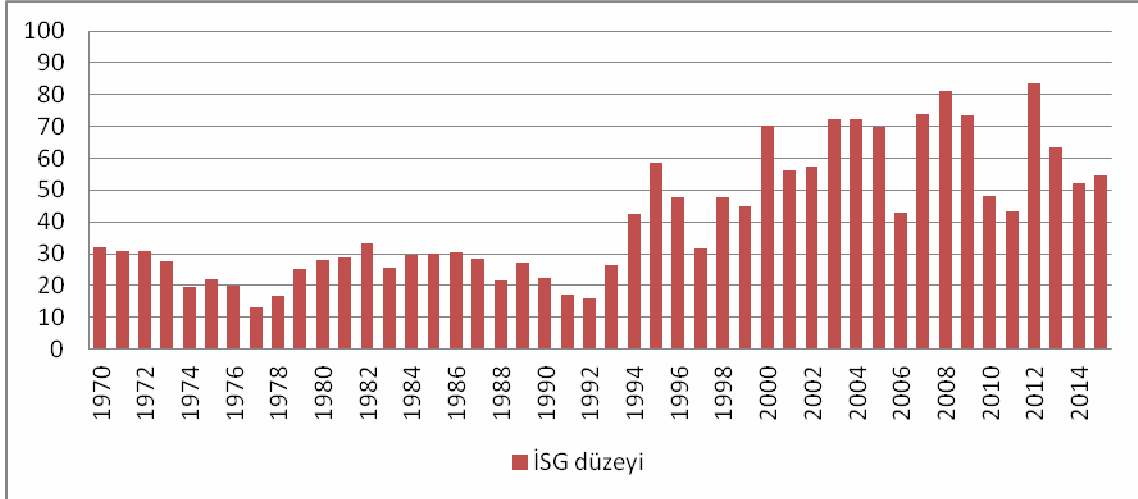
Şekil 3.21: Bulanık çıkarım ve durulama sayfası

3.1.7. Çıkan Sonuçlar

Matlab programının son kısmındaki input kutucuğuna normalize edilmiş veriler yazılarak her yıla ait iş sağlığı ve güvenliği düzeyi output değeri bulunmuştur. Aşağıdaki tabloda 1.uygulama sonucu elde edilen İSG düzeyi verilmiştir.

Tablo 3.4: Bulanık mantık kullanarak elde edilen İSG düzeyi

Tarih	İşçi Sayısı	İş Kaz. Ve Mes. Has. Sayısı	Ölen Kişi Sayısı	Sürekli İş Görmezlik Sayısı	İSG Düzeyi	Tarih	İşçi Sayısı	İş Kaz. Ve Mes. Has. Sayısı	Ölen Kişi Sayısı	Sürekli İş Görmezlik Sayısı	İSG Düzeyi
1970	0	0,6016	0,0859	0,5149	32,2	1971	0,0072	0,6328	0	0,5587	31
1972	0,0167	0,7173	0,0886	0,4586	30,9	1974	0,0383	0,8594	0,3581	0,5908	19
1973	0,0265	0,8351	0,214	0,4646	27,5	1975	0,0402	0,8753	0,2435	0,5521	22
1976	0,0555	0,974	0,3259	0,5982	19,8	1977	0,0692	1	0,4942	0,8142	13
1978	0,0704	0,9572	0,3509	0,683	16,8	1979	0,0661	0,9004	0,4181	0,3161	25
1980	0,0703	0,7102	0,3859	0,4804	28	1981	0,0721	0,7497	0,3178	0,4311	29
1982	0,075	0,6206	0,222	0,236	33,4	1983	0,0799	0,6075	0,436	0,567	26
1984	0,0887	0,6603	0,2704	0,5023	29,6	1985	0,102	0,6271	0,2632	0,547	30
1986	0,1184	0,6471	0,47	0,4227	30,6	1987	0,1234	0,7047	0,2283	0,5163	28
1988	0,144	0,7976	0,5192	0,3706	21,5	1989	0,1543	0,7092	0,5076	0,4749	27
1990	0,1681	0,6833	0,6347	0,6536	22,4	1991	0,1801	0,4996	0,5425	0,9125	17
1992	0,1957	0,5656	0,8953	0,7775	16	1993	0,2099	0,3509	0,4306	1	27
1994	0,2277	0,2254	0,4038	0,6597	42,4	1995	0,2441	0,1958	0,1925	0,379	59
1996	0,261	0,1875	0,6383	0,4074	47,7	1997	0,2772	0,2701	0,6258	0,9642	32
1998	0,3142	0,224	0,4575	0,6066	47,9	1999	0,291	0,1239	0,521	0,6159	45
2000	0,3106	0,1016	0,1325	0,0554	70,2	2001	0,2817	0,0838	0,3751	0,2291	56
2002	0,3082	0,0836	0,2587	0,2076	57,5	2003	0,3391	0,1147	0,2032	0,0358	72
2004	0,3837	0,1661	0,231	0,0219	72,4	2005	0,4418	0,095	0,4378	0	70
2006	0,5128	0,1316	0,9033	0,2696	42,9	2007	0,5669	0,1429	0,4118	0,0819	74
2008	0,5904	0,0881	0,2525	0,0363	81,1	2009	0,6083	0,026	0,5264	0,1369	73
2010	0,6872	0,0158	0,7708	0,2803	48	2011	0,766	0,0612	1	0,392	43
2012	0,8376	0,1018	0,1441	0,3887	83,4	2013	0,8806	0,0024	0,6956	0,4334	64
2014	0,9975	0,0065	0,9338	0,4604	52,1	2015	1	0	0,5989	0,9586	55

**Şekil 3.22:** İSG düzeyinin yıllara göre dağılımı

1. uygulama sonucu elde edilen İSG düzeyi için;

- 1970’li yıllarda düşük olduğu görülmektedir. En düşük değer 1977 yılında olup %13 oranındadır.

- 1980’li yılların da düşük olduğu görülmekte olup, ortalama %30 olduğu görülmektedir.
- 1990’lı yıllarda İSG düzeyinde ilk yıllarda düşük seyretse de daha sonraları artış kaydetmiş olduğu görülmektedir. 1995 yılında %59 oranına yükselmiştir.
- 2000’li yıllarda dağınık olarak artış gösterdiği görülmektedir. 2000 yılında %70 iken 2012 yılında %83’e yükseldiği, daha sonra ise %55 oranına kadar düştüğü görülmektedir.

3.2. İkinci Uygulama

Türkiye’nin iş sağlığı ve güvenliği düzeyini, giriş parametrelerini değiştirerek tekrar bulmaya çalışalım.

Sırası ile yapılacak işlemler;

- 1) Giriş parametrelerinin belirlenmesi ve verilerin normalize edilmesi
- 2) Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi
- 3) Kural tabanının oluşturulması
- 4) Programın uygulanması ve çıktı değerleri

3.2.1. Giriş Parametrelerinin Belirlenmesi ve Verilerin Normalize Edilmesi

Giriş parametreleri;

- 1: iş kazası ve meslek hastalıkları sayısının işçi sayısına oranı
- 2: iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu ölen kişi sayısının işçi sayısına oranı
- 3: İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu sürekli iş görmezlik durumuna giren kişi sayısının işçi sayısına oranı
- Sonra veriler normalize edilir; yani $(x - \min) / (\max - \min)$ dönüşümü ile $[0,1]$ aralığına dönüştürülür.

Bu parametreler kullanılarak;

- her yıla ait işçi sayısı içerisindeki iş kazaları oranı,

- her yıla ait işçi sayısı içerisindeki işçi ölümleri oranı,
- her yıla ait işçi sayısı içerisindeki sürekli iş görmezlik oranı elde edilmiş olacaktır.

Her yıla ait işçi sayıları arasında çok fark vardır. 1970 yılındaki işçi sayısı 1.313.500 iken 2015 yılındaki işçi sayısı 10 kattan fazla artarak 13.999.398 kişi oldu. İş kazalarını işçi sayısına bakılarak değerlendirmek gerekmektedir.



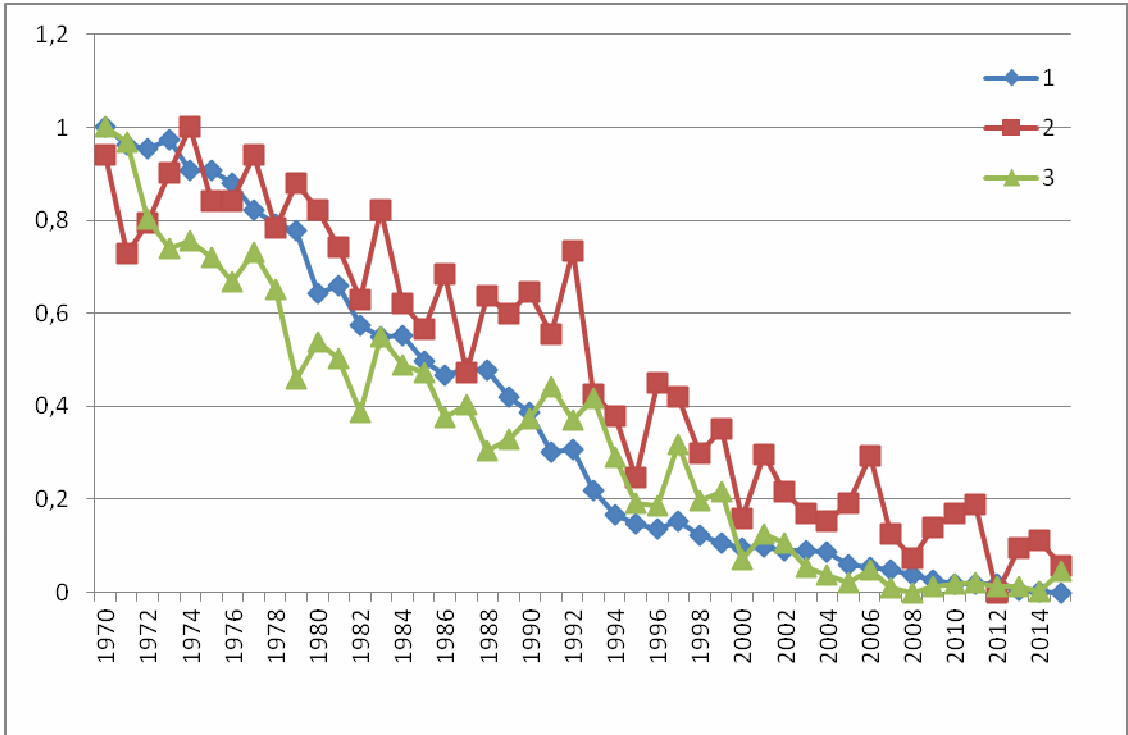
Tablo 3.5: İkinci uygulamada kullanılacak veriler ve normalize edilmiş hali

Tarih	1	2	3	Tarih	Norm 1	Norm 2	Norm 3
1970	0,109998	0,000516939	0,001888	1970	0,9397	1,0000	1,0000
1971	0,105937	0,000415001	0,001832	1971	0,7290	0,9676	0,9616
1972	0,105301	0,00044721	0,001547	1972	0,7956	0,8020	0,9555
1973	0,107328	0,00049846	0,001438	1973	0,9015	0,7390	0,9747
1974	0,100208	0,000546112	0,001468	1974	1,0000	0,7564	0,9073
1975	0,100147	0,00046892	0,001404	1975	0,8404	0,7191	0,9068
1976	0,097301	0,000469306	0,001318	1976	0,8412	0,6690	0,8798
1977	0,091254	0,000517969	0,001425	1977	0,9418	0,7314	0,8226
1978	0,087939	0,000441965	0,001288	1978	0,7847	0,6516	0,7912
1979	0,086456	0,000487825	0,000954	1979	0,8795	0,4578	0,7772
1980	0,072387	0,000459904	0,001091	1980	0,8218	0,5376	0,6440
1981	0,074088	0,000420922	0,001032	1981	0,7412	0,5032	0,6601
1982	0,064959	0,000366922	0,000831	1982	0,6296	0,3863	0,5737
1983	0,062433	0,000459771	0,001114	1983	0,8215	0,5506	0,5498
1984	0,062587	0,000362851	0,001006	1984	0,6212	0,4879	0,5513
1985	0,056762	0,00033629	0,000977	1985	0,5663	0,4715	0,4962
1986	0,053573	0,000393574	0,000811	1986	0,6847	0,3747	0,4660
1987	0,055172	0,000291081	0,000862	1987	0,4729	0,4048	0,4811
1988	0,054702	0,000370374	0,000691	1988	0,6368	0,3053	0,4767
1989	0,04875	0,000351573	0,000732	1989	0,5979	0,3290	0,4203
1990	0,045222	0,000374873	0,000806	1990	0,6461	0,3720	0,3869
1991	0,036205	0,000330432	0,000927	1991	0,5542	0,4420	0,3016
1992	0,036733	0,000416941	0,000802	1992	0,7330	0,3696	0,3066
1993	0,027555	0,000267592	0,000886	1993	0,4243	0,4183	0,2197
1994	0,021912	0,000246037	0,000664	1994	0,3798	0,2897	0,1663
1995	0,019942	0,000180922	0,000496	1995	0,2452	0,1922	0,1477
1996	0,018772	0,000280257	0,000486	1996	0,4505	0,1865	0,1366
1997	0,020355	0,000265421	0,000713	1997	0,4198	0,3182	0,1516
1998	0,01734	0,000206433	0,000505	1998	0,2979	0,1974	0,1231
1999	0,015574	0,000232748	0,000539	1999	0,3523	0,2170	0,1064
2000	0,014245	0,000139129	0,000284	2000	0,1588	0,0692	0,0938
2001	0,014808	0,000205039	0,000382	2001	0,2950	0,1259	0,0991
2002	0,01385	0,000166945	0,000348	2002	0,2163	0,1065	0,0900
2003	0,013654	0,00014425	0,000258	2003	0,1694	0,0542	0,0882
2004	0,013562	0,000136057	0,00023	2004	0,1524	0,0377	0,0873
2005	0,010685	0,000154945	0,000199	2005	0,1915	0,0195	0,0601
2006	0,010108	0,000203616	0,00025	2006	0,2921	0,0492	0,0546
2007	0,009477	0,000122628	0,000182	2007	0,1247	0,0100	0,0487
2008	0,008288	9,82621E-05	0,000165	2008	0,0743	0,0000	0,0374
2009	0,007122	0,000129676	0,000185	2009	0,1392	0,0115	0,0264
2010	0,006271	0,000143956	0,000197	2010	0,1688	0,0186	0,0183
2011	0,006276	0,000154112	0,000201	2011	0,1897	0,0209	0,0184
2012	0,006271	6,23135E-05	0,000185	2012	0,0000	0,0116	0,0183
2013	0,004889	0,000108938	0,000185	2013	0,0964	0,0114	0,0052
2014	0,00441	0,00011641	0,000169	2014	0,1118	0,0025	0,0007
2015	0,004336	8,94324E-05	0,000245	2015	0,0561	0,0466	0,0000

1: iş kazaları ve meslek hastalıkları sayısı/ işçi sayısı

2: iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu ölen kişi sayısı/ işçi sayısı

3: iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu sürekli iş görmezlik durumuna giren kişi sayısı/ işçi sayısı



Şekil 3.23: İkinci uygulamada kullanılacak verilerin normalize edilmiş hali

- 2.uygulamada kullanılacak normalize edilmiş verilere göre iş kazaları oranı devamlı azalmıştır. En yüksek iş kazası oranı 1974 yılında, en düşük iş kazası oranı 2012 yılında kaydedilmiştir.
- İşçi ölümleri oranı ve sürekli iş görmezlik oranları da azalmıştır. Fakat düzenli bir azalış göstermemektedir. En yüksek işçi ölümleri oranı ve sürekli iş görmezlik oranı 1970 yılında kaydedilmiştir. En düşük işçi ölümü oranı 2008, en düşük sürekli iş görmezlik oranı 2015 yılında kaydedilmiştir.

3.2.2. Üyelik Fonksiyonunun Belirlenmesi:

Üyelik fonksiyonu olarak gauss üyelik fonksiyonu kullanılacaktır. Üyelik fonksiyonunda kullanılacak sözel ifadeler önceki uygulamada kullanılan sözel ifadeler ile aynı olacaktır.

Tablo 3.6: Üyelik fonksiyonunda kullanılacak sözel ifadeler

İş kazası ve meslek has. Sayısı/ işçi sayısı	ÇA(çok az), A(az), O(orta), F(fazla), ÇF(çok fazla)
Ölüm sayısı/ işçi sayısı	ÇA(çok az), A(az), O(orta), F(fazla), ÇF(çok fazla)
Sürekli iş görmezlik sayısı/ işçi sayısı	ÇA(çok az), A(az), O(orta), F(fazla), ÇF(çok fazla)
İş sağlığı ve güvenliği düzeyi	ÇÇÇK(çok çok çok kötü), ÇÇK(çok çok kötü), ÇK(çok kötü), K(kötü), O(orta), İ(iyi), Çİ(çok iyi), ÇÇİ(çok çok iyi), ÇÇÇİ(çok çok çok iyi)

3.2.3. Kural Tabanının Oluşturulması

Her bir durum için kural oluşturulacaktır. 3 input değeri ve input değerleri için üyelik fonksiyonunda kullanılacak 5 adet sözel ifade olacağı için $5^3=125$ adet kural olacaktır.

Kural tabanında kullanılan parametreler:

- 1: iş kazası ve meslek hastalıkları sayısının işçi sayısına oranı
- 2: iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu ölen kişi sayısının işçi sayısına oranı
- 3: İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu sürekli iş görmezlik durumuna giren kişi sayısının işçi sayısına oranı

İSG: iş

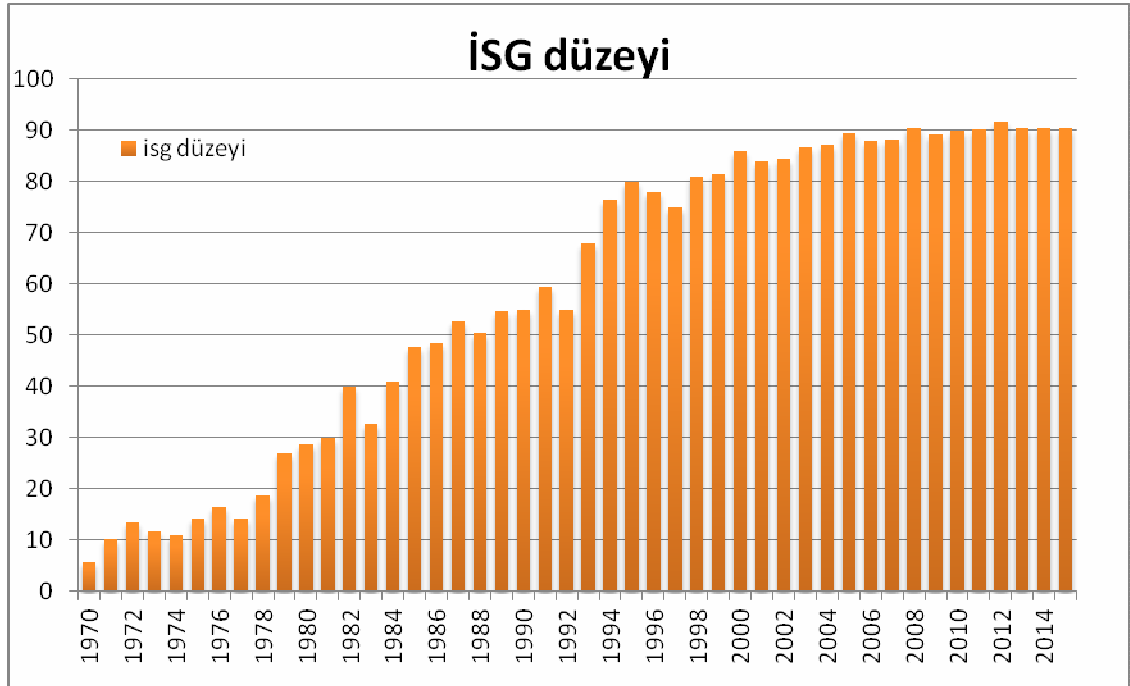
Tablo 3.7: İkinci uygulamanın kural tabanı

	1	2	3	İSG		1	2	3	İSG		1	2	3	İSG
1	ÇA	ÇA	ÇA	ÇÇÇİ	2	ÇA	ÇA	A	ÇÇÇİ	3	ÇA	ÇA	O	ÇÇİ
4	ÇA	ÇA	F	Çİ	5	ÇA	ÇA	ÇF	İ	6	ÇA	A	ÇA	ÇÇÇİ
7	ÇA	A	A	ÇÇİ	8	ÇA	A	O	Çİ	9	ÇA	A	F	İ
10	ÇA	A	ÇF	O	11	ÇA	O	ÇA	ÇÇİ	12	ÇA	O	A	Çİ
13	ÇA	O	O	İ	14	ÇA	O	F	O	15	ÇA	O	ÇF	K
16	ÇA	F	ÇA	Çİ	17	ÇA	F	A	İ	18	ÇA	F	O	O
19	ÇA	F	F	K	20	ÇA	F	ÇF	ÇK	21	ÇA	ÇF	ÇA	İ
22	ÇA	ÇF	A	O	23	ÇA	ÇF	O	K	24	ÇA	ÇF	F	K
25	ÇA	ÇF	ÇF	ÇK	26	A	ÇA	ÇA	ÇÇÇİ	27	A	ÇA	A	ÇÇİ
28	A	ÇA	O	Çİ	29	A	ÇA	F	İ	30	A	ÇA	ÇF	O
31	A	A	ÇA	ÇÇİ	32	A	A	A	Çİ	33	A	A	O	İ
34	A	A	F	O	35	A	A	ÇF	O	36	A	O	ÇA	Çİ
37	A	O	A	Çİ	38	A	O	O	İ	39	A	O	F	O
40	A	O	ÇF	K	41	A	F	ÇA	Çİ	42	A	F	A	İ
43	A	F	O	O	44	A	F	F	K	45	A	F	ÇF	ÇK
46	A	ÇF	ÇA	İ	47	A	ÇF	A	O	48	A	ÇF	O	K
49	A	ÇF	F	ÇK	50	A	ÇF	ÇF	ÇÇK	51	O	ÇA	ÇA	ÇÇİ
52	O	ÇA	A	Çİ	53	O	ÇA	O	İ	54	O	ÇA	F	O
55	O	ÇA	ÇF	K	56	O	A	ÇA	Çİ	57	O	A	A	İ
58	O	A	O	O	59	O	A	F	O	60	O	A	ÇF	K
61	O	O	ÇA	İ	62	O	O	A	O	63	O	O	O	O
64	O	O	F	K	65	O	O	ÇF	ÇK	66	O	F	ÇA	O
67	O	F	A	O	68	O	F	O	K	69	O	F	F	K
70	O	F	ÇF	ÇK	71	O	ÇF	ÇA	O	72	O	ÇF	A	O
73	O	ÇF	O	K	74	O	ÇF	F	ÇK	75	O	ÇF	ÇF	ÇÇK
76	F	ÇA	ÇA	Çİ	77	F	ÇA	A	İ	78	F	ÇA	O	O
79	F	ÇA	F	K	80	F	ÇA	ÇF	ÇK	81	F	A	ÇA	İ
82	F	A	A	İ	83	F	A	O	O	84	F	A	F	K
85	F	A	ÇF	ÇK	86	F	O	ÇA	O	87	F	O	A	O
88	F	O	O	K	89	F	O	F	ÇK	90	F	O	ÇF	ÇK
91	F	F	ÇA	K	92	F	F	A	K	93	F	F	O	ÇK
94	F	F	F	ÇK	95	F	F	ÇF	ÇÇK	96	F	ÇF	ÇA	K
97	F	ÇF	A	ÇK	98	F	ÇF	O	ÇK	99	F	ÇF	F	ÇÇK
100	F	ÇF	ÇF	ÇÇÇK	101	ÇF	ÇA	ÇA	İ	102	ÇF	ÇA	A	O
103	ÇF	ÇA	O	O	104	ÇF	ÇA	F	K	105	ÇF	ÇA	ÇF	ÇK
106	ÇF	A	ÇA	O	107	ÇF	A	A	O	108	ÇF	A	O	K
109	ÇF	A	F	ÇK	110	ÇF	A	ÇF	ÇÇK	111	ÇF	O	ÇA	K
118	ÇF	F	O	ÇÇK	119	ÇF	F	F	ÇÇK	120	ÇF	F	ÇF	ÇÇÇK
121	ÇF	ÇF	ÇA	ÇK	122	ÇF	ÇF	A	ÇÇK	123	ÇF	ÇF	O	ÇÇK
124	ÇF	ÇF	F	ÇÇÇK	125	ÇF	ÇF	ÇF	ÇÇÇK					

3.2.4. Programın Uygulanması ve Çıktı Değerleri

Tablo 3.8: İkinci uygulama sonucu elde edilen İSG düzeyi

Tarih	1	2	3	İSG Düzeyi	Tarih	1	2	3	İSG Düzeyi
1970	1	0,9397	1	5,83	1971	0,9616	0,729	0,9676	10,1
1972	0,9555	0,7956	0,802	13,4	1973	0,9747	0,9015	0,739	11,8
1974	0,9073	1	0,7564	11	1975	0,9068	0,8404	0,7191	14,3
1976	0,8798	0,8412	0,669	16,5	1977	0,8226	0,9418	0,7314	14,2
1978	0,7912	0,7847	0,6516	18,7	1979	0,7772	0,8795	0,4578	26,9
1980	0,644	0,8218	0,5376	28,7	1981	0,6601	0,7412	0,5032	29,9
1982	0,5737	0,6296	0,3863	40	1983	0,5498	0,8215	0,5506	32,7
1984	0,5513	0,6212	0,4879	40,9	1985	0,4962	0,5663	0,4715	47,6
1986	0,466	0,6847	0,3747	48,4	1987	0,4811	0,4729	0,4048	52,6
1988	0,4767	0,6368	0,3053	50,5	1989	0,4203	0,5979	0,329	54,7
1990	0,3869	0,6461	0,372	55	1991	0,3016	0,5542	0,442	59,4
1992	0,3066	0,733	0,3696	55	1993	0,2197	0,4243	0,4183	67,8
1994	0,1663	0,3798	0,2897	76,5	1995	0,1477	0,2452	0,1922	79,8
1996	0,1366	0,4505	0,1865	77,8	1997	0,1516	0,4198	0,3182	75
1998	0,1231	0,2979	0,1974	81	1999	0,1064	0,3523	0,217	81,5
2000	0,0938	0,1588	0,0692	85,8	2001	0,0991	0,295	0,1259	83,8
2002	0,09	0,2163	0,1065	84,5	2003	0,0882	0,1694	0,0542	86,7
2004	0,0873	0,1524	0,0377	87,2	2005	0,0601	0,1915	0,0195	89,3
2006	0,0546	0,2921	0,0492	88	2007	0,0487	0,1247	0,01	88,2
2008	0,0374	0,0743	0	90,5	2009	0,0264	0,1392	0,0115	89,2
2010	0,0183	0,1688	0,0186	89,9	2011	0,0184	0,1897	0,0209	90,2
2012	0,0183	0	0,0116	91,7	2013	0,0052	0,0964	0,0114	90,3
2014	0,0007	0,1118	0,0025	90,3	2015	0	0,0561	0,0466	90,5

**Şekil 3.24:** İkinci uygulama sonucu elde edilen İSG düzeyi

- 1970’li yıllarda İSG düzeyi %10 civarında olup çok düşüktür. En düşük değer 1970 yılında kaydedilmiş olup %5,83 oranındadır.
- 1980’li yıllarda düşük düzeydedir, fakat devamlı olarak artmıştır. En düşük değer 1980 yılında %28,7 iken en yüksek değer 1989 yılında %54,7 oranındadır.
- 1990’lı yıllarda da devamlı artış kaydetmiştir. En düşük değeri 1990 yılında %55 iken en yüksek değer 1999 yılında 81,5 oranındadır.
- 2000’li yıllar ise %80-%90 arasında olup, çok az bir artış kaydetmiştir. En düşük değer 2001 yılında %83,8 iken, en yüksek değer 2012 yılında %91,7 oranı ile kaydedilmiştir.

En düşük düzey 1970 yılında, en yüksek düzey ise 2012 yılında kaydedilmiştir.

Elde edilen veriler Türkiye’nin İSG için yaptığı çalışmalardan olumlu sonuçlar aldığını göstermektedir.

3.3. Üçüncü Uygulama

Türkiye’nin iş sağlığı ve güvenliği düzeyini, giriş parametrelerini değiştirerek tekrar bulmaya çalışalım.

Sırası ile yapılacak işlemler;

- 1) Giriş parametrelerinin belirlenmesi ve verilerin normalize edilmesi
- 2) Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi
- 3) Kural tabanının oluşturulması
- 4) Programın uygulanması ve çıktı değerleri

3.3.1. Giriş Parametrelerinin Belirlenmesi ve Verilerin Normalize Edilmesi

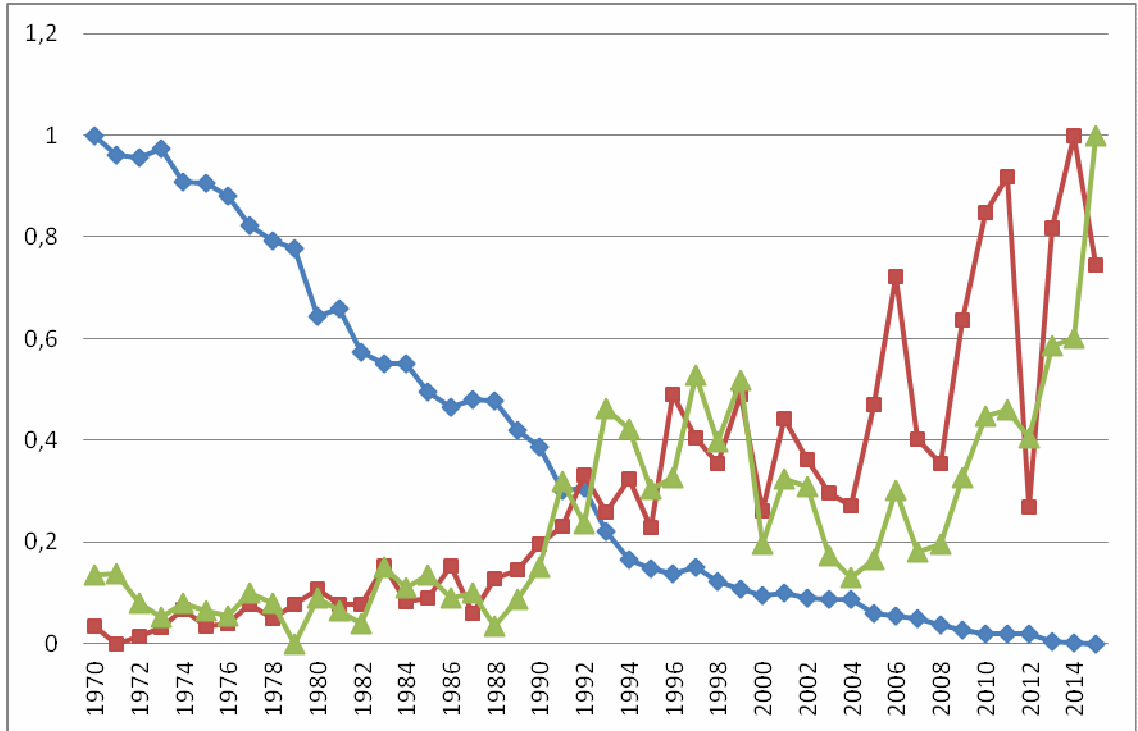
Giriş parametrelerimiz;

- 1: İş kazası ve meslek hastalıkları sayısı/işçi sayısı: çalışan işçilerin içerisinde iş kazası geçirenlerin oranını vermektedir. Bütün işçiler iş kazası geçirmiş olursa oran 1’e eşit olur. Hiç kaza olmamış ise 0’a eşit olur.

- 2: İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu ölen kişi sayısı/iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı oranını vermektedir. Geçirilen iş kazaları içerisinde ölümlle sonuçlanan iş kazalarının oranını vermektedir.
- 3: İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu iş görmezlik durumuna giren kişi sayısı/iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı oranını vermektedir. Geçirilen iş kazaları içerisinde sürekli iş görmez durumuna girenlerin oranını vermektedir. Yani 100 iş kazası ve meslek hastalığı olsa ve bunlar içerisinde 12 tanesi iş görmezlik durumuna girse o zaman oran $12/100=0.12$ olarak bulunacaktır.
- Sonra verilerimizi normalize edelim; yani $(x-\min)/(\max-\min)$ dönüşümü ile $[0,1]$ aralığına dönüştürelim. Burada en küçük değer 0, en büyük değer 1 olacaktır.

Tablo 3.9: Üçüncü uygulamada kullanılacak veriler ve normalize edilmiş hali

Tarih	1	2	3	Tarih	Norm 1	Norm 2	Norm 3
1970	0,11000	0,00470	0,01716	1970	1	0,03479	0,13470
1971	0,10594	0,00392	0,01730	1971	0,96156	0,00000	0,13758
1972	0,10530	0,00425	0,01469	1972	0,95554	0,01466	0,08034
1973	0,10733	0,00464	0,01340	1973	0,97473	0,03234	0,05204
1974	0,10021	0,00545	0,01465	1974	0,90735	0,06817	0,07952
1975	0,10015	0,00468	0,01402	1975	0,90676	0,03403	0,06562
1976	0,09730	0,00482	0,01354	1976	0,87983	0,04030	0,05514
1977	0,09125	0,00568	0,01562	1977	0,82260	0,07824	0,10073
1978	0,08794	0,00503	0,01464	1978	0,79123	0,04931	0,07934
1979	0,08646	0,00564	0,01103	1979	0,77719	0,07675	0,00000
1980	0,07239	0,00635	0,01508	1980	0,64404	0,10837	0,08880
1981	0,07409	0,00568	0,01393	1981	0,66014	0,07848	0,06367
1982	0,06496	0,00565	0,01279	1982	0,57374	0,07701	0,03851
1983	0,06243	0,00736	0,01784	1983	0,54983	0,15335	0,14952
1984	0,06259	0,00580	0,01607	1984	0,55129	0,08365	0,11064
1985	0,05676	0,00592	0,01722	1985	0,49616	0,08930	0,13591
1986	0,05357	0,00735	0,01513	1986	0,46599	0,15255	0,09002
1987	0,05517	0,00528	0,01563	1987	0,48112	0,06044	0,10104
1988	0,05470	0,00677	0,01263	1988	0,47667	0,12694	0,03516
1989	0,04875	0,00721	0,01501	1989	0,42034	0,14656	0,08743
1990	0,04522	0,00829	0,01782	1990	0,38695	0,19452	0,14918
1991	0,03621	0,00913	0,02559	1991	0,30162	0,23175	0,31979
1992	0,03673	0,01135	0,02183	1992	0,30661	0,33070	0,23709
1993	0,02755	0,00971	0,03215	1993	0,21975	0,25776	0,46377
1994	0,02191	0,01123	0,03031	1994	0,16634	0,32526	0,42340
1995	0,01994	0,00907	0,02487	1995	0,14770	0,22934	0,30406
1996	0,01877	0,01493	0,02591	1996	0,13662	0,48993	0,32675
1997	0,02036	0,01304	0,03504	1997	0,15161	0,40583	0,52732
1998	0,01734	0,01190	0,02913	1998	0,12308	0,35536	0,39754
1999	0,01557	0,01494	0,03460	1999	0,10636	0,49059	0,51760
2000	0,01425	0,00977	0,01995	2000	0,09379	0,26022	0,19582
2001	0,01481	0,01385	0,02579	2001	0,09911	0,44172	0,32405
2002	0,01385	0,01205	0,02516	2002	0,09005	0,36197	0,31026
2003	0,01365	0,01057	0,01893	2003	0,08818	0,29575	0,17338
2004	0,01356	0,01003	0,01695	2004	0,08732	0,27204	0,13000
2005	0,01068	0,01450	0,01859	2005	0,06009	0,47088	0,16594
2006	0,01011	0,02015	0,02471	2006	0,05462	0,72195	0,30050
2007	0,00948	0,01294	0,01923	2007	0,04865	0,40141	0,18007
2008	0,00829	0,01186	0,01990	2008	0,03741	0,35315	0,19479
2009	0,00712	0,01821	0,02593	2009	0,02637	0,63573	0,32733
2010	0,00627	0,02296	0,03141	2010	0,01832	0,84701	0,44768
2011	0,00628	0,02456	0,03201	2011	0,01836	0,91823	0,46079
2012	0,00627	0,00994	0,02950	2012	0,01831	0,26781	0,40574
2013	0,00489	0,02228	0,03777	2013	0,00523	0,81709	0,58724
2014	0,00441	0,02639	0,03836	2014	0,00071	1,00000	0,60023
2015	0,00434	0,02063	0,05656	2015	0	0,74338	1,00000



Şekil 3.25: Üçüncü Uygulamada Kullanılacak Verilerin Normalize Edilmiş Hali

- 1: iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı/işçi sayısı (mavi)
 2: iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu ölen kişi sayısı/ iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı (kırmızı)
 3: iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu sürekli iş görmezlik sayısı/ iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı (yeşil)

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi;

- İş kazaları oranı düzenli olarak azalmıştır. En yüksek değeri 1970 yılında, en düşük değeri 2015 yılında kaydetmiştir.
- İş kazaları içerisindeki işçi ölümleri oranı devamlı artmıştır. 2000’li yıllarda geniş zikzaklar çizerek artmıştır. En yüksek değeri 2014 yılında, en düşük değeri 1971 yılında kaydetmiştir.
- İş kazaları içerisindeki sürekli iş görmezlik oranı da devamlı artmıştır. 2000’li yıllarda önce azalmış, sonra hızla artmıştır. En yüksek değeri 2015 yılında, en düşük değeri 1979 yılında kaydetmiştir.

3.3.2. Üyelik Fonksiyonun Belirlenmesi

Üyelik fonksiyonu olarak bütün parametrelerimizde gauss üyelik fonksiyonu kullanılacaktır.

- İş kazası ve meslek hastalıkları sayısı/işçi sayısı: çalışan işçilerin içerisinde iş kazası geçirenlerin oranını vermektedir.
- İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu ölen kişi sayısı/iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı oranı: iş kazaları içerisinde ölümle sonuçlanan iş kazaları oranını vermektedir.
- İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu iş görmezlik durumuna giren kişi sayısı/iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı oranı: iş kazaları içerisinde sürekli iş görmezlik durumuna girenlerin oranını vermektedir.

Bu parametreler İSG çalışmalarının kalitesini belirlemektedir. Çünkü İSG'nin hedefi iş kazalarını azaltmak olduğu gibi, geçirilen iş kazalarının en asgari düzeyde atlatılmasını hedeflemektedir. İş kazaları azalıyor, fakat iş kazalarındaki yaralanma, ölüm oranları azalmıyorsa İSG çalışmalarının kalitesi sorgulanmalıdır.

Üyelik fonksiyonunda kullanılacak sözel ifadeler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.10: Üçüncü uygulamada kullanılacak üyelik fonksiyonların sözel ifadeleri

İş Kazası Ve Meslek Hastalığı Sayısı/ İşçi Sayısı	ÇA(çok az), A(az), O(orta), F(fazla), ÇF(çok fazla)
Ölüm Sayısı/ İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sayısı	ÇA(çok az), A(az), O(orta), F(fazla), ÇF(çok fazla)
Sürekli İş Görmezlik Sayısı/ İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sayısı	ÇA(çok az), A(az), O(orta), F(fazla), ÇF(çok fazla)
İş Sağlığı ve Güvenliği Düzeyi	ÇÇÇK(çok çok çok kötü), ÇÇK(çok çok kötü), ÇK(çok kötü), K(kötü), O(orta), İ(iyi), Çİ(çok iyi), ÇÇİ(çok çok iyi), ÇÇÇİ(çok çok çok iyi)

3.3.3. Kural Tabanının Oluşturulması

Giriş parametrelerimiz 3 tane ve giriş parametreleri üyelik fonksiyonunda kullanılan sözel ifadeler 5'er tane olduğu için kural tabanımız $5^3=125$ dizinden oluşacaktır.

Kuralımız şu şekilde olacaktır:

EĞER iş kazası ve meslek hastalığı sayısı/ işçi sayısı (1) ‘.....’ ve ölüm sayısı/ iş kazası ve meslek hastalığı sayısı (2) ‘.....’ ve Sürekli iş görmezlik sayısı/ iş kazası ve meslek hastalığı sayısı (3) ‘.....’ İSE İSG düzeyi ‘.....’ olur.

Tablo 3.11: Üçüncü Uygulamada Kullanılacak Kural Tabanı

	1	2	3	İSG		1	2	3	İSG		1	2	3	İSG
1	ÇA	ÇA	ÇA	ÇÇÇİ	2	ÇA	ÇA	A	ÇÇÇİ	3	ÇA	ÇA	O	ÇÇİ
4	ÇA	ÇA	F	Çİ	5	ÇA	ÇA	ÇF	İ	6	ÇA	A	ÇA	ÇÇÇİ
7	ÇA	A	A	ÇÇİ	8	ÇA	A	O	Çİ	9	ÇA	A	F	İ
10	ÇA	A	ÇF	O	11	ÇA	O	ÇA	ÇÇİ	12	ÇA	O	A	Çİ
13	ÇA	O	O	İ	14	ÇA	O	F	O	15	ÇA	O	ÇF	K
16	ÇA	F	ÇA	Çİ	17	ÇA	F	A	İ	18	ÇA	F	O	O
19	ÇA	F	F	K	20	ÇA	F	ÇF	ÇK	21	ÇA	ÇF	ÇA	İ
22	ÇA	ÇF	A	O	23	ÇA	ÇF	O	K	24	ÇA	ÇF	F	K
25	ÇA	ÇF	ÇF	ÇK	26	A	ÇA	ÇA	ÇÇÇİ	27	A	ÇA	A	ÇÇİ
28	A	ÇA	O	Çİ	29	A	ÇA	F	İ	30	A	ÇA	ÇF	O
31	A	A	ÇA	ÇÇİ	32	A	A	A	Çİ	33	A	A	O	İ
34	A	A	F	O	35	A	A	ÇF	O	36	A	O	ÇA	Çİ
37	A	O	A	Çİ	38	A	O	O	İ	39	A	O	F	O
40	A	O	ÇF	K	41	A	F	ÇA	Çİ	42	A	F	A	İ
43	A	F	O	O	44	A	F	F	K	45	A	F	ÇF	ÇK
46	A	ÇF	ÇA	İ	47	A	ÇF	A	O	48	A	ÇF	O	K
49	A	ÇF	F	ÇK	50	A	ÇF	ÇF	ÇÇK	51	O	ÇA	ÇA	ÇÇİ
52	O	ÇA	A	Çİ	53	O	ÇA	O	İ	54	O	ÇA	F	O
55	O	ÇA	ÇF	K	56	O	A	ÇA	Çİ	57	O	A	A	İ
58	O	A	O	O	59	O	A	F	O	60	O	A	ÇF	K
61	O	O	ÇA	İ	62	O	O	A	O	63	O	O	O	O
64	O	O	F	K	65	O	O	ÇF	ÇK	66	O	F	ÇA	O
67	O	F	A	O	68	O	F	O	K	69	O	F	F	K
70	O	F	ÇF	ÇK	71	O	ÇF	ÇA	O	72	O	ÇF	A	O
73	O	ÇF	O	K	74	O	ÇF	F	ÇK	75	O	ÇF	ÇF	ÇÇK
76	F	ÇA	ÇA	Çİ	77	F	ÇA	A	İ	78	F	ÇA	O	O
79	F	ÇA	F	K	80	F	ÇA	ÇF	ÇK	81	F	A	ÇA	İ
82	F	A	A	İ	83	F	A	O	O	84	F	A	F	K
85	F	A	ÇF	ÇK	86	F	O	ÇA	O	87	F	O	A	O
88	F	O	O	K	89	F	O	F	ÇK	90	F	O	ÇF	ÇK
91	F	F	ÇA	K	92	F	F	A	K	93	F	F	O	ÇK
94	F	F	F	ÇK	95	F	F	ÇF	ÇÇK	96	F	ÇF	ÇA	K
97	F	ÇF	A	ÇK	98	F	ÇF	O	ÇK	99	F	ÇF	F	ÇÇK
100	F	ÇF	ÇF	ÇÇÇK	101	ÇF	ÇA	ÇA	İ	102	ÇF	ÇA	A	O
103	ÇF	ÇA	O	O	104	ÇF	ÇA	F	K	105	ÇF	ÇA	ÇF	ÇK
106	ÇF	A	ÇA	O	107	ÇF	A	A	O	108	ÇF	A	O	K
109	ÇF	A	F	ÇK	110	ÇF	A	ÇF	ÇÇK	111	ÇF	O	ÇA	K
118	ÇF	F	O	ÇÇK	119	ÇF	F	F	ÇÇK	120	ÇF	F	ÇF	ÇÇÇK
121	ÇF	ÇF	ÇA	ÇK	122	ÇF	ÇF	A	ÇÇK	123	ÇF	ÇF	O	ÇÇK
124	ÇF	ÇF	F	ÇÇÇK	125	ÇF	ÇF	ÇF	ÇÇÇK					

1: iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı/işçi sayısı

2: işçi ölümleri sayısı/ iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı

3: sürekli iş görmezlik sayısı/ iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı

3.3.4. Programın Uygulanması ve Çıktı Değerleri

- Matlab programı fuzzy arayüzünde Mamdani tipi bulanık çıkarım yöntemi seçildi.
- Üyelik fonksiyonu ve sözel ifadeler seçildi: gauss üyelik fonksiyonu seçilmiştir.

- Kural tabanı yazıldı. 125 adet kural oluşturulmuştur.
- Bulanık çıkarım ve durulama sayfası açıldı. Her bir tarihe karşılık gelen parametrelerdeki normalize edilmiş değerler girilerek çıktı değerleri elde edildi.

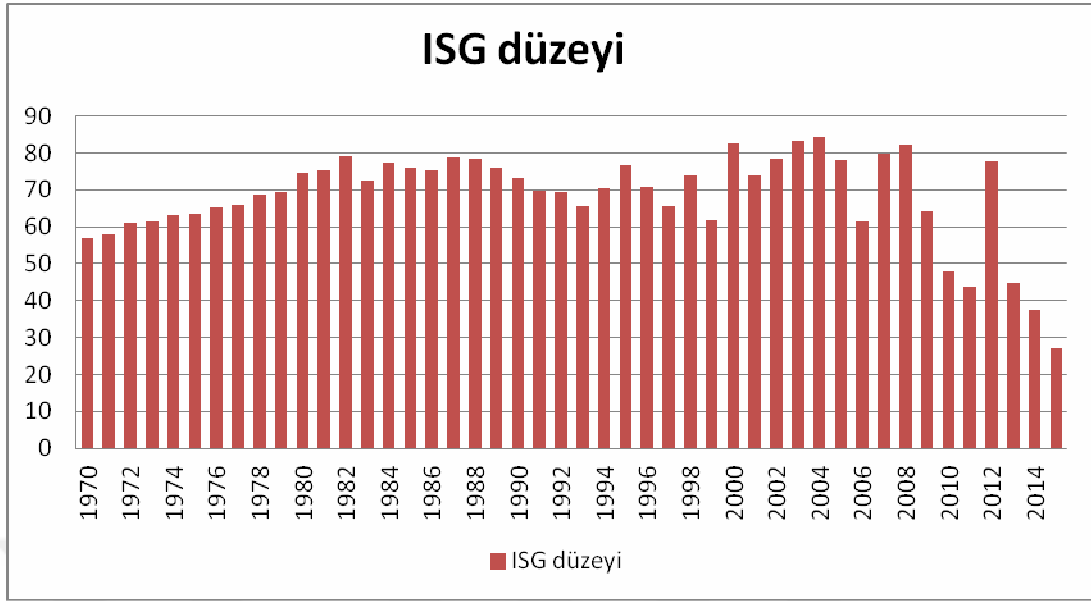
Tablo 3.12: Üçüncü Uygulama Sonucu. Elde Edilen İSG Düzeyi

Tari	1	2	3	İSG	Tari	1	2	3	İSG
1970	1	0,03479	0,1347	56,9	1971	0,96156	0	0,13758	58,1
1972	0,95554	0,01466	0,08034	61,1	1973	0,97473	0,03234	0,05204	61,6
1974	0,90735	0,06817	0,07952	63	1975	0,90676	0,03403	0,06562	63,6
1976	0,87983	0,0403	0,05514	65,3	1977	0,8226	0,07824	0,10073	66
1978	0,79123	0,04931	0,07934	68,6	1979	0,77719	0,07675	0	69,4
1980	0,64404	0,10837	0,0888	74,6	1981	0,66014	0,07848	0,06367	75,2
1982	0,57374	0,07701	0,03851	79,1	1983	0,54983	0,15335	0,14952	72,4
1984	0,55129	0,08365	0,11064	77,3	1985	0,49616	0,0893	0,13591	75,9
1986	0,46599	0,15255	0,09002	75,2	1987	0,48112	0,06044	0,10104	78,8
1988	0,47667	0,12694	0,03516	78,6	1989	0,42034	0,14656	0,08743	76,1
1990	0,38695	0,19452	0,14918	73,3	1991	0,30162	0,23175	0,31979	69,6
1992	0,30661	0,3307	0,23709	69,4	1993	0,21975	0,25776	0,46377	65,7
1994	0,16634	0,32526	0,4234	70,5	1995	0,1477	0,22934	0,30406	76,8
1996	0,13662	0,48993	0,32675	70,8	1997	0,15161	0,40583	0,52732	65,6
1998	0,12308	0,35536	0,39754	73,9	1999	0,10636	0,49059	0,5176	61,8
2000	0,09379	0,26022	0,19582	82,6	2001	0,09911	0,44172	0,32405	73,8
2002	0,09005	0,36197	0,31026	78,3	2003	0,08818	0,29575	0,17338	83,4
2004	0,08732	0,27204	0,13	84,2	2005	0,06009	0,47088	0,16594	78,2
2006	0,05462	0,72195	0,3005	61,3	2007	0,04865	0,40141	0,18007	79,8
2008	0,03741	0,35315	0,19479	82,2	2009	0,02637	0,63573	0,32733	64,1
2010	0,01832	0,84701	0,44768	47,9	2011	0,01836	0,91823	0,46079	43,8
2012	0,01831	0,26781	0,40574	77,6	2013	0,00523	0,81709	0,58724	44,7
2014	0,00071	1	0,60023	37,6	2015	0	0,74338	1	27,1

1: iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı/ işçi sayısı

2: işçi ölümleri sayısı/ iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı

3: sürekli iş görmezlik sayısı/ iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı



Şekil 3.26: Üçüncü Uygulama Sonucu Elde Edilen İSG Düzeyi

- 1970’li yıllardaki İSG düzeyi ortalama %60 oranındadır. Bu kadar yüksek çıkmasının sebebi ise sanayinin gelişmemiş olması, tarımcılığın ağır basmasından kaynaklanmaktadır. En düşük İSG düzeyi 1970 yılında kaydedilmiş olup %56,9 oranındadır. En yüksek değer ise 1979 yılında %69,4 oranındadır.
- 1980’li yıllarda İSG düzeyi ortalama %70 oranındadır. En düşük değer 1983 yılında kaydedilmiş olup %72,4 oranındadır. En yüksek değer ise 1982 yılında %79,1 oranındadır.
- 1990’lı yıllarda İSG düzeyinde azalma olduğu görülmektedir. En düşük değer 1999 yılında kaydedilmiş olup %61,8 oranındadır. En yüksek değer ise 1995 yılında %76,8 oranındadır.
- 2000’li yılların başında yüksek olmasına rağmen sonlarına doğru İSG düzeyi çok düşmüştür. En düşük değer 2015 yılında kaydedilmiş olup %27,1 oranındadır. En yüksek değer ise 2004 yılında %84,1 oranındadır.

İSG düzeyinin 2015 yılında en düşük seviyede olması gösteriyorki; işçi ölümleri ve sürekli iş görmezlik durumunu azaltmak için yeterli düzeyde çalışma yapılmamaktadır.

IV. BÖLÜM

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bulanık mantık yöntemi ile Türkiye’deki iş sağlığı ve güvenliği düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. İş sağlığı ve güvenliği düzeyini belirlerken kullanılan sayısal veriler; işçi sayısı, iş kazası ve meslek hastalıkları sayısı, iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu ölen kişi sayısı, iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu oluşan sürekli iş görmezlik sayısıdır. 1970-2015 yılları arasındaki veriler normalize edilerek kullanılmıştır.

Matlab programının fuzzy ara yüzü kullanılarak yapılmış olan bu çalışmada üç farklı parametre kullanılmıştır.

- 1) Birinci uygulamada kullanılan parametreler;
 - a. İşçi sayısı
 - b. İş kazası ve meslek hastalıkları sayısı
 - c. İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu ölüm sayısı
 - d. İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu sürekli iş görmezlik sayısı

Bu parametreler Türkiye’deki İSG düzeyinin genel dağılımını göstermektedir.

- 2) İkinci uygulamada kullanılan parametreler;
 - a. İş kazası ve meslek hastalıkları sayısının işçi sayısına oranı
 - b. İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu sürekli iş görmezlik sayısının işçi sayısına oranı
 - c. İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu ölüm sayısının işçi sayısına oranı

Bu oranlar;

- Çalışan işçi içerisindeki iş kazaları ve meslek hastalıkları oranını,
- Çalışan işçi içerisindeki iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu işçi ölümleri oranını
- Çalışan işçi içerisindeki iş kazası ve meslek hastalığı sonucu sürekli iş görmezlik oranını gösterdiği için **iş kazaları ve meslek hastalıkları** ön planda olarak İSG düzeyini göstermektedir.

3) Üçüncü uygulamada kullanılan parametreler;

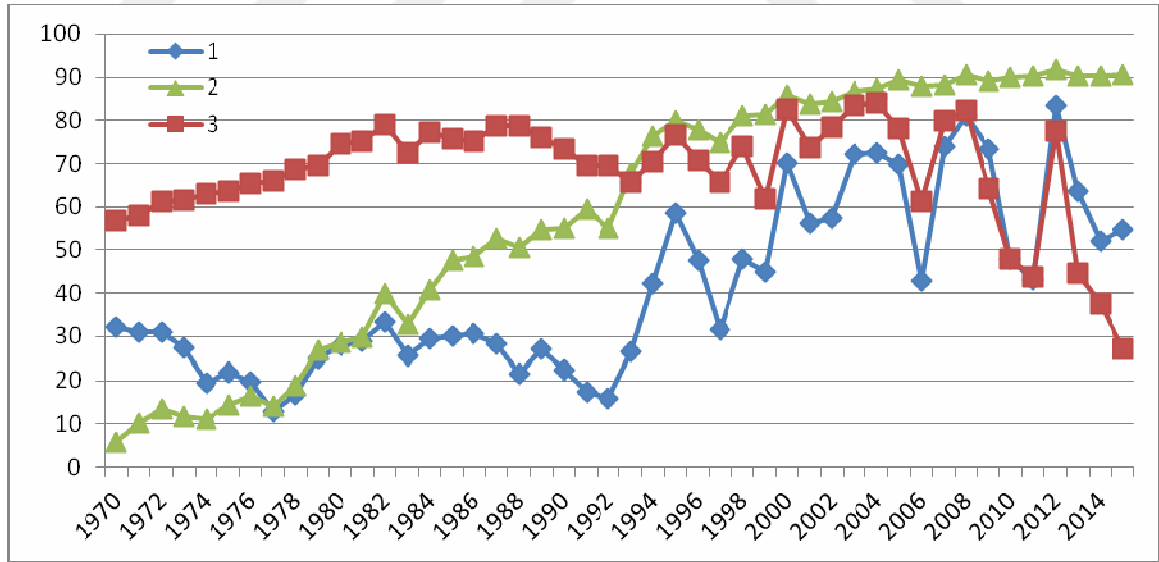
- a. İş kazaları ve meslek hastalıkları sayısının işçi sayısına oranı
- b. İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu sürekli iş görmezlik sayısının, iş kazası ve meslek hastalıkları sayısına oranı
- c. İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu ölüm sayısının, iş kazası ve meslek hastalıkları sayısına oranı

Bu parametrelerde kullanılan oranlar;

- İş kazaları ve meslek hastalıkları içerisindeki işçi ölümleri,
- İş kazaları ve meslek hastalıkları içerisindeki sürekli iş görmezlik oranını belirlediği için **işçi ölümleri ve sürekli iş görmezlik durumu** ön planda olarak İSG düzeyini göstermektedir.
- ✓ Birinci uygulama genel İSG düzeyini göstermektedir.
- ✓ İkinci uygulama iş kazaları ve meslek hastalıkları ön planda olarak İSG düzeyini göstermektedir.
- ✓ Üçüncü uygulama işçi ölümleri ve sürekli iş görmezlik durumu ön planda olarak İSG düzeyini göstermektedir.

Tablo 4.1: Uygulamalar sonucu elde edilen İSG düzeyleri

Tarih	1. Uygulama	2. Uygulama	3. Uygulama	Tarih	1. Uygulama	2. Uygulama	3. Uygulama
1970	32,2	5,83	56,9	1971	30,9	10,1	58,1
1972	30,9	13,4	61,1	1973	27,5	11,8	61,6
1974	19,4	11	63	1975	21,8	14,3	63,6
1976	19,8	16,5	65,3	1977	13	14,2	66
1978	16,8	18,7	68,6	1979	25	26,9	69,4
1980	28	28,7	74,6	1981	28,9	29,9	75,2
1982	33,4	40	79,1	1983	25,6	32,7	72,4
1984	29,6	40,9	77,3	1985	30,2	47,6	75,9
1986	30,6	48,4	75,2	1987	28,4	52,6	78,8
1988	21,5	50,5	78,6	1989	27,2	54,7	76,1
1990	22,4	55	73,3	1991	17,3	59,4	69,6
1992	16	55	69,4	1993	26,5	67,8	65,7
1994	42,4	76,5	70,5	1995	58,5	79,8	76,8
1996	47,7	77,8	70,8	1997	31,7	75	65,6
1998	47,9	81	73,9	1999	45	81,5	61,8
2000	70,2	85,8	82,6	2001	56,1	83,8	73,8
2002	57,5	84,5	78,3	2003	72,1	86,7	83,4
2004	72,4	87,2	84,2	2005	69,8	89,3	78,2
2006	42,9	88	61,3	2007	74	88,2	79,8
2008	81,1	90,5	82,2	2009	73,3	89,2	64,1
2010	48	89,9	47,9	2011	43,1	90,2	43,8
2012	83,4	91,7	77,6	2013	63,5	90,3	44,7
2014	52,1	90,3	37,6	2015	54,6	90,5	27,1

**Şekil 4.1:** Üç Uygulama Sonucu Elde Edilen İSG Düzeylerinin Karşılaştırılması

- 1: Birinci uygulama sonucu elde edilen İSG düzeyi
- 2: İkinci uygulama sonucu elde edilen İSG düzeyi
- 3: Üçüncü uygulama sonucu elde edilen İSG düzeyini göstermektedir.

Birbirinden farklı 3 İSG düzeyi elde edilmiştir. Sonuçların birbirinden farklı olmasının sebepleri ise kullanılan parametrelerin farklı olması ve bu parametrelerin etkilerinin farklı olmasıdır.

- Birinci düzey Türkiye’deki İSG’nin nitelikli olmadığını, kontrol altına alınamadığını göstermektedir.
- İkinci düzey ise Türkiye’de iş kazaları ve meslek hastalıklarına bağlı İSG düzeyinde düzenli olarak artış olduğu görülmektedir. Türkiye’de iş kazalarının azalması için yapılan çalışmaların olumlu sonuçlar verdiği görülmektedir.
- Üçüncü düzey ise Türkiye’de sürekli iş görmezlik hali ve işçi ölümlerine bağlı İSG düzeyinde düzensiz olarak azalma olduğu görülmektedir. Bu da işçi ölümleri ve sürekli iş görmezlik durumu için alınan önlemlerin yeterli olmadığı anlamına gelmektedir. Bu ise Türkiye’deki İSG için yapılan çalışmaların nitelikli olmadığını göstermektedir.

Türkiye’de son yıllarda İSG düzeyinde azalma olduğu görülmektedir. Bu ise İSG politikasının yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir.

4.1. Öneriler

1. İşletmelere İSG puanlama sistemi getirilmelidir. Bu puanlar maddi teşvik ve yaptırımları etkilemelidir.
2. Türkiye’de İSG kültürü yerleştirilmelidir. İSG kültürünün yerleşmesi için, ilkokul düzeyinden itibaren her eğitim kademesinde iş sağlığı ve güvenliği konusu hassasiyetle ele alınmalıdır.
3. İSG uzmanı bulundurma zorunluluğu olmayan küçük işletmelere, İSG eğitimi zorunlu hale getirilmelidir. Özellikle maden ve inşaat işçilerine ve işverenlerine İSG eğitimi verilmelidir.
4. İnşaat ve maden işletmeciliğinde denetimler sıklaştırılmalı, gerekli iş sağlığı ve güvenliği şartlarının sağlanmaması durumunda cezai işlemler ağırlaştırılmalıdır.
5. ÇSGB, iş sağlığı ve güvenliği alanında yapılan projelere desteğini arttırmalıdır. Bu projeler içerisinde işçi ölümlerine yönelik yapılan projelere daha fazla destek vermelidir.

4.2. Eleştiriler

1. Bu çalışmada İSG düzeyinin belirlenmesi için Uluslar arası İstatistikçiler Konferansında kabul edilen hesaplama oranları olan kaza sıklık hızı, kaza ağırlık oranı, kaza olabilirlik oranı kullanılmamıştır. Çünkü her yıla ait bu oranlar mevcut değildir.
2. Uluslararası kıyaslama yapılmamıştır. Kullanılan parametrelerdeki veriler normalize edilerek kullanılmış olup, elde edilen değerler uluslar arası kabul edilen değerler değildir. Bu çalışmada Türkiye'deki İSG düzeyi belirlenirken sadece yıllar arasında kıyas yapılmış olup, uluslar arası düzeyi göstermemektedir.

KAYNAKLAR

- Abrams Herbert K (2001). "A Short History of Occupational Health". *Journal of Public Health Policy* 22(1): 34-80
- Akkaptan, Aslı (2012). Hayvancılıkta Bulanık Mantık Tabanlı Karar Destek Sistemi. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akkök, Ayşe (1977). "İş kazalarının maliyeti ve iş güvenliği". *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları* 20: 67-68.
- Altaş, İsmail H. (1999). "Bulanık Mantık: Bulanıklık Kavramı". *Enerji, Elektrik, Elektromekanik - 3e dergisi* 62:80-85
- Andreoni, Diego, The Cost of Occupational Accidents and Diseases, ILO, Occupational Healthy and Safety Series, No: 54, 1986, Geneva., http://staging.ilo.org/public/libdoc/ilo/1985/85B09_15_engl.pdf
- Arsava, Füsün (1995). *Avrupa Birliği'nin Kurumsal Yapısı ve Karar Alma Süreci*. Avrupa Birliği El Kitabı. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası.
- Aslangiray, Alev (2011). İstatistiksel Süreç Kontrolünde Bulanık Mantık Yaklaşımı ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Aytaç, Esra (2011). Kalite İyileştirme Sürecinde Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Hata Türü ve Etkileri Analizi ve Uygulama Örneği. Doktora Tezi. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Bark, Nuray (2015). Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Mobilya Sektöründe Tedarikçi Seçimi. Onaylanmış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Baycık, Gaye (2007). *İnşaat İşyerlerinde İşverenin İSG Yükümlülükleri ve Sorumluluğu*. İş Sağlığı ve Güvenliği Bildiriler Kitabı. İstanbul: İnşaat Mühendisleri Odası Yayını.
- Bıyıkçı, E Timuçin (2010). *İş sağlığı ve güvenliğinin sağlanmasında iş güvenliği uzmanlığı*. Yüksek Lisans Tezi. Bursa: T.C. Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri AD.
- Birleşik Metal-İş Sendikası (2002). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği. *Birleşik Metal-İş Yayını* 7: 5. http://www.birlesikmetal.org/kitap/kitap_02/2002-7.pdf, 28 Ağustos 2017 de erişildi).
- Cahit, Erkan (1984). “İş Sağlığı ve Meslek Hastalıkları”. *Ankara Ün. Tıp Fakültesi Yayınları* 44: 8.
- Camkurt, M. Zülfi (2007). “İşyeri çalışma sistemi ve işyeri fiziksel faktörlerinin iş kazaları üzerindeki etkisi”. *Türk Ağır Sanayii ve Hizmet Sektörü Kamu İşverenleri Sendikası İş Hukuku ve İktisat Dergisi* 20(6): 80-106
- Camkurt, M. Zülfi (2013). “Çalışanların kişisel özelliklerinin iş kazalarının meydana gelmesi üzerindeki etkisi”. *Türk Ağır Sanayii ve Hizmet Sektörü Kamu İşverenleri Sendikası İş Hukuku ve İktisat Dergisi* 24: 6
- Centel, Tankut (1992). ‘Çocuklar ile Gençlerin İş Güvenliği’. *İstanbul Üniversitesi Yayınları* 3041:58.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı 2015 yılı eğitim faaliyetleri e-kitabı. (<http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/>)

WLP%20Repository/itkb/dosyalar/yayinlar/egitim/2015_Yili_Hizmetici, 29 Ağustos.2017’de erişilmiştir.)

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, T.C. Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Politika Belgesi I 2006-2008, (https://www.csgb.gov.tr/media/3902/politika_belgesi_tr_2006_2008.pdf, 17.01.2018’de erişilmiştir.)

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, “T.C. Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Politika Belgesi II (Taslak Metin) 2009–2013, (https://www.csgb.gov.tr/media/3901/faaliyetraporu_2009_2013.pdf, 29 Ağustos.2017’de erişilmiştir.)

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, “T.C. Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Politika Belgesi III 2014-2018, (http://www.ybu.edu.tr/isg/contents/files/ulusal_isgPolitikaBelgesi.pdf, 18.01.2018’de erişilmiştir)

Çelik, Emre (2012). Sürekli Miknatıslı Senkron Motor Denetiminin Genetik Tabanlı Bulanık Mantık Denetleyici ile Arayüz Destekli Simülasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çobanoğlu, Bülent (2000). “Bulanık Mantık Ve Bulanık Küme Teorisi”. (<https://cobanoglu.wikispaces.com/file/view/bulanikmantik.pdf>, 28 Ağustos 2017’de erişildi).

Dikmen, S Ümit vd(2017). “İş ve Yapı Denetim Yasalarının İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Bütünleşik İncelenmesi”. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 24: 117-132)

Doğanalp, Burcu (2012). İnsan Kaynakları Seçme Sürecinde Bulanık Mantık Yaklaşımı: Görgül Bir Araştırma. Doktora Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Eğrisöğüt Tiryaki, Aysun ve Kazan, Recep (2007). “Bulaşık Makinesinin Bulanık Mantık ile Modellenmesi”. *Mühendis ve Makina Dergisi* 48 (565) :3-8

- Erdal, Can (2008). Bulanık Mantık ve Firmaların Başarı Kriterlerinin Tanımlanarak Bulanık Mantık ile Ölçülmesinin Bir Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Erkaymaz, Hande ve Çayiroğlu, İbrahim (2010). “Bulanık Mantık ve PIC Kullanılarak Bir Klima Sisteminin Kontrolü”. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*: 167-180.
- Erkul, İhsan (1986). “İş ve Sosyal Güvenlik Hukuku”. *Anadolu Üniversitesi Yayını* 79:183.
- Eryılmaz, Hüseyin Ensari (2015). Fuzzy (Bulanık) Mantık Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Gerek, Nüvit (2006). “İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği”. *Anadolu Üniversitesi Yayını* 1569: 14-36.
- Goodly LJ vd. (2016). “Developing a Comprehensive Animal Care Occupational Health and Safety Program at a Land-Grant Institution”. *J Am Assoc Lab Anim Sci* 55:50-57
- Güler, Mehmet (2011). *İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminin İş Kazalarının Önlenmesine Etkisi*.
- Gülmez (2003). *Avrupa Birliği’nde Sosyal Politika*. Ankara: Aydoğdu Ofset.
- Güney, Salih (1992). “İş Kazalarının Davranışsal Boyutları”. *Uludağ Üniversitesi Dergisi*: 123.
- Güney, Salih (1990). *İş kazalarının yapısal analizi ve kaza yapan işgörenlerin kişilik profilleri ile ilgili bir araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Gürgeç, Turan (2013). Sürekli Değişken Transmisyon Sisteminin Hız Oranı Kontrolü İçin Bulanık Mantık Kontrol Organı Dizaynı. Yüksek Lisans Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güvenç, Uğur (2007). “Bulanık Mantık Denetimli DA-DA Çeviricileri İçin Geliştirilen Bir Eğitim Seti. *Politeknik Dergisi* 10 (4):339-346
- Güzel, Ali (1986). “3008 sayılı iş yasasının önemi ve başlıca hükümleri”. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi* 1: 35-36 .
- Hacımurtazaoğlu, Murat (2011). “Bulanık Mantık ile Manyetik Kilit Uygulaması” (<http://docplayer.biz.tr/12654582-Bulanik-mantik-ile-manyetik-kilit-uygulamasi.html>, 28 Ağustos 2017’de erişildi).
- Hermans, Stefaan ve Cansevdı, Hürrem (2001). *Avrupa Birliği’nin Sosyal Politikası ve Türkiye’nin Uyumunu*. VI.Cilt. İstanbul: İktisadi Kalkınma Vakfı Yayınları.
- ILO, 1983, *Encyclopaedia of Occupational Safety and Health*, ILO, Geneva. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---stat/documents/meetingdocument/wcms_088373.pdf , 28.09.2018’de erişildi.)
- İETT Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- İMO (2009). İnşaat Mühendisleri Odası, İş Sağlığı ve Güvenliği Raporu. http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/0451e14f9cb7b2f_ek.pdf?dergi=60, 20 Mayıs 2017’de erişilmiştir.
- İşbilen Yücel, Leyla (2005). Bulanık Regresyon: Türkiye’de 1980-2004 Döneminde Kayıt Dışı Ekonominin Bulanık Yöntemlerle Tahminine İlişkin Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

İşler, M. Cemil (2013). “İş sağlığı ve güvenliği eğitimleri ile güvenlik kültürünün iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesindeki etkisi” (http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/itkb/dosyalar/yayinlar/yayinlar2013/edud_19, 28 Ağustos 2017 de erişildi)

İşler, M. Cemil ve Gerim, İsmail (2010). ‘Güvenlik Kültürünün İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Önemi’. İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB) Yayını 48: 16-23

İşsizlik Sigortası Kanunu (8 Eylül 199). Resmi Gazete, 4447/23810

Kahveci, Hakan (2013). Doğrudan Sürüşle Elektrikli Araçlar İçin Bulanık Mantık Tabanlı Elektronik Diferansiyel Sisteminin Gerçeklenmesi. Doktora Tezi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kalyoncu, Gökçe (2007). *Avrupa Birliği sürecinde Türkiye’de işçi sağlığı ve iş güvenliği*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: T.C.Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı.

Kamu web platformu (2017). “En Çok İş Kazası Hangi Sektörde Oluyor?” (<http://www.kamudan.com/en-cok-is-kazasi-hangi-sektorde-oluyor-6988.html>, 4 Eylül 2017’de erişildi).

Karluk, Rıdvan (2007). *Avrupa Birliği ve Türkiye*. 9. Baskı. İstanbul: Beta Basım Yayım,

Kıyak, Emre ve Kahvecioğlu, Ayşe (2003). “Bulanık Mantık Ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması”. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi* 1 (2): 63-72

Marijana, Bağun M (2017). “Costs of occupational injuries and illnesses in Croatia”. *Arh Hig Rada Toksikol*. 68(1):66-73.

- Matlab (2017). “Fuzzy Logic Toolbox User’s Guide”. (https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy.pdf, 29 Ağustos 2017’de erişildi).
- Maureen F. Dollard ve Arnold B. Bakker (2010). “Psychosocial safety climate as a precursor to conducive work environments, psychological health problems, and employee engagement”. *Journal of Occupational and Organizational Psychology* 83(3): 579-599.
- Memurlar.net (2017). “En çok meslek hastalığı görülen sektör?”. (<http://www.memurlar.net/haber/459207/en-cok-meslek-hastaligi-gorulen-sektor.html>, 4 Eylül 2017’de erişildi).
- Milliyet (2017). “Uzmanlardan katil robot uyarısı! Öldürme yeteneği olan robotlar geliştirilmemeli” (<http://www.milliyet.com.tr/uzmanlardan-katil-robot-uyarisi--teknoloji-haber-2505810/>, 29 Ağustos 2017’de erişildi).
- MMO (2017). “İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sorunları, Kazalar ve Sorunlar Artıyor”. (http://www1.mmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=28270#.Wa8j_7LXb3g, 6 Ağustos 2017’de erişildi).
- Ofluoğlu, Gökhan ve Sarıkaya Gökmen (2005). “OHSAS 18001 İş sağlığı ve iş güvenliği yönetim sistemi “ *Kamu-İş dergisi* 8: 3
- Oğuz, Emrah (2012). Bir Laboratuvar Aydınlatma Sistemi İçin Batarya Desteklemeli Rüzgar-Güneş Hibrit Güç Üretim Sisteminin Simülasyonu Ve Bulanık Mantık Kontrolör İle Enerji Akış Kontrolü. Yüksek Lisans Tezi. Afyonkarahisar: Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özkılıç, Özlem(2005). *İş sağlığı ve güvenliği, yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri*. 3.baskı. Ankara: Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu.

Pehlivan, İhsan (2001). Bulanık Mantık Kontrolörler ile Klasik PID kontrolörlerin Karşılaştırılması ve Bir Bulanık Mantık Kontrolör Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Resmi Gazete (4857 İş Kanunu), <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2003/06/20030610.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2003/06/20030610.htm>, 29 Ağustos 2017’de erişilmiştir).

Salımsız, Aydın (2014). Tornalama İşlemlerinde Takım Aşınmasının Bulanık Mantıkla ve Yapay Sinir Ağlarıyla Tahmini. Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sezeroğlu, Orhan (2004) “*OHSAS 18001/TS18001 İş Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi Uygulamaları*”. *Mühendis ve Makine Dergisi*.1:532

Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu (31mayıs 2006). *Resmi Gazete*, 5510 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (20 Haziran 2012). *Resmi Gazete*, 28339/ 6331

Sverre, A Kvalheim ve Øyvind, Dahl (2016). “Safety compliance and safety climate: A repeated cross-sectional study in the oil and gas industry”. *Journal of Safety Research* 59: 33-41.

SGK, “506 Sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu (01.10.2008 öncesi haliyle)”. (http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kayseri!/ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOI9DTzcLZ0MHQ3cPVwNDBydA0M8nFxCDD0NjYEKIIUuIe5ARVY-LI7hgQZBbsYUKbf5g4_QY4gCNe-_29TDHsx1BAwP5w_Sg0JZghgFcByItgBXj8UJAbGhoaYZDp6aioCADSoy3l/?1dmy&urile=wcm%3Apath%3A%2FSGK%2BInternet%2Fmevzuat%2Fmulga_mevzuat%2F, 29 Ağustos.2017’de erişilmiştir.)

- Şahin, Ömer (2015). Türkiye'nin Su İhtiyacının Yapay Sinir Ağları Ve Bulanık Mantık Yöntemleri İle Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Şenol, Ali (2013). Veritabanlarında Genetik Algoritma ve Bulanık Mantık Tabanlı Esnek Sorgulama. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- T.C Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu. (<https://www.csgb.gov.tr/media/2052/6331.pdf>, 29 Ağustos.2017'de erişilmiştir.)
- Tekin, Semih (2004). İşletmelerde iş sağlığı ve güvenliğine yapılan yatırımların maliyet kazanç analizi. İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'nın Etütleri. Ankara: T.C.Çalışma ve Sosyal Güvenlik bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı
- TMMOB (2012). TMMOB Makine Mühendisleri Odası İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Oda Raporu. (4. Baskı) Yayın No: MMO/590. (http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/e2a852565a099c2_ek.pdf, 29 Ağustos 2017'de erişilmiştir).
- Toksöz, Derya (2013). İnce Taneli Zeminlerin Bulanık Mantık İle Sınıflandırılması. Yüksek Lisans Tezi. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Topçu, Umut (2009). “İşyerinde Sağlık ve Güvenlik Birimi Oluşturma Zorunluluğu ve İşverene Getirilen Yükümlülükler”. *Sosyal Güvenlik Dünyası, İş Hukuku Dergisi* 12: 65
- Topel, Ayten (2006). Analitik Hiyerarşi Prosesinin Bulanık Mantık Ortamındaki Uygulamaları - Bulanık Hiyerarşi Prosesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tuş Işık, Ayşegül (2011). Bütünleşik Üretim Planlamasında Bulanık Mantık Yaklaşımı ve Bir Uygulama. Doktora tezi. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Türkyılmaz, Sevil (2012). Tek Serbestlik Dereceli Bir Dengeleme Mekanizmasının Bulanık Mantık ile Kontrolü. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.

Ünsar, Sinan (2003). *Türkiye’de İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Uygulamalarının Mevcut Durumu ve Konuyla İlgili Yapılan Bir Araştırma*. Basılmamış Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

WHO, “What is the WHO definition of health?” (<http://www.who.int/suggestions/faq/en/>, 29 Ağustos 2017’de erişildi).

Xinxia, Liu vd. (2015). “Safety climate, safety behavior, and worker injuries in the Chinese manufacturing industry”. *Safety science* 78: 173-178.

Yalçın, Hamza (2014). Hayvansal Üretime Ait Zaman Serilerinde Bulanık Mantık Modellemesinin Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa: Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yalçın, Nesibe (2016). “Fuzzy Logic - Bulanık Mantık” (https://endstriorganizasyon.files.wordpress.com/2016/03/bulanik_mantik-sunu.pdf, 29 Ağustos 2017’de erişildi).

Yılmaz, Atıncı (2015). Sinirsel Bulanık Mantık Modeliyle Kanseri Risk Analizi. Doktora Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Zadeh, Lotfi A. (1996). “Fuzzy Logic = Computing with Words”. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 4 (2) : 103-111